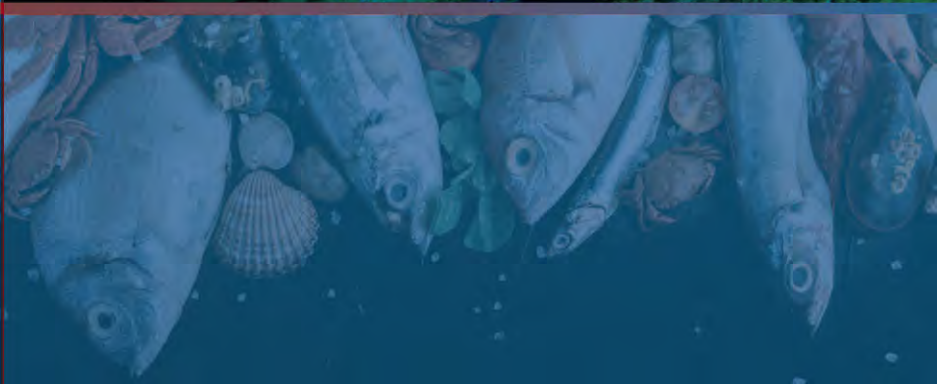




Editor:
Khairul Amri
Husain Latuconsina
Riesti Triyanti

Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan



Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2023 oleh Penerbit BRIN.

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id.



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC-BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Editor:
Khairul Amri
Husain Latuconsina
Riesti Triyanti

Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan



Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2023 Editor & Penulis

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan/Khairul Amri, Husain Latuconsina, Riesti Triyanti (Ed.)—Jakarta: Penerbit BRIN, 2023.

xxix + 730 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8372-50-8 (*e-book*)

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Sumber Daya | 2. Perikanan |
| 3. Berkelanjutan | 4. Stok |
| 5. ENSO | 6. Rekomendasi |

333.7

Editor Akuisisi & Pendamping : Martinus Helmiawan
Copy editor : Apriwi Zulfitri & Sonny Heru Kusuma
Proofreader : Annisa' Eskahita Azizah & Anton Winarko
Penata isi : Hilda Yunita
Desainer Sampul : Dhevi Enlivena Irene Restia Mahelingga
Edisi Pertama : Desember 2023



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi

Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No. 8,


Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,

Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340

WhatsApp: +62 811-1064-6770

E-mail: penerbit@brin.go.id

Website: penerbit.brin.go.id

 Penerbit BRIN

 @penerbit_brin

 @penerbit.brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Daftar Isi

Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xv
Pengantar Penerbit.....	xix
Kata Pengantar	xxiii
Prakata	xxvii
BAB 1	Peran Penting Pengelolaan Perikanan Laut Berkelanjutan bagi Kelestarian Habitat dan Kemanfaatan Sumber Daya1
	<i>Husain Latuconsina, Khairul Amri, Riesti Triyanti</i>
BAGIAN 1	Potensi dan Peluang Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut.....23
BAB 2	IUU <i>Fishing</i> dalam Pengelolaan Perikanan Lobster Skala Kecil di Pantai Selatan Jawa.....25
	<i>Arief Setyanto, Soemarno, Cahyo Prayogo, Dewa Gede Raka Wiadnya, Andik Isdianto</i>

BAB 3	Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF) Triangle: Lambung Ikan Pelagis Kecil.....57 <i>Donwill Panggabean, Rinda Noviyanti, Rauzatul Nazzla</i>
BAB 4	Penyebab dan Dampak Ekologis dari Susut Hasil Produksi Ikan di Indonesia.....95 <i>Ibnu Budiman, Dita Wisudyawati, Afifah Azzahra</i>
BAB 5	Mewaspada Kolapsnya Perikanan Teripang (Timun Laut; Holothuriidae) di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat 145 <i>Neri Kautsari</i>
BAB 6	Dilema Sosial Ekonomi Perikanan Cantrang di Pantai Utara Jawa dan Solusinya 189 <i>Achmad Zamroni, Andrian Ramadhan</i>
BAGIAN 2 Rezim Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut219	
BAB 7	Implikasi <i>Upwelling</i> terhadap Produktivitas Perikanan Laut di Indonesia dan Upaya Konservasinya 221 <i>Augy Syahailatua, Sam Wouthuyzen</i>
BAB 8	Penangkapan Ikan Terukur: Tantangan dan Penerapan... 267 <i>Eli Nurlaela</i>
BAB 9	Peran Pemangku Kepentingan dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan..... 315 <i>Siti Hajar Suryawati, Rizki Aprilian Wijaya, Achmad Zamroni, Hakim Miftakhul Huda, Sonny Koeshendrajana</i>
BAGIAN 3 Perkembangan Teknologi Eksplorasi dan Eksploitasi Sumber Daya Perikanan Laut347	
BAB 10	Peluang dan Tantangan Pengembangan Bioteknologi Melalui Pemanfaatan Makroalga Laut sebagai Immunostimulan dalam Mendukung Akuakultur Berkelanjutan 349 <i>R Adharyan Islamy</i>

BAB 11	Pemanfaatan dan Tantangan Pengelolaan Sumber Daya Ikan Terbang Berkelanjutan (Exocoetidae) di Perairan Selat Makassar.....	387
	<i>Muhammad Nur</i>	
BAB 12	Restorasi Ekosistem Terumbu Karang Berbasis Inovasi Teknologi Pemanfaatan Limbah Batu Bara.....	423
	<i>Ruly Isfatul Khasanah, Endang Yuli Herawati, Yudatomo Tri Nugroho, Erry Nabil</i>	
BAB 13	Unit Evolusioner dan Pengelolaan Ikan Endemik Capungan Banggai (<i>Pterapogon kauderni</i>) di Pulau Banggai, Sulawesi Tengah	463
	<i>Samliok Ndobe, Novalina Serdiati, Abdul Gani, Zakirah Raihani Ya'la, Achmad Rizal, Getreda Melsina Hehanussa, Andi Ramlan, A. Syahrudin, Kharisma Habibillah, Deddy Wahyudi, Soemarno, Endang Yuli Herawati, Daduk Setyohadi, Abigail Mary Moore</i>	
BAGIAN 4 Tren Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut		505
BAB 14	Tantangan Koperasi Nelayan sebagai Penyeimbang Rezim Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan di Indonesia.....	507
	<i>Muhammad Helmi Falah, Fety Widianti Aptasari</i>	
BAB 15	Pengelolaan Wilayah Kepulauan Timur Indonesia untuk Mencegah <i>Tragedy of the Commons</i>	549
	<i>Ilham Marasabessy, Fahriya Bahalwan, M. Iksan Badarudin, Achmad Fahrudin, Zulhamsyah Imran, Syamsul Bahri Agus</i>	
BAGIAN 5 Isu Global dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut		593
BAB 16	Sampah Laut dari Aktivitas Penangkapan Ikan: Komposisi, Dampak, dan Penanganannya	595
	<i>Ilham Zulfahmi</i>	

BAB 17 Perspektif Kebijakan dan Peran Penting Riset dalam
Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan 637
Riesti Triyanti, Khairul Amri, Husain Latuconsina

Glosarium.....	655
Tentang Editor.....	671
Tentang Penulis	677
Indeks.....	717



Daftar Gambar

Gambar 3.1	JMF Triangle yang Dilalui Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dan Arus Monsun Indonesia (Armondo)	59
Gambar 3.2	Peta Hubungan Sebaran Ikan Pelagis Kecil dan SPL pada Musim Barat di JMF Triangle	65
Gambar 3.3	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Peralihan I di JMF Triangle	66
Gambar 3.4	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Timur di JMF Triangle	67
Gambar 3.5	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Peralihan II di JMF Triangle.....	69
Gambar 3.6	Grafik Hubungan SPL dengan Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di JMF Triangle 2006–2015	71
Gambar 3.7	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Barat di JMF Triangle	74
Gambar 3.8	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Peralihan I di JMF Triangle	75
Gambar 3.9	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Timur di JMF Triangle	77
Gambar 3.10	Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Peralihan II di JMF Triangle.....	80

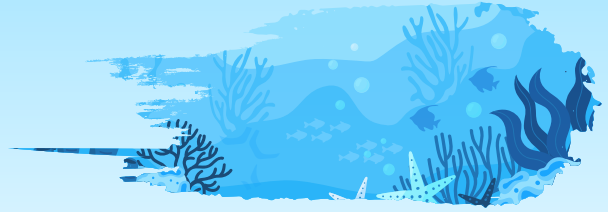
Gambar 3.11	Grafik Hubungan Klorofil-a dengan Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di JMF Triangle 2006–2015.....	81
Gambar 4.1	Proses <i>Screening</i> dalam <i>Systematic Literature Review</i>	99
Gambar 4.2	Evolusi Kerangka Kerja DPSIR	100
Gambar 4.3	Bagan Alir Hasil Identifikasi Penyebab dan Analisis Dampak Lingkungan dari Kehilangan Ikan (<i>Fish Losses</i>)	102
Gambar 5.1	Contoh Spesies Teripang pada Masing-Masing Ordo .	150
Gambar 5.2	Morfologi Teripang dari Famili <i>Holothuriidae</i> dan <i>Stichopodidae</i>	151
Gambar 5.3	Beberapa Jenis Teripang yang Tertangkap oleh Nelayan di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat	153
Gambar 5.4	Peran Teripang dalam Siklus Nutrien di Perairan.....	157
Gambar 5.5	Bioturbasi Sedimen oleh Teripang	158
Gambar 5.6	Proses Pengolahan Teripang oleh Nelayan di Pesisir Teluk Saleh	164
Gambar 5.7	Proses Pengelupasan Kulit Teripang Jenis <i>Holothuria scabra</i> oleh Nelayan di Pesisir Teluk Saleh Sumbawa...	165
Gambar 5.8	Proses Pengolahan dan Pengeringan Teripang Gamat dari Jenis <i>Stichopus</i> oleh Nelayan di Pesisir Teluk Saleh, Sumbawa	166
Gambar 6.1	Alat Tangkap Cantrang.....	193
Gambar 7.1	Peta Arus Lintas Indonesia (Arlindo)	226
Gambar 7.2.	Ilustrasi Mekanisme <i>Upwelling</i> yang Terjadi di Wilayah Pesisir Umumnya Ditentukan oleh Kecepatan dan Arah Angin serta <i>Ekman Transport</i>	228
Gambar 7.3	Lokasi Utama <i>Upwelling</i> yang Sering Mendapat Perhatian Para Peneliti Oseanografi di Dunia.....	230
Gambar 7.4	Lokasi <i>Upwelling</i> di Perairan Indonesia yang Terjadi karena Pengaruh Angin	231
Gambar 7.5	Survei “klasik” oseanografi dengan peralatan sederhana untuk mempelajari fenomena <i>upwelling</i> di Laut Banda dan Laut Seram tahun 1996–1997 menggunakan Kapal Riset Rd. Soerjamatadja milik Lembaga Oseanologi Nasional LIPI, Stasiun Penelitian Ambon.....	232

Gambar 7.6	Pola Sebaran Parameter Oseanografi Rata-Rata CHL-A, <i>sea surface temperature</i> (SST), dan <i>sea surface salinity</i> (SSS) di Perairan Indonesia Tahun 2003–2022	235
Gambar 7.7	Lokasi penangkapan ikan cakalang yang potensial dengan nilai CPUE yang selalu tinggi diperkirakan terkait dengan tingginya tingkat kesuburan perairan akibat <i>upwelling</i> . 240	
Gambar 7.8	Plot Kelimpahan Larva Ikan Tuna terhadap Parameter Oseanografi yang Diperoleh dari Satelit Aqua MODIS 241	
Gambar 7.9	Hubungan antara Proses Rekrutmen Perikanan, Intensitas <i>Upwelling</i> , dan Turbulensi Perairan Laut.....	244
Gambar 7.10	Diagram Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Kehidupan Biota di Perairan	246
Gambar 8.1	Zona Penangkapan Ikan Terukur di WPPNRI	277
Gambar 9.1	Tujuan Strategis Aktor-Aktor dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan	323
Gambar 9.2	Peta Pengaruh dan Ketergantungan Antaraktor dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan	326
Gambar 9.3	Peta Konvergensi di Antara Para Aktor dalam Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan	333
Gambar 9.4	Kekuatan Divergensi Antaraktor dalam Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan	335
Gambar 10.1	Limpahan Rumput Laut di Pantai Drini, Yogyakarta ...	351
Gambar 10.2	Limpahan Rumput Laut yang Terbawa Ombak di Pantai Tanrusampe, Sulawesi Selatan	351
Gambar 10.3	<i>Ulva lactuca</i>	358
Gambar 10.4	<i>Gracilaria</i>	360
Gambar 10.5	<i>Sargassum polycystum</i>	362
Gambar 10.6	<i>Euचेuma cottonii</i>	363
Gambar 10.7	<i>Padina australis</i>	365
Gambar 11.1	Jenis Ikan Terbang yang Ditemukan di Perairan Majene, Sulawesi Barat.....	391
Gambar 11.2	Indeks Kematangan Gonad Ikan Terbang di Perairan Majene	400
Gambar 11.3	Pengeringan Ikan Terbang di Kelurahan Mosso, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat.....	403

Gambar 11.4	Pengasapan Ikan Terbang di Kelurahan Mosso, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat	403
Gambar 11.5	Grafik Produksi Tangkapan Ikan Terbang di Selat Makassar Tahun 1983–2013.....	405
Gambar 11.6	Grafik Produksi Tangkapan Ikan Terbang di Provinsi Sulawesi Barat	406
Gambar 12.1	Pertambahan Panjang <i>Acropora formosa</i> di Variasi Media	428
Gambar 12.2	Fragmen <i>Acropora formosa</i> Usia Satu Bulan Setelah Ditransplantasi	429
Gambar 12.3	Fragmen <i>Acropora formosa</i> Usia Satu Tahun yang Ditransplantasi pada Media FABA	429
Gambar 12.4	Pertambahan Panjang <i>Acropora pulchra</i> di Variasi Media	430
Gambar 12.5	<i>Survival Rate Acropora</i> sp. yang Ditransplantasi pada Media Kanstin FABA	433
Gambar 12.6	Susunan Media FABA di Dasar Perairan	434
Gambar 12.7	Jenis <i>Acropora</i> yang Ditransplantasi pada Media FABA	435
Gambar 12.8	Rerata Laju Pertumbuhan Jenis Karang <i>Acropora</i> spp. yang Ditransplantasikan pada Batu-batu Kanstin FABA Selama Lima Bulan.....	436
Gambar 12.9	Rerata Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Jenis <i>Acropora</i> spp.	439
Gambar 12.10	Grafik Perbandingan Pertumbuhan Absolut Karang <i>Montipora foliosa</i> yang Ditransplantasikan pada Kedalaman Perairan yang Berbeda.....	442
Gambar 12.11	Macam-Macam <i>Montipora</i> sp. yang Ditransplantasi di Media FABA	443
Gambar 12.12	Biplot Korelasi Kandungan Media terhadap Pertumbuhan	449
Gambar 12.13	Biplot Korelasi Parameter terhadap Karang.....	452
Gambar 13.1	Beberapa Fase Daur Hidup Ikan Capungan Banggai (<i>Pterapogon kauderni</i>).....	466

Gambar 13.2	Predator (B, C, D) di sekitar induk jantan ikan capungan banggai mengerami larva yang hampir siap untuk dilepaskan sebagai rekrut (A) di Perairan Bone Baru ..	467
Gambar 13.3	Ikan Capungan Banggai pada Tiga Mikrohabitat Utama di Perairan Pulau Banggai	469
Gambar 13.4	Karakter Morfometrik Klasik Ikan Capungan Banggai (<i>P. kauderni</i>)	470
Gambar 13.5	Titik <i>Landmark</i> Pembentuk <i>Centroid</i> pada Ikan Capungan Banggai (<i>P. kauderni</i>)	471
Gambar 13.6	Alel dan Dugaan Unit Evolusioner Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai.....	473
Gambar 13.7	Beberapa Keuntungan Pendekatan BCF <i>Garden</i>	483
Gambar 13.8	Peta Dugaan Unit Evolusioner (ESU) di Penyebaran Endemik Ikan Capungan Banggai Berdasarkan Data Morfometrik, Genetik, dan Habitat.....	489
Gambar 13.9	Peta Zonasi KKP3KD Banggai dan Sebaran Unit Evolusioner Ikan Capungan Banggai pada Zona dan Sub-zona	490
Gambar 15.1	Jumlah Pulau di Kawasan Timur Indonesia Tahun 2021	553
Gambar 15.2	Rancang Bangun KJA untuk Satu Kelompok Pembudidaya KJA Laut.....	561
Gambar 15.3	Konsep pengelolaan berkelanjutan pulau kecil Kawasan Timur Indonesia melalui zonasi pemanfaatan ruang pesisir dan laut.	569
Gambar 16.1	Pengelompokan Sampah Laut (kiri) dan Sampah Plastik (kanan) Berdasarkan Panduan UNEP	599
Gambar 16.2	Komposisi sampah dari aktivitas penangkapan ikan berdasarkan jenis alat tangkap.	601
Gambar 16.3	Beberapa Contoh Jenis Sampah dari Aktivitas Penangkapan Ikan di PPI Pantai Labu, Deli Serdang ..	602
Gambar 16.4	Contoh Polusi Sampah Laut	605
Gambar 16.5	Contoh Pemberian <i>Barcode</i> pada Jaring Penangkap Ikan	617

Gambar 16.6	Daftar Nilai Tukar Sampah pada Bank Sampah yang Ada di Desa Margasari, Lampung Timur	618
Gambar 16.7	Kapal Pengangkut Sampah.....	621



Daftar Tabel

Tabel 2.1	Kelompok Responden.....	29
Tabel 2.2	Peraturan Perundang-undangan sebagai Rujukan Aktivitas IUU <i>Fishing</i>	30
Tabel 2.3	Matriks Data terkait IUU <i>Fishing</i> pada Sepuluh Lokasi Penelitian (Pendaratan Ikan)	32
Tabel 3.1	Jumlah hasil tangkapan berdasarkan jenis ikan dan musim selama sepuluh tahun (2006–2015).....	63
Tabel 5.1	Jenis Teripang Yang Memiliki Nilai Ekonomi Tinggi.....	151
Tabel 5.2	Jenis Teripang dan Statusnya dalam CITES	178
Tabel 6.1	Derajat Dampak Sosial Ekonomi Pelarangan Cantrang per Pelaku Usaha/Aktor	205
Tabel 6.2	Dampak Sosial Ekonomi di Lokasi Penelitian	206
Tabel 7.1	Data Oseanografi Hasil Survei Klasik Fenomena <i>Upwelling</i> pada Pelayaran K/R Rd Soerjaatmadja di Laut Banda dan Laut Seram	234
Tabel 7.2	Nilai Estimasi Potensi Perikanan (Ton) dari enam WPPNRI yang Merupakan Wilayah <i>Upwelling</i>	239
Tabel 7.3	Perkiraan Puncak Pemijahan Beberapa Jenis Ikan Pelagis Kecil di Teluk Ambon	245

Tabel 8.1	Rangkaian Regulasi Penangkapan Ikan Terukur	274
Tabel 8.2	Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Indonesia....	278
Tabel 8.3	Dampak Implementasi Penangkapan Berbasis Kuota di Berbagai Negara.....	287
Tabel 8.4	Pelabuhan Pangkalan Sesuai Zona	295
Tabel 9.1	Aktor yang Terlibat dan Perannya Terkait Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan	320
Tabel 9.2	Komposisi Nilai Kategori Pengaruh Langsung Antaraktor (MDI) dalam Pengelolaan Sumber Daya Rajungan Berkelanjutan	324
Tabel 9.3	Matriks Posisi Setiap Aktor terhadap Setiap Tujuan Strategis Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan	330
Tabel 9.4	Skema Kelembagaan Pengelolaan Rajungan secara Berkelanjutan.....	336
Tabel 11.1	Tingkat Kematangan Gonad Ikan Terbang.....	397
Tabel 12.1	SR Karang <i>Montipora foliosa</i> pada Media Transplantasi..	444
Tabel 12.2	Hasil Pengukuran Komposisi Unsur dalam Kanstin yang Bersumber dari <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i> (dalam % bahan).....	446
Tabel 12.3	Nilai Korelasi Kandungan Media terhadap Pertumbuhan	448
Tabel 12.4	Nilai Korelasi Parameter terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas	451
Tabel 13.1	Perbedaan ¹ Enam Populasi Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai ² Berdasarkan Sembilan Karakter Morfometrik Klasik ³ (<i>Pairwise Anova</i> , 30–36 ekor/populasi)	472
Tabel 13.2	Nilai <i>p</i> dan Signifikansi ¹ Perbedaan Bentuk Rata-rata (<i>Centroid</i>) Enam Sub-populasi Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai ² Berdasarkan Jarak <i>Procrustes</i> ³	472
Tabel 13.3	Ancaman terhadap Ekosistem Habitat Ikan Capungan Banggai	477
Tabel 13.4	Karakteristik, Kategori Umum, dan Perubahan Kondisi Habitat Ikan Capungan Banggai (<i>Pterapogon kauderni</i>) pada Lima Lokasi di Pulau Banggai-Sulawesi Tengah.....	479

Tabel 13.5	Perubahan Kelimpahan Ikan Capungan Banggai (CB), Bulu Babi (BB), dan Anemone Laut (AL) pada Enam Sub-populasi di Pulau Banggai	479
Tabel 13.6	Status dan Saran Pengelolaan Berdasarkan Unit Evolusioner (ESU) untuk Enam Sub-populasi Ikan Capungan Banggai (<i>Pterapogon kauderni</i>) di Pulau Banggai	486
Tabel 13.8	Jumlah Unit Evolusioner (ESU) Ikan Capungan Banggai menurut Pulau/Gugusan Pulau yang Sebagiannya Berada di Setiap Zona dan Sub-zona KKP3KD Banggai	490
Tabel 15.1.	Prediksi Waktu yang Dibutuhkan untuk Setiap Kegiatan Ekowisata Bahari	558
Tabel 16.1	Nilai Kisaran dan Rata-rata Jumlah Anak Buah Kapal, Lama Melaut, dan Jarak Melaut per Unit Penangkapan Ikan yang Ada di PPI Pantai Labu, Deli Serdang	603
Tabel 16.2	Estimasi Jumlah Sampah Bulanan dari Aktivitas Penangkapan Ikan di PPI Pantai Labu, Deli Serdang.....	603

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Pengantar Penerbit

Tahun 2023 menandai babak baru bagi Penerbit BRIN karena pada tahun ini kami memulai proses penjaringan naskah dengan skema baru. Salah satu skema baru dalam penjaringan naskah tersebut adalah penjaringan naskah buku ilmiah. Proses penjaringan ini diawali dengan penjaringan editor, kemudian dilanjutkan dengan penjaringan naskah bukunya. Penjaringan naskah ini dilakukan oleh Penerbit BRIN sebagai jawaban atas kebutuhan adanya penerbitan buku yang mengangkat isu-isu strategis nasional. Berdasarkan hal itu, proses penjaringan pada tahun 2023 ini menasar lima isu besar, yaitu isu kesehatan, sumber daya alam, pangan, energi, dan sosial humaniora. Setiap isu kemudian dipecah menjadi beberapa buku yang mengangkat topik-topik penting di dalam ranah keilmuannya. Buku *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan* ini adalah salah satu buku dari hasil penjaringan dengan skema baru tersebut.

Sebagai negara maritim dengan total wilayah laut yang lebih luas dibandingkan daratannya, Indonesia memiliki kekayaan sumber daya kelautan yang sangat melimpah, termasuk potensi perikanan, yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

telah menjadi tulang punggung ketahanan pangan nasional serta salah satu komoditas ekspor utama. Namun, pengelolaan sumber daya perikanan kita masih sangat jauh dari kata maksimal. Masih banyak permasalahan terkait kelautan dan pengelolaan perikanan di Indonesia, mulai dari *illegal, unreported, and unregulated* (IUU) *fishing*, sampah laut, hingga kesejahteraan nelayan.

Berkelanjutan menjadi kata kunci yang diusung buku ini dalam membahas pengelolaan sumber daya perikanan laut Indonesia. Masalah yang tadi telah disebutkan sebelumnya berakar dari paradigma pengelolaan perikanan dan kelautan yang tidak memperhatikan aspek keberlanjutan, baik terkait ekosistem, populasi ikan, maupun kehidupan para nelayan. Oleh karena itu, buku ini hadir dengan kajian terkini terkait aspek berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya perikanan laut.

Pembahasan aspek berkelanjutan dalam buku ini menjadi salah satu kekuatan utama yang membuat buku ini bisa menjadi referensi bacaan yang patut diperhatikan oleh pembaca. Selain itu, bahasa yang ringan dan mudah dipahami juga membuat buku ini cocok untuk dibaca oleh berbagai kalangan masyarakat, seperti mahasiswa, akademisi, serta para pegiat lingkungan di komunitas lokalnya masing-masing.

Kehadiran buku ini diharapkan bisa memperkaya referensi bacaan seputar isu pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan di Indonesia. Dengan dukungan akses terbuka yang disediakan oleh Penerbit BRIN melalui Program Akuisisi Pengetahuan Lokal, penyebaran ilmu pengetahuan diharapkan bisa dilakukan secara merata dan bisa menjangkau semua lapisan.

Banyak pihak yang telah bekerja keras di balik penerbitan buku ini. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak terkait, mulai dari editor buku, penulis, penelaah, serta Tim Penerbitan Ilmiah RMPI BRIN yang bekerja tanpa lelah menyelesaikan proses penerbitan buku ini sampai akhir.

Akhir kata, kepada pembaca, kami ucapkan selamat datang pada diskusi pengelolaan sumber daya perikanan laut yang berkelanjutan. Selamat membaca.

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Kata Pengantar

Indonesia merupakan negara maritim yang 70% wilayahnya merupakan lautan dan memiliki sumber daya laut yang sangat potensial dalam mendukung perekonomian Indonesia. Pengelolaan sumber daya perikanan laut memainkan peran penting dan sangat strategis dalam upaya pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Beberapa target SDGs yang terkait dengan sektor perikanan melibatkan upaya untuk menjaga mengurangi kemiskinan dan kelaparan (SDGs ke-1 dan ke-2); menjaga kesetaraan gender (SDGs ke-5); memastikan ketahanan pangan; pencapaian keberlanjutan ekonomi (SDGs ke-8); mewujudkan produksi dan konsumsi yang berkelanjutan (SDGs ke-12); mitigasi terhadap perubahan iklim (SDGs ke-13); menjaga kehidupan bawah air (SDGs ke-14); mengurangi tekanan terhadap ekosistem darat (SDGs ke-15); maupun menjalin kemitraan di tingkat internasional, regional, dan lokal (SDGs ke-17). Upaya pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan harus mempertimbangkan

berbagai aspek keberlanjutan, di antaranya aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan, sehingga dapat memberikan kontribusi maksimal pada pencapaian SDGs.

Selain itu, upaya pengelolaan perikanan laut berkelanjutan juga terkait dengan “The Ocean Decade” yang berlangsung sejak 2020–2030. The Ocean Decade merupakan inisiatif global yang dimulai oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk memperkuat kerja sama internasional dalam mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan yang terkait dengan laut dan samudra untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang dan melibatkan semua pemangku kepentingan. Adapun beberapa aspek yang dapat diperhatikan dalam konteks pengelolaan sumber daya perikanan selama Ocean Decade, yaitu penelitian dan inovasi, pemberdayaan komunitas pesisir, konservasi dan pelestarian ekosistem laut, penguatan sistem pengelolaan perikanan, pengurangan limbah dan polusi, peningkatan kesadaran dan pendidikan, pengelolaan data kelautan dan perikanan, serta adaptasi terhadap perubahan iklim.

Pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan dapat terimplementasi dengan baik jika didukung dengan kontribusi oleh seluruh *stakeholders* perikanan. Salah satu bentuk kontribusi nyata dan penting ialah melalui penyajian berbagai informasi ilmiah yang dapat dirangkum dalam bentuk buku. Buku ini dapat menjadi media informasi sekaligus sosialisasi yang terkait dengan berbagai isu perikanan kontemporer dan solusi untuk pengelolaan perikanan laut berkelanjutan dari akademisi, praktisi, dan periset yang *concern* terhadap sumber daya perikanan laut.

Oleh karena itu, saya menyambut baik kehadiran buku *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan* yang dapat digunakan sebagai bahan rujukan dan media yang menarik bagi semua kalangan dan pemerhati sumber daya perikanan laut sebagai upaya untuk mewujudkan pengelolaan perikanan laut berkelanjutan.

Saya sangat merekomendasikan buku ini bagi para pembaca. Tidak hanya karena buku adalah jendela ilmu, tetapi juga buku ini memang diperlukan. Selamat membaca.

Jakarta, 15 Desember 2023

Prof. Ocky Karna Radjasa, Ph.D.

Kepala Organisasi Riset Kebumihan dan Maritim-BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Prakata

Pengelolaan perikanan laut berkelanjutan adalah sebuah keniscayaan. Tanpa keberlanjutan, tidak ada jaminan bahwa potensi sumber daya ikan yang kini masih berlimpah akan memberikan kemanfaatan bagi generasi mendatang. Dengan kata lain, keberlanjutan akan memberikan jaminan bahwa pemanfaatan sumber daya ikan dapat digunakan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang, tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang.

Keberlanjutan sumber daya perikanan laut penting bagi negara maritim seperti Indonesia. Sebagai negara kepulauan dengan luas perairan mencapai lebih dari 70% dari total wilayah, dengan kekayaan hayati laut berupa ikan ekonomis penting yang melimpah, sektor kelautan dan perikanan menjadi tumpuan bagi peningkatan pertumbuhan ekonomi, penghidupan masyarakat, dan lapangan pekerjaan dengan tetap menjaga kesehatan ekosistem laut.

Tantangan utama pemanfaatan sumber daya perikanan laut berkelanjutan di perairan Indonesia berada dalam kondisi multispecies, multihabitat, multi-*stakeholder*, dan multialat tangkap. Keberagaman yang tinggi ini tidak hanya menjadi kekuatan, tetapi juga merupakan tantangan yang besar dalam hal menciptakan satu

harmoni, sebagai prasyarat untuk dapat memanfaatkan sumber daya secara optimal dengan tetap mengedepankan kelestarian sumber daya dan ekosistemnya.

Meskipun pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan sudah dimasukkan dalam tujuan ke-14 dari 17 tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) yang diadopsi oleh PBB sejak tahun 2015 sebagai seruan universal, permasalahannya, belum semua *stakeholder* memahami peran penting keberlanjutan dalam pemanfaatan sumber daya perikanan laut. Untuk itu, diperlukan upaya yang berkesinambungan dalam penyebarluasan pengetahuan dan pemahaman. Atas dasar itulah, penulisan buku *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan* ini digagas.

Buku ini ditulis oleh berbagai kalangan yang ahli di bidangnya dan berasal dari praktisi, periset, pemerhati, serta akademisi yang mendalami keilmuan perikanan tangkap di Indonesia. Buku ini secara komprehensif tidak hanya mengulas berbagai isu terkait pengelolaan perikanan laut berkelanjutan, tetapi juga menyertakan strategi dalam mengatasi berbagai persoalan yang dihadapi. Secara umum, bahasan buku ini mencakup tiga dimensi penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan tangkap berkelanjutan yang tidak terpisahkan satu sama lain, yakni

- (1) dimensi sumber daya perikanan dan ekosistemnya;
- (2) dimensi pemanfaatan sumber daya perikanan untuk kepentingan sosial ekonomi masyarakat; dan
- (3) dimensi kebijakan serta dukungan riset perikanan.

Satu hal yang terpenting, semua naskah yang termuat dalam lima bagian utama dari buku ini merupakan hasil kajian ilmiah bersumber dari riset yang mendalam dan penyajiannya disampaikan menggunakan bahasa yang ringan dan mudah dicerna. Ini menjadi kelebihan buku ini agar pesan pentingnya mudah dan cepat ditangkap.

Diharapkan kehadiran buku ini dapat mengisi ruang kosong sekaligus menambah khazanah pengetahuan tentang isu-isu

perikanan laut kontemporer sehingga bisa menjadi referensi yang berharga bagi siapa saja yang ingin mempelajarinya, baik akademisi, periset, pemerintah, LSM, pengusaha perikanan, maupun *stakeholder* perikanan lainnya, bahkan masyarakat umum. Patut dicatat bahwa peningkatan pengetahuan dan pemahaman bersama terkait pentingnya mengelola sumber daya perikanan serta bagaimana seharusnya suatu sumber daya perikanan dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan adalah harapan utama dari diterbitkannya buku ini. Selamat membaca.

Jakarta, 30 Oktober 2023

Editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 1

Peran Penting Pengelolaan Perikanan Laut Berkelanjutan bagi Kelestarian Habitat dan Kemanfaatan Sumber Daya

Husain Latuconsina, Khairul Amri, Riesti Triyanti

Indonesia merupakan negara maritim dan menjadi salah satu produsen ikan terbesar di dunia (Muawanah et al., 2018). Fakta empiris menunjukkan bahwa sumber daya perikanan laut menjadi sumber penghidupan sebagian besar masyarakat pesisir dan sumber pangan bagi masyarakat. Dengan luas perairan laut mencapai 6,4 juta km² (Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP], 2023), estimasi potensi sumber daya ikan mencapai 12,01 juta ton per tahun dan jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan (JTB) sekitar 8,6 juta ton per tahun (Kepmen KP No. 19, 2022). Indonesia merupakan penghasil perikanan tangkap terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok. Berdasarkan laporan Food and Agriculture Organization (FAO, 2022),

H. Latuconsina*, K. Amri, & R. Triyanti

*Universitas Islam Malang, *e-mail*: husain.latuconsina@unisma.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

Latuconsina, H., Amri, K., & Triyanti, R. (2023). Peran penting pengelolaan perikanan laut berkelanjutan bagi kelestarian habitat dan kemanfaatan sumber daya. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (1–22). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c751 ISBN: 978-623-8372-50-8

Indonesia menyumbang 8–10% dari tangkapan laut global antara tahun 2017–2020.

Kawasan pesisir Indonesia dengan panjang garis pantai 95.181 km menjadi rumah bagi jutaan spesies biota laut yang hidup di habitat ekosistem mangrove seluas 3.364.076 ha, padang lamun seluas 293.464 ha, dan terumbu karang seluas 2,53 ha (KKP, 2023a, 2023b; Indonesia.go.id, 2023; Widi, 2022). Mengoptimalkan potensi sumber daya laut menjadikan bangsa Indonesia maju dan makmur. Laut akan memberikan manfaat yang sangat vital bagi pertumbuhan dan perkembangan perekonomian, khususnya perdagangan Indonesia (Halim et al., 2020), dengan catatan harus dikelola secara baik dan benar dengan mengedepankan prinsip keberlanjutan.

Potensi sumber daya perikanan laut Indonesia yang besar tersebut dapat diandalkan sebagai sumber penting bahan pangan nasional, penghasil devisa negara dari hasil ekspor, penyedia lapangan kerja, serta menjadi sumber pendapatan domestik yang potensial. Jika dikelola dan dimanfaatkan secara optimal, sumber daya perikanan laut dapat membantu Indonesia dalam mencapai tujuan pembangunan nasional.

Kenyataannya, hasil kajian terakhir menunjukkan terjadinya kecenderungan penurunan produksi perikanan laut dari aktivitas penangkapan dunia sejak tahun 2019–2020 (FAO, 2022). Indikator penting lainnya, secara global, sejak tahun 1974–2019, terjadi peningkatan aktivitas penangkapan berlebih (*overfishing*) dan sebaliknya, kondisi perikanan yang *underfishing* telah menunjukkan tren yang makin menurun. Kepmen KP No. 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan menyatakan bahwa stok sumber daya ikan di perairan Indonesia sebagiannya berada pada tingkat eksploitasi berkembang, sebagian lainnya sudah dimanfaatkan secara penuh (*fully exploited*), bahkan beberapa kelompok jenis ikan tertentu sudah mengalami *overfishing* (lebih tangkap).

Fenomena *overfishing* selain menggambarkan masifnya tekanan terhadap biomassa juga menunjukkan kondisi lebih tangkap (*overfishing*) sehingga disarankan untuk mengurangi upaya

penangkapannya. Kondisi *overfished*, jika tidak ditanggulangi melalui pengelolaan yang efektif, dikhawatirkan akan memunculkan fenomena *fishing down foodwebs*. Menurut Latuconsina (2020), fenomena ini dapat terjadi karena ikan-ikan komersial penting yang menjadi target penangkapan nelayan, umumnya berada pada puncak rantai makanan dan akan tergantikan jika populasinya makin menurun. Adapun spesies pengganti umumnya berada pada trofik level yang lebih rendah dengan nilai komersial yang juga rendah. Artinya, penangkapan ikan berlebih bukan saja memberikan dampak ekologis yang luar biasa, melainkan juga berdampak negatif dari sisi ekonomi dalam jangka panjang. Dengan demikian, pengelolaan sumber daya perikanan laut yang berkelanjutan menjadi agenda penting yang harus diletakkan sebagai prioritas utama dalam pembangunan kelautan dan perikanan Indonesia.

A. Dimensi Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan

Menurut Charles (2001), pengelolaan perikanan laut berkelanjutan tidak dapat dilepaskan dari tiga dimensi yang tidak terpisahkan satu sama lain, yakni

- 1) dimensi sumber daya perikanan dan ekosistemnya,
- 2) dimensi pemanfaatan sumber daya perikanan untuk kepentingan sosial ekonomi masyarakat, dan
- 3) dimensi kebijakan perikanan.

Dalam praktiknya, pengelolaan sumber daya perikanan laut Indonesia saat ini masih belum mempertimbangkan keseimbangan ketiga dimensi tersebut. Eksploitasi yang terus-menerus dilakukan dalam beberapa tahun terakhir menyebabkan stok makin menurun dan ukuran ikan terus mengecil akibat kurangnya waktu bagi ikan dalam bereproduksi (Damanik et al., 2016). Selain itu, praktik pemanfaatan sumber daya perikanan di Indonesia bersifat terbuka (*open access*) sehingga setiap orang boleh melakukan penangkapan di perairan Indonesia (Akoit & Nalle, 2018).

Untuk itu, pemerintah telah menetapkan arah strategi pengembangan ekonomi perikanan, yaitu membangun sektor perikanan yang optimal, lestari, memiliki nilai tambah, dan memiliki daya saing yang tinggi. Penekanan pada pengembangan yang optimal dan lestari, sekaligus menunjukkan pentingnya menjaga keberlanjutan, tidak hanya keberlanjutan sumber daya, tetapi juga ekologi. Artinya, tanpa keberlanjutan ekologi, kegiatan ekonomi akan terhenti sehingga akan berdampak pula pada kehidupan sosial masyarakat yang terlibat dalam usaha pemanfaatan perikanan baik secara langsung maupun tidak langsung.

B. Ancaman Kelestarian Habitat dan Ekosistem Laut

Upaya pemanfaatan sumber daya ikan yang dilakukan secara masif dan terus-menerus menjadi ancaman bagi keberlanjutan habitat dan ekosistem laut. Beberapa ancaman terhadap kelestarian ekosistem laut di antaranya adalah

- 1) penggunaan alat tangkap yang tidak selektif dan merusak,
- 2) pencemaran dan penurunan mutu lingkungan perairan,
- 3) peningkatan sampah laut termasuk sampah plastik, serta
- 4) pemanasan global dan perubahan iklim.

Berbagai bentuk ancaman ini pada umumnya bersumber dari aktivitas antropogenik yang tidak terkontrol sehingga memberikan dampak terhadap ekosistem dan sumber daya perikanan laut (Latuconsina, 2020).

Penangkapan ikan yang tidak selektif sangat sulit terhindarkan di Indonesia mengingat perairan laut di Indonesia memiliki biodiversitas ikan yang tinggi (perikanan multispesies) dan penggunaan jenis alat tangkap yang sangat beragam (*multigear*). Konsekuensinya, satu jenis alat tangkap dapat menangkap beragam jenis ikan dan satu jenis ikan dapat ditangkap oleh beragam jenis alat tangkap (Latuconsina, 2018). Akibatnya, tekanan penangkapan dan tingginya kompetisi antar-alat

tangkap tidak terhindarkan. Fenomena ini “memaksa” nelayan untuk dapat terus meningkatkan produktivitas hasil tangkapan melalui modifikasi alat tangkap, termasuk penggunaan teknologi penangkapan yang tidak selektif, merusak (*destructive fishing*), dan tidak ramah terhadap lingkungan dan sumber daya perikanan (Latuconsina, 2020).

Konsekuensi penggunaan alat tangkap yang tidak selektif adalah tingginya hasil tangkapan sampingan (HTS) dan kerusakan ekosistem perairan (Latuconsina, 2020). HTS yang tidak diinginkan, yaitu mencakup ikan, penyu, sisa-sisa karang, karang lunak, hewan bentik, dan benda mati lainnya. Menurut FAO, nelayan komersial membuang lebih dari 7 juta ton produk sampingan setiap tahunnya, yakni sekitar 8% tangkapan global dari perikanan laut. Sementara itu, industri penangkapan pukat-hela (*trawl*) udang di perairan tropis sebagai pelaku utama dalam hal tangkapan sampingan, membuang sekitar 27% dari seluruh tangkapan ke laut (Eayrs, 2005). Secara umum, pukat udang dianggap sebagai salah satu teknik penangkapan ikan yang paling tidak selektif. Hal ini disebabkan HTS dapat mencakup beberapa ratus spesies ikan teleostei yang lebih berat daripada udang dengan faktor 20:1 atau lebih (Eayrs, 2005).

Penangkapan yang tidak selektif secara berlebihan dan tanpa terkendali menurut Latuconsina (2018) justru akan makin menurunkan potensi sumber daya perikanan tangkap secara keseluruhan. Hal ini disebabkan HTS yang berperan penting dalam rantai makanan (sebagai sumber makanan bagi ikan target penangkapan) akan makin berkurang sehingga pada akhirnya akan memengaruhi keseimbangan rantai makanan. Dengan demikian, menurut Sudirman (2013), dalam menjaga tatanan integritas ekosistem, kegiatan penangkapan ikan harus mempertimbangkan tiga hal, yaitu

- 1) habitat ikan dan biota perairan lainnya,
- 2) sumber daya hayati ikan yang merupakan target penangkapan, dan
- 3) manusia, dalam hal ini *stakeholder* perikanan seperti nelayan, pedagang, manajer, dan lainnya.

Selain *trawl*, sumber kerusakan ekosistem lainnya berasal dari penggunaan bius (*potassium cyanide*) dan bahan peledak untuk menangkap ikan. Menurut Ikawati et al. (2001) penyemprotan potasium sianida/kalium sianida ke arah terumbu karang yang menjadi tempat persembunyian ikan menyebabkan karang stres dan mati. Bahkan, ikan hasil tangkapannya membahayakan kesehatan manusia karena menyimpan bahan kimia beracun. Sementara itu, penggunaan bahan peledak menghancurkan terumbu karang dan sumber daya perikanan yang ada (Ikawati et al., 2001). Penggunaan bahan peledak seberat 0,5 kg menyebabkan karang pada radius 3 m hancur total, sekitar 20% ikan terbuang sia-sia, dan larva ikan mengalami kehancuran (40% larva ikan mengapung dan 40% tenggelam). Dampak lanjutannya, sebagian besar ikan dan invertebrata ekonomis penting lainnya ikut mati dan kemudian digantikan karang jenis *Fungia* dan bulu babi (*Diadema*).

Perairan laut di Indonesia juga mengalami tekanan ekologis akibat terjadinya pencemaran dari berbagai aktivitas antropogenik. Pelepasan bahan-bahan kimia beracun (polutan) ke perairan dapat menyebabkan kematian organisme secara besar-besaran di perairan sungai, danau, estuari, dan laut. Bentuk pencemaran utama di perairan adalah limbah organik dan anorganik yang berasal dari limbah rumah tangga (domestik), limbah industri, limbah pertanian, limbah perikanan, limbah panas, dan sebagainya (Latuconsina, 2020). Jenis limbah yang saat masuk ke perairan harus dihancurkan melalui mekanisme biologis oleh mikroorganisme aerob menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut turun drastis. Proses dekomposisi yang menghasilkan senyawa amonia, nitrat, dan fosfor juga menyebabkan pengurangan jumlah oksigen terlarut. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut berpotensi menyebabkan pengayaan unsur hara yang mengakibatkan *blooming algae*, apabila jumlahnya berlebihan. Terdapat juga polutan anorganik yang bersifat racun sebagai hasil sampingan dari proses industri, misalnya bahan pemutih, pewarna, logam-logam berat (Cd, Cr, Cu, Zn, Hg), serta penggunaan pestisida dan herbisida oleh petani. Beberapa logam berat terakumulasi dalam

daging ikan, yang walaupun tidak mematikan, apabila dikonsumsi oleh ikan yang lebih besar melalui mekanisme rantai makanan, akumulasi logam beratnya akan meningkat dan makin tinggi pada manusia sebagai predator top dalam rantai makanan dan piramida ekologi (bioakumulasi) (Latuconsina, 2020).

Selain pencemaran limbah organik dan organik, sampah laut kini menjadi keprihatinan dunia internasional karena telah berdampak negatif terhadap ekosistem dan kehidupan biota laut. Sebagian besar sampah laut menurut Iñiguez et al. (2016) memiliki tingkat penguraian yang sangat rendah. Salah satu contohnya adalah plastik, yang merupakan jenis sampah laut yang paling melimpah, menyebabkan akumulasi signifikan di lingkungan pesisir dan laut. Selama ini, sampah laut merupakan sumber kontaminan kimia yang signifikan terhadap lingkungan laut. Sampah plastik mencakup semua ukuran residu, mulai dari benda besar yang terlihat dan mudah dipindahkan hingga partikel kecil yang tidak terlihat atau mikroplastik, baik mikroplastik primer yang diproduksi dalam bentuk kecil (mikro) maupun mikroplastik sekunder yang sebagian besar berasal dari degradasi sampah plastik berukuran besar menjadi pecahan plastik yang lebih kecil setelah terpapar ke lingkungan laut. Mikroplastik di perairan laut didominasi oleh mikroplastik primer yang diperkirakan mencapai 1,5 juta ton per tahun (Mton/tahun) (Boucher & Friot 2017).

Ancaman residu mikroplastik diperkirakan akan terus meningkat di masa depan. Hal ini dapat menimbulkan risiko karena ada bukti bahwa konsumsi mikroplastik menurut Javovanic (2017) dapat mengganggu kesehatan ikan, meliputi penyumbatan dan perubahan histopatologis pada usus, kerusakan fisik, perubahan perilaku, perubahan metabolisme lipid, dan kemungkinan mengalami translokasi ke hati. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk melestarikan ekosistem dan sumber daya laut serta pesisir dari bahaya sampah laut sekaligus menghindari penggunaan bahan yang berpotensi menjadi sampah laut yang tidak mudah terdegradasi. Selain itu, kita perlu membudayakan hidup bersih dengan menghindari

penggunaan bahan yang berpotensi menjadi sampah yang sulit terdegradasi di alam.

Ancaman lain berasal dari fenomena pemanasan global (*global warming*) yang memicu terjadinya perubahan iklim (*climate change*). Perubahan iklim, menurut Supriatna (2021), telah memengaruhi konsentrasi dan emisi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer yang menyebabkan es mencair di kawasan kutub bumi. Kondisi ini, pada akhirnya, mengancam ekosistem laut akibat meningkatnya suhu permukaan laut, salinitas dan keasaman air laut, berubahnya sirkulasi air laut, dan cuaca ekstrem.

Perubahan iklim menurut Portner et al. (2010) akan memengaruhi organisme secara individu pada semua tahap kehidupan, populasi, komunitas, dan fungsi ekosistem. Dalam beberapa kasus, interaksi iklim dengan spesies akan terjadi, seperti pada spesies mangsa kunci yang berubah komposisinya pada jaring makanan. Selain itu, menurut Cheung (2018), perubahan iklim berdampak pada perubahan kondisi laut secara langsung, yaitu dengan memengaruhi fisiologi dan biologi biota laut, yang pada akhirnya, memengaruhi dinamika populasinya. Dinamika ini meliputi pertumbuhan, reproduksi, dan mortalitas. Di samping itu, perubahan kondisi laut menghasilkan pergeseran dalam biogeografi, struktur komunitas, dan interaksi trofik pada ekosistem laut yang berpengaruh pada sektor perikanan tangkap terkait penurunan hasil tangkapan dan tingkat pendapatan nelayan. Perubahan ini pada akhirnya akan memengaruhi efektivitas pengelolaan perikanan dan akan berinteraksi dengan berbagai isu global yang lebih luas seperti pertumbuhan populasi manusia, perubahan pasokan makanan, pola konsumsi, dan kebijakan energi.

Tingginya ancaman terhadap habitat dan ekosistem laut berdampak besar terhadap keberlanjutan sumber daya ikan di perairan Indonesia. Untuk itu, perlu serangkaian upaya untuk menekan berkurangnya sumber dan intensitas ancaman pada satu sisi dan pada sisi lain perlu upaya peningkatan daya tahan (resiliensi) sumber daya ikan terhadap ancaman.

Strategi yang realistis untuk dikembangkan di Indonesia menurut Latuconsina (2020) haruslah sesuai dan mampu mengatasi permasalahan pemanfaatan sumber daya perikanan yang ada. Adapun strategi yang dapat dikembangkan di antaranya,

- 1) rehabilitasi stok sumber daya perikanan,
- 2) rehabilitasi habitat sumber daya perikanan,
- 3) pengembangan kawasan konservasi, dan
- 4) pengembangan *sea ranching* (peternakan laut).

Beberapa strategi ini diharapkan dapat mendukung upaya pemanfaatan sumber daya perikanan laut berkelanjutan. Sebagian dari langkah-langkah strategis tersebut dihadirkan dan dibahas dalam *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan* ini.

Meskipun belum semua isu-isu terkait pengelolaan perikanan laut kontemporer diulas secara komprehensif dalam bunga rampai ini, sebanyak 15 artikel berhasil memotret berbagai persoalan dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya perikanan laut di Indonesia sekaligus menawarkan berbagai solusi untuk mengatasinya.

C. Strategi Keberlanjutan Sumber Daya Perikanan

Secara keseluruhan, pendekatan sistem perikanan laut berkelanjutan tecermin dalam lima bagian (*parts*) utama dari buku ini, yaitu

- a) “Potensi dan Peluang Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut”,
- b) “Rezim Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut”,
- c) “Perkembangan Teknologi Eksplorasi dan Eksploitasi Sumber Daya Perikanan Laut”,
- d) “Tren Pengelolaan Perikanan Sumber Daya Perikanan Laut”, dan
- e) “Isu-isu Global Dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut”.

Kelima bagian buku ini didukung oleh 15 makalah dengan sekuens dan konektivitas yang terintegrasi untuk mendukung tema

utama. Keragaman potensi dan peluang pemanfaatan sumber daya perikanan laut akan menentukan pola pengelolannya. Dukungan rezim pengelolaan yang disertai teknologi eksplorasi dan eksploitasi sumber daya laut yang mendukung keberlanjutan akan menghasilkan tren positif pengelolaan sumber daya perikanan laut yang melibatkan masyarakat nelayan sebagai pelaku pada *grass root level* sehingga pada akhirnya akan berdampak terhadap peningkatan produksi dan kesejahteraan nelayan, serta menjawab isu global terkini.

1. Bagian 1: Potensi dan Peluang Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut

Paradigma baru pembangunan perikanan laut, bukan hanya mengejar manfaat ekonomi, melainkan juga harus memperhatikan keberlanjutan sumber daya. Bagian pertama dalam buku ini, berupa naskah hasil penelitian, kajian ilmiah, dan sumbangan pemikiran, membahas secara teknis ke arah pemanfaatan sumber daya perikanan (proses produksi) yang dilakukan secara berkelanjutan. Bagian ini mencakup lima artikel terkait pengelolaan perikanan lobster, teripang, dan cantrang; pengelolaan lumbung ikan pelagis kecil; serta penyebab dan dampak ekologis dari susut hasil produksi ikan.

Setyanto dalam artikelnya yang berjudul “*Illegal, Unreported and Unregulated (IUU Fishing)* dalam Pengelolaan Perikanan Lobster Skala Kecil di Pantai Selatan Jawa (PSJ)” menunjukkan bahwa permasalahan yang terjadi pada penangkapan lobster yang dilakukan oleh nelayan skala kecil di PSJ antara lain tingkat pemanfaatan pada level sedang (*moderate*) dan penuh (*fully exploited*) serta perilaku nelayan skala kecil yang tidak pernah melaporkan ataupun mencatat hasil tangkapannya sehingga terindikasi *IUU Fishing*. Meskipun demikian, secara hukum, tindakan tersebut cenderung legal. Di sisi lain, pengelolaan perikanan lobster dihadapkan pada dilema minimnya kapasitas sumber daya manusia dalam manajemen data meskipun ditunjang oleh regulasi yang terperinci dan holistik. Untuk itu, Setyanto memberikan sumbangan pemikiran untuk melakukan

- 1) revisi sistem pengumpulan data perikanan,
- 2) riset biologi dan sosial ekonomi,
- 3) penyusunan produk kebijakan di tingkat pemerintahan daerah, dan
- 4) pengelolaan kolaboratif antar-pemerintah daerah di sepanjang PSJ.

Hal tersebut dimaksudkan agar pengelolaan perikanan lobster skala kecil secara berkelanjutan dapat diwujudkan. Rekomendasi yang diulas pada artikel ini diharapkan dapat menjadi masukan berharga bagi pemerintah dan *stakeholder* perikanan lobster untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya perikanan lobster berkelanjutan melalui pemanfaatan yang legal, terlaporkan, dan diatur secara baik dengan dukungan pemantauan, pengendalian, dan pengawasan yang ketat.

Kajian berjudul “Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF) Triangle: Lumbung Ikan Pelagis Kecil” oleh Panggabean, Novianti, dan Nazzla mengulas tiga laut potensial, yaitu Laut Jawa, Selat Makassar, dan perairan Laut Flores yang memiliki produktivitas tinggi beragam perikanan pelagis kecil dan tersedia sepanjang tahun dengan karakteristik dan kondisi lingkungan yang berbeda. Tingginya produktivitas primer dan sekunder di kawasan tersebut disebabkan oleh adanya arus lintas Indonesia (arlando) dan arus monsun Indonesia (armondo). Untuk mendukung pemanfaatan dan pengelolaan perikanan pelagis kecil yang berkelanjutan di JMF Triangle, tim penulis memberikan saran untuk membangun sebuah sistem informasi terintegrasi yang menyajikan informasi *fishing ground* dan periode penangkapan ikan yang tepat. Sistem ini membutuhkan partisipasi nelayan untuk melakukan pencatatan dan pelaporan hasil tangkapan sesuai dengan titik koordinat serta melibatkan *stakeholders* lain seperti pemerintah, swasta, dan lembaga riset.

Budiman dan Wisudyawati melakukan kajian berjudul “Penyebab dan Dampak Ekologis dari Susut Hasil Produksi Ikan di Indonesia”. Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa ada 17 aspek lingkungan

yang dapat menyebabkan penurunan produksi ikan, kehilangan ikan, dan konsumsi ikan. Aspek lingkungan tersebut terdiri dari 3 aspek penggerak yang memicu 6 aktivitas (pengambilan keputusan nelayan, sanitasi kebersihan, pengolahan ikan, pariwisata, industri, dan sistem rantai dingin) dan berkontribusi pada 8 jenis tekanan lingkungan serta 7 dampak lingkungan yang saling terkait. Proses ini akan terjadi dalam lingkaran dan memberikan dampak terburuk jika tidak dicegah. Oleh karena itu, Budiman dan Wisudyawati memberikan sumbangan rekomendasi teknis untuk mencegah dampak buruk ekologis dari susut hasil produksi ikan, yaitu (1) implementasi pendekatan *ecosystem approach to fisheries management* (EAFM) dan keberlanjutan program perikanan berkelanjutan, (2) penerapan kebijakan penempatan terumbu karang buatan dan pengelolaan limbah plastik, (3) penguatan institusi kawasan konservasi perikanan lokal dan program pelatihan bagi keluarga nelayan.

Kautsari dalam artikelnya yang berjudul “Mewaspadaai Kolapsnya Perikanan Teripang (timun laut; *Holothuriidae*) di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat” menunjukkan bahwa pada kondisi sumber daya perikanan teripang saat ini mengalami penurunan stok, jumlah, dan ukuran tangkapan yang berdampak lanjutan pada penurunan jumlah nelayan penangkap teripang dan perubahan *fishing ground*. Fenomena tersebut diindikasikan karena permintaan pasar yang tinggi sehingga mengakibatkan eksploitasi berlebihan, pemanfaatan yang tidak terkendali, serta menimbulkan kekhawatiran terhadap kelestarian sumber daya teripang. Kondisi tersebut diperburuk dengan tidak adanya regulasi dalam pengelolaan teripang berkelanjutan. Untuk mencegah kolapsnya perikanan teripang di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Kautsari menyarankan beberapa pendekatan teknis pengelolaan teripang, yaitu

- 1) penetapan ukuran dan kuota tangkap minimum,
- 2) pengaturan alat tangkap/pendukung penangkapan,
- 3) pembatasan upaya penangkapan,
- 4) pengelolaan habitat,

- 5) peningkatan pengetahuan masyarakat secara formal dan nonformal, dan
- 6) mengontrol perdagangan di tingkat internasional agar keberlanjutan teripang terjaga.

Zamroni dan Ramadhan melakukan penelitian mengenai “Dilema dan Solusi Perikanan Cantrang di Pantai Utara Jawa: Apa Solusinya?”. Alat tangkap cantrang masih digunakan oleh nelayan dengan dukungan regulasi. Sayangnya, regulasi ini cenderung dinamis dan belum efektif dalam memecahkan persoalan yang ada. Untuk mewujudkan pengelolaan perikanan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, Zamroni dan Ramadhan memberikan rekomendasi teknis yang dapat dipertimbangkan untuk diimplementasikan, yaitu

- 1) penggantian alat tangkap cantrang dengan alat tangkap yang ramah lingkungan,
- 2) memodifikasi eks kapal cantrang dengan merubah fungsi gardan penarik yang disesuaikan dengan fungsi alat tangkap ikan pengantinya,
- 3) pengaturan operasionalisasi alat tangkap cantrang berdasarkan *gross tonnage* (GT) kapal dan *fishing ground*, serta
- 4) penanggulangan dampak sosial ekonomi berdasarkan waktu dan derajat dampak.

2. Bagian 2: Rezim Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Rezim pengelolaan sumber daya perikanan laut pada umumnya bersifat *open access*, artinya siapa saja bisa berpartisipasi dan memanfaatkan perikanan tanpa harus memiliki sumber daya tersebut. Agar tidak terjadi *overfishing*, perlu diperhatikan *maximum sustainable yield* (MSY) dan *maximum economic yield* (MEY) atau dengan melakukan konservasi maupun rehabilitasi sumber daya perikanan laut. Bagian kedua buku ini berupa kumpulan naskah hasil penelitian, kajian

ilmiah, dan sumbangan pemikiran terkait dengan rezim pengelolaan sumber daya perikanan laut yang mencakup tiga artikel, yaitu opini terhadap kebijakan pemerintah, peran konservasi, dan peran *stakeholders* dalam pengelolaan sumber daya perikanan laut.

Syahailatua dan Wouthuyzen melakukan kajian mengenai “Implikasi *Upwelling* bagi Konservasi Sumber Daya Ikan Laut di Indonesia”. Artikel ini mengulas tentang dilema kawasan *upwelling* di perairan laut nusantara dengan dinamika oseanografi sebagai *fishing ground* sekaligus potensinya sebagai *spawning ground*. Syahailatua dan Wouthuyzen memberikan kontribusi pemikirannya dalam pengelolaan kawasan *upwelling* (terutama rekrutmen ikan) dengan melakukan kajian fenomena *upwelling*, baik secara makro maupun mikro, kajian aspek kimia laut, kehidupan plankton, biologi ikan, dan penelitian sumber daya ikan yang bersifat *multispecies* dan yang melibatkan *multidiscipline* dengan pendekatan *multistakeholders* dan pengamatan untuk waktu yang panjang (*multiyears*). Rekomendasi ini diharapkan dapat menghasilkan informasi ilmiah yang valid, komprehensif, dan mendalam terkait dengan semua potensi sumber daya perikanan yang dapat dioptimalkan pemanfaatannya di kawasan *upwelling* sebagai *fishing ground*. Selain itu, kawasan ini berpotensi dimanfaatkan secara lestari sebagai *spawning ground* dengan mempertimbangkan aspek biologis sumber daya perikanan.

Nurlaela menyumbangkan pemikirannya melalui “Penangkapan Ikan Terukur, Apa dan Bagaimana? : Tantangan dan Penerapan”. Penangkapan ikan terukur (PIT) merupakan model kebijakan pemerintah dalam pengelolaan perikanan laut dengan tujuan menjaga kelestarian dan keberlanjutan sumber daya perikanan, tetapi tetap mengupayakan optimalisasi manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat nelayan dan pelaku usaha. Hasil temuan Nurlaela menunjukkan penerapan kebijakan PIT di Indonesia dihadapkan pada permasalahan dan tantangan. Nurlaela merekomendasikan implementasi PIT ke depannya harus dilakukan dengan pembenahan infrastruktur, perbaikan pelatihan, peningkatan kesadaran, pengembangan sumber daya manusia, perumusan regulasi yang lebih detail, serta kajian

ilmiah yang komprehensif dan mendalam. Adapun kajian ilmiah dapat mencakup evaluasi terhadap dampak kebijakan, pemantauan terhadap kinerja pelaksanaan, serta identifikasi potensi perbaikan yang dapat diterapkan. Rekomendasi ini diharapkan dapat mendukung efektifitas kebijakan PIT untuk mewujudkan pengelolaan perikanan laut berkelanjutan.

Melalui kajian “Peran Pemangku Kepentingan dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan”, Suryawati, Wijaya, Zamroni, Huda, dan Koeshendrajana memotret kawasan Pantai Utara Jawa (Cirebon, Demak, dan Rembang) yang menjadi sentra produksi rajungan di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Terdapat multiaktor yang terlibat dalam pengelolaan rajungan yang berasal dari ruang kekuasaan yang berbeda, yakni antara pemerintah, swasta dan masyarakat. Adanya perbedaan kepentingan atau tujuan antaraktor menjadi temuan yang menarik dalam artikel ini. Terdapat tiga kepentingan dari sisi ekologi dan ekonomi yang saling bertolak belakang, yaitu kepentingan keberlanjutan stok, keberlanjutan pemenuhan pasar ekspor, dan keberlanjutan mata pencaharian nelayan skala kecil.

3. Bagian 3: Perkembangan Teknologi Eksplorasi dan Eksploitasi Sumber Daya Perikanan Laut

Pengetahuan mengenai teknologi eksplorasi dan eksploitasi sumber daya perikanan laut terkini diperlukan untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutannya. Bagian ketiga buku ini meliputi empat artikel terkait pengembangan bioteknologi melalui pemanfaatan makroalga laut, teknologi pemanfaatan limbah batu bara untuk restorasi terumbu karang, serta pengelolaan sumber daya ikan terbang dan ikan endemik.

Perikanan budi daya ikan dan udang menghadapi tantangan serangan infeksi dan penyakit yang sering kali tidak bisa ditanggulangi sehingga menyebabkan gagal panen. Penggunaan imunostimulan dari makroalga laut dinilai penting dalam meningkatkan respons imun organisme akuakultur serta mengurangi penggunaan antibiotik. Dalam artikel berjudul “Pemanfaatan Makroalga Laut sebagai

Imunostimulan dalam Mendukung Akuakultur”, Islamy menjelaskan bahwa pengembangan bioteknologi kelautan dengan memanfaatkan makroalga laut sebagai imunostimulan dapat merangsang sistem imun tubuh hewan atau tumbuhan air untuk meningkatkan daya tahan terhadap penyakit dan infeksi serta mengurangi penggunaan antibiotik dan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Namun, di sisi lain, ada tantangan yang dihadapi, antara lain, ketersediaan bahan baku yang terbatas, biaya produksi yang tinggi, dan kurangnya informasi tentang mekanisme kerja dan dosis yang tepat dari senyawa bioaktif dalam alga laut. Strategi yang dikemukakan oleh Islamy dalam menghadapi tantangan tersebut meliputi peningkatan teknologi produksi, pengembangan strategi manajemen akuakultur yang tepat, dan penelitian lebih lanjut.

Nur, dalam artikel berjudul “Pengelolaan Sumber Daya Ikan Terbang di Perairan Selat Makassar”, mencoba memotret kondisi perikanan ikan terbang di selat Makassar saat ini, terutama di Kabupaten Majene Sulawesi Barat yang menjadi salah satu pusat perikanan ikan terbang di Indonesia. Keberadaan sumber daya ikan terbang di perairan Selat Makassar memiliki nilai sosial ekonomi cukup penting karena menjadi sumber pendapatan utama bagi nelayan dalam usaha penangkapan telur dan ikan terbang, sumber protein pemenuhan nutrisi tubuh masyarakat, lapangan kerja dalam usaha penjualan telur dan ikan terbang, serta usaha pengeringan dan pengasapan ikan. Namun, pada beberapa dekade terakhir, terjadi tren penurunan produksi tangkapan ikan terbang di Selat Makassar akibat tingginya eksploitasi yang menyebabkan penurunan stok ikan terbang di alam liar sehingga pendekatan taktis dan strategis perlu diimplementasikan dalam upaya penyelamatan perikanan ikan terbang dari kehancuran. Beberapa strategi yang disarankan, yaitu melalui pengaturan ukuran mata jaring, penutupan penangkapan musim pemijahan, pengaturan alokasi pemanfaatan (kuota penangkapan), pembentukan sistem informasi, dan optimalisasi kelembagaan pengelola perikanan ikan terbang. Rekomendasi ini diharapkan dapat

diimplementasikan untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya ikan terbang berkelanjutan.

Ekosistem terumbu karang sangat rentan mengalami kerusakan. Ada dua penyebab kerusakan ekosistem terumbu karang, yaitu akibat alam (perubahan iklim) dan aktivitas antropogenik. Upaya restorasi terumbu karang untuk memulihkan kembali fungsi dan peran terumbu karang berkontribusi terhadap keberlanjutan terumbu karang dunia. Oleh karena itu, Khasanah melakukan penelitian berjudul “Restorasi Ekosistem Terumbu Karang Berbasis Inovasi Teknologi Pemanfaatan Limbah Batubara”. Inovasi teknologi yang dikembangkan adalah transplantasi terumbu karang bermedia *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) dari limbah abu batubara aktivitas PLTU. Teknologi yang dikembangkan ini dapat dijadikan model dalam upaya merestorasi ekosistem terumbu karang yang umumnya telah mengalami degradasi di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil akibat berbagai aktivitas antropogenik yang merusak. Khasanah menyatakan bahwa peluang penelitian ke depan ialah melakukan transplantasi terumbu karang di beberapa daerah dengan menggunakan jenis bibit karang yang berbeda, tetapi menggunakan media yang sama (FABA).

Ndobe, Hehanussa, Syahrudin, Habibillah, Wahyudi, Soemarno, Herawati, Setyohadi, dan Moore melakukan penelitian mengenai “Evaluasi Status Banggai *Cardinalfish* (*Pterapogon kauderni*) di Pulau Banggai berdasarkan Unit Evolusioner (*Evolutionarily Significant Units*)”. Status ikan capungan banggai saat ini terancam punah (*endangered*) dengan dua ancaman utama, yaitu pemanfaatannya sebagai ikan hias dan degradasi habitat. Informasi morfometrik (fenotipe) dan genotipe beserta kondisi habitat saat ini dan tekanan penangkapan yang ditampilkan pada artikel ini setidaknya menjadi salah satu contoh keterancamannya populasi ikan di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil serta cara pengelolaannya untuk mendukung pemanfaatan berkelanjutan. Pengelolaan ikan capungan banggai berdasarkan unit evolusioner (ESU) disarankan Ndobe, Hehanussa, Syahrudin, Habibillah, Wahyudi, Soemarno, Herawati, Setyohadi, dan Moore sebagai stok atau unit pengelolaan untuk menjamin

kelestarian populasi (plasma nutfah). Penetapan areal konservasi khusus habitat ikan capungan banggai di setiap desa yang dilakukan sesuai konsep Banggai Cardinal Fish (BCF) Garden untuk mendukung pemulihan alami mikrohabitat disertai moratorium penangkapan bulu babi dari famili Diadematidae serta anemon laut di habitat ikan capungan banggai dan lokasi sekitarnya yang berpotensi sebagai sumber larva adalah beberapa strategi yang direkomendasikan untuk memulihkan stok ikan capungan banggai.

4. Bagian 4: Tren Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Pengelolaan sumber daya perikanan laut umumnya bersifat sentralistik (*top down*), berbasis masyarakat (*bottom up*), dan kolaboratif manajemen (*co-management*) (Satria, 2015). Bagian keempat buku ini berisi dua artikel sumbangan pemikiran terkait pengelolaan sumber daya perikanan laut berbasis masyarakat dan kolaboratif manajemen.

Falah dan Aptasari menyumbangkan pemikirannya melalui artikel berjudul “Tantangan Koperasi Nelayan sebagai Penyeimbang Rezim Pengelolaan Sumber Daya Kelautan di Indonesia: Studi Etnografi”. Fenomena kemiskinan nelayan belum terpecahkan hingga saat ini. Di antara penyebabnya adalah adanya ikatan antara nelayan dan bakul/juragan yang dikenal dengan patron-klien maupun sifat (kultur) masyarakat nelayan itu sendiri. Falah dan Aptasari memberikan solusi untuk menurunkan tingkat kemiskinan nelayan dan mendukung pemberdayaan masyarakat dengan cara pendirian dan pengelolaan koperasi nelayan disertai rekayasa sosial baik secara formal maupun nonformal.

Kajian Marasabessy, Bahalwan, Badarudin, Fahrudin, Imran, dan Agus berjudul “Mencegah *Tragedy of the Commons* di Wilayah Kepulauan Timur Indonesia Melalui Zonasi Pemanfaatan Ruang Pesisir dan Laut” menunjukkan bahwa pengelolaan ekosistem pesisir dan laut secara berkelanjutan dilakukan secara terpadu dan terkoneksi antara proses ekologi, ekonomi, sosial, budaya, dan industri

serta mengesampingkan ego sektoral. Peran serta dan keterlibatan masyarakat lokal perlu dioptimalkan dalam pengelolaan kawasan pesisir dan laut karena umumnya mereka memiliki pengetahuan dan kearifan lokal tersendiri dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam laut (perikanan) secara turun-temurun dan telah menjadi tumpuan hidup mereka. Untuk mewujudkan pengelolaan pesisir dan laut yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, Marasabessy, Bahalwan, Badarudin, Fahrudin, Imran, dan Agus memberikan solusi agar pengelolaan didasarkan pada nilai estetika, kebiasaan masyarakat, dan kearifan budaya lokal sehingga mampu bersinergi dengan zonasi pengembangan wilayah dengan memosisikan masyarakat pesisir sebagai aktor utama.

5. Bagian 5: Isu-isu Global dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Saat ini tercatat 150 juta ton plastik di lautan dunia. Jumlah ini akan meningkat menjadi 400 juta ton jika tren urbanisasi, produksi, dan konsumsi terus berlanjut. Laporan dari World Economic Forum dan Ellen Mac Arthur Foundation memperkirakan bahwa pada tahun 2050, di lautan akan ada lebih banyak plastik ketimbang ikan kecuali terdapat alternatif pengolahan dan penggunaan plastik berbasis fosil yang efisien. Isu sampah laut cukup meresahkan seluruh *stakeholders* perikanan di tingkat global.

Bagian kelima buku ini berisi naskah hasil penelitian Zulfahmi yang berjudul “Sampah Laut dari Aktivitas Penangkapan Ikan Dilihat dari Komposisi, Dampak, dan Strategi Penanganannya”. Sumber utama polusi sampah laut berasal dari hasil samping aktivitas-aktivitas antropogenik, seperti pariwisata, rumah tangga, industri, dan penangkapan ikan. Dampak yang ditimbulkan dari polusi sampah laut dapat berupa dampak ekologis, ekonomis, sosial-budaya, dan kesehatan. Untuk menangani polusi sampah laut, khususnya dari aktivitas penangkapan ikan, Zulfahmi mengemukakan solusi melalui edukasi kepada nelayan, penguatan regulasi dan penegakan hukum,

introduksi teknologi dan inovasi, serta pembersihan lingkungan laut secara kontinu.

Demikianlah paparan kelima bagian utama dalam buku ini.

Referensi

- Akoit, M. Y., & Nalle, M. N. (2018). Pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan di Kabupaten Timor Tengah Utara berbasis pendekatan bioekonomi. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 6(2), 85–106. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jagbi/article/view/25232/16407>
- Boucher, J., & Friot D. (2017). *Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources*. IUCN.
- Charles, A. T. (2001). *Sustainable fishery systems*. Blackwell Science. <https://doi.org//10.1002/9780470698785>
- Cheung, W. W. L. (2018). The future of fishes and fisheries in the changing oceans. *Journal of Fish Biology*, 92(3), 790–803. <https://doi.org/10.1111/jfb.13558>
- Damanik, M. R. S., Lubis, M. R. K., & Astuti, A. J. D. (2016). Kajian pendekatan ekosistem dalam pengelolaan perikanan di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 571 Selat Malaka Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Geografi*, 8(2), 165–176. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/geo/article/view/5780>
- Eayrs, S. (2005). *A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries*. FAO.
- Food and Agriculture Organization. 2022. *The state of world fisheries and aquaculture 2022: Towards blue transformation*. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.
- Halim, A., Loneragan, N. R., Wiryawan, B., Fujita, R., Adhuri, D. S., Hordyk, A. R., & Sondita, M. F. A. (2020). Transforming traditional management into contemporary territorial-based fisheries management rights for small-scale fisheries in Indonesia. *Marine Policy*, 116, 103923. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103923>

- Ikawati, Y., Hanggarwati, P.S., Parlan, H., Handini, H., dan Siswodihardjo, B. (2001). *Terumbu karang di Indonesia*. MAPIPTEK.
- Indonesia.go.id. (2023). *Padang lamun, gudang karbon masa depan Indonesia*. Diakses pada 25 November, 2023, dari <https://indonesia.go.id/kategori/siaran-pers-ais-forum-2023/7661/siaran-pers-padang-lamun-gudang-karbon-masa-depan-indonesia?lang=1>
- Iñiguez, M. E., Conesa, J. A., & Fullana, A. (2016). Marine debris occurrence and treatment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 394–402. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.031>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2023a). *Data rujukan nasional kelautan: Wilayah kelautan Indonesia*. Diakses pada 18 Maret, 2023, dari <https://sidakokkhl.kkp.go.id/sidako/data-kelautan>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2023b). *Kondisi mangrove di Indonesia*. Diakses pada 25 November, 2023, dari <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4284-kondisi-mangrove-di-indonesia>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2022). <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/peraturan/Kepmen%20KP%20Nomor%2019%20Tahun%202022%20tentang%20Estimasi%20Potensi%20C%20JTb%20dan%20Tingkat%20Pemanfaatan%20SDI%20di%20WPPNRI.pdf>
- Latuconsina, H. (2010). Dampak pemanasan global terhadap ekosistem pesisir dan lautan. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 3(1), 30–37
- Latuconsina, H. (2018). *Ekologi perairan tropis: Prinsip dasar pengelolaan sumber daya hayati perairan* (Edisi kedua). Gadjah Mada University Press.

- Latuconsina, H. (2020). *Ekologi ikan perairan tropis: Biodiversitas, adaptasi, ancaman, dan pengelolaannya*. Gadjah Mada University Press.
- Muawanah, U., Yusuf, G., Adrianto, L., Kalthar, J., Pomeroy, R., Abdullah, H., & Ruchimat, T. (2018). Review of national laws and regulation in Indonesia in relation to an ecosystem approach to fisheries management. *Marine Policy*, 91, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.027>
- Pörtner, H. O., & Peck, M. A. (2010). Climate change effects on fishes and fisheries: Towards a cause-and-effect understanding. *Journal of Fish Biology*, 77(8), 1745–1779. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02783.x>
- Satria, A. (2015). *Pengantar sosiologi masyarakat pesisir*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Sudirman. (2013). Menuju paradigma penangkapan ikan ramah lingkungan sebagai implementasi dari *sustainable fisheries development*. Dalam A. I. Burhanuddin, N. Nessa, & A. Niartiningsih (Ed.). *Membangun sumber daya kelautan Indonesia: Gagasan dan pemikiran guru besar Universitas Hasanuddin (187–203)*. IPB Press.
- Supriatna, J. (2021). *Pengelolaan lingkungan berkelanjutan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Widi, S. (2022, 30 November). *Luas ekosistem terumbu karang Indonesia capai 2,53 juta hektare*. DataIndonesia.id. Diakses pada 25 November 2023. <https://dataindonesia.id/varia/detail/luas-ekosistem-terumbu-karang-indonesia-capai-253-juta-hektare>



BAGIAN 1

Potensi dan Peluang Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 2

IUU *Fishing* dalam Pengelolaan Perikanan Lobster Skala Kecil di Pantai Selatan Jawa¹

Arief Setyanto, Soemarno, Cahyo Prayogo, Dewa Gede Raka Wiadnya, Andik Isdianto

Illegal, unreported, and unregulated (IUU) fishing atau perikanan yang ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur diakui menjadi sumber masalah gagalnya pengelolaan perikanan di dunia termasuk di Indonesia. Usaha memberantas masalah IUU *fishing* di Indonesia sudah menjadi kewajiban atau komitmen Indonesia dalam mengelola perikananannya. Perikanan di Indonesia berbeda dengan perikanan di

1 Hasil penelitian yang disampaikan pada bab ini merupakan bagian dari proyek ACIAR tentang Pengembangan Assessment Baru dan Kerangka Kebijakan untuk Perikanan Laut Indonesia, termasuk Pengawasan dan Pengelolaan IUU Perikanan. Penelitian ini didukung oleh Australian National Centre for Ocean Resources and Security (ANCORS), University of Wollongong, Australia; Pusat Riset Manajemen Perikanan dan Konservasi (PRMPK); dan Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT) dari Kementerian Kelautan dan Perikanan KKP), Republik Indonesia.

A. Setyanto*, Soemarno, C. Prayogo, D.G.R. Wiadnya, & A. Isdianto

*Universitas Brawijaya, e-mail: asetyanto@ub.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

Setyanto, A., Soemarno, Prayogo, C., Wiadnya, D. G. R., & Isdianto, A. (2023). IUU *Fishing* dalam pengelolaan perikanan lobster skala kecil di Pantai Selatan Jawa. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (25–56). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c752 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

negara atau wilayah lain. Pemahaman terhadap perikanan Indonesia secara utuh penting dilakukan untuk dapat mencari akar masalah dari pengelolaannya. Perikanan tangkap Indonesia didominasi oleh perikanan skala kecil. Kelompok perikanan ini secara signifikan berkontribusi terhadap produksi perikanan nasional termasuk perikanan lobster di selatan Jawa. Untuk memahami masalah IUU *fishing* kelompok perikanan ini, diawali dengan memahami pendorong, penyebab dan akibat atau dampaknya.

Secara global, kegiatan penangkapan ikan IUU telah merusak upaya pengelolaan sumber daya perikanan. International Plan of Action to Prevent, Deter, and Eliminate Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing (IPOA-IUU Fishing) dianggap sebagai salah satu instrumen yang mengikat dalam lingkup Code of Conduct for Responsible Fisheries, yang dalam hal ini, Indonesia telah setuju untuk mematuhi dan mengimplementasikan rencana aksi untuk mengatasi masalah IUU *fishing*.

A. IUU *Fishing* dan Perikanan Skala Kecil

Sejak Indonesia meratifikasi Konvensi Hukum Laut Perserikatan Bangsa-Bangsa 1982 (*the 1982 United Nations Convention on the Law of the Sea* [UNCLOS] dan Perjanjian tentang Stok Ikan Perserikatan Bangsa-Bangsa tahun 1995 (*the 1995 United Nations (UN) Fish Stock Agreement*), pemerintah—dalam hal ini Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP)—gencar memerangi praktik *illegal, unreported, and unregulated* (IUU) *fishing* di wilayah perairan Indonesia. Praktik IUU *fishing* ini dipercaya telah merugikan negara karena telah mengurangi manfaat ekonomi sektor perikanan dan menghambat keberlanjutan ekologi ekosistem laut (Agnew et al., 2008, Agnew et al., 2009; Pitcher et al., 2009).

Indonesia menempati peringkat kedua tertinggi dunia dalam produksi perikanan laut setelah Tiongkok (Food and Agriculture Organization [FAO], 2021) dan peringkat kesebelas negara pengeksport

produk perikanan dunia. Produksi perikanan Indonesia tahun 2017 adalah sekitar 6,8 juta ton yang berasal dari sektor perikanan tangkap laut dan 16,1 juta ton dari sektor budi daya. Sektor perikanan tangkap masih bisa ditingkatkan karena jumlah penangkapan ikan yang diperbolehkan adalah 8,6 juta ton per tahun. Neraca perdagangan sektor perikanan mengalami surplus sebesar USD1,39 miliar atau naik 21,78% dari periode tahun sebelumnya (Aryanti et al., 2022).

Perikanan Indonesia banyak didominasi oleh perikanan skala kecil yang umumnya terpinggirkan secara sosial, ekonomi dan, politik (Bailey, 1988; Cisneros-Montemayor et al., 2020). Di negara berkembang, perikanan skala kecil dipercaya memiliki kontribusi penting dalam perbaikan gizi, ketahanan pangan, penyediaan lapangan kerja, dan pengentasan kemiskinan. Akan tetapi, masalah yang menghambat pembangunan perikanan skala kecil masih belum banyak dipahami (Jentoft, 2022).

Perikanan sering dikelompokkan ke dalam berbagai kategori untuk tujuan pengelolaan, seperti kategori ekonomi (industri, *artisanal*, perikanan subsisten), dimensi spasial (air tawar: danau, sungai; laut: pesisir, samudra, perairan asing), profil musiman, *home port* (asal kapal), pelabuhan pendaratan, alat tangkap (*trawler*, *long liner*, *purse seiner*, dll.), ukuran kapal (panjang kapal, tonase, mesin tenaga), spesies yang ditargetkan (multispesies, pergantian musim), jenis produk (segar, beku, diawetkan, hidup, asin), dan pasar (lelang, pedagang, organisasi penjualan, industri pengolahan, dll.) (Eide, 2009). Selain itu, klasifikasi lain yang sering digunakan ialah perikanan rekreasional dan perikanan tradisional atau pribumi. Tidak ada definisi universal yang dapat diterapkan pada perikanan skala kecil (*small scale isheries/SSF*) kecuali disebut terlalu dinamis, terlalu bias dan perikanan tidak pasti. Kebijakan dan praktik manajemen perikanan di seluruh dunia telah banyak didorong dan mengacu pada industri perikanan skala besar (Zeller, Booth, Davis, & Pauly, 2007; Zeller, Booth, & Pauly, 2007). Di awal milenium kedua, ada peningkatan persetujuan atas pengembangan perubahan paradigma

baru dari pengelolaan perikanan skala besar ke perikanan artisanal atau SSF (Castilla & Defeo, 2005; Jentoft et al., 2017; Orensanz et al., 2005; Song et al., 2020).

Masalah utama yang umum timbul pada perikanan skala kecil, jika dihubungkan dengan isu IUU *fishing*, adalah banyak produk hukum dan kebijakan yang belum mengatur sektor perikanan ini secara spesifik. Faktor minimnya produk hukum ini bisa dianggap menjadi penyebab aktivitas yang dilakukan sektor perikanan skala kecil mudah “jatuh” pada kategori tidak diatur (*unregulated*). Setelah itu, kondisi tersebut juga akan menimbulkan sektor perikanan ini masuk dalam dua kategori berikutnya, yaitu tidak tercatat (*unrecorded*) dan ilegal (*illegal*). Fenomena perikanan skala kecil adalah multispesies dan *multigear*, yaitu pekerjaan ini sangat terbuka dan fleksibel. Mayoritas nelayan sektor ini adalah yang umumnya kurang beruntung dari sisi ekonomi, politik, dan sosial sehingga perlu dilindungi dengan pembebasan dari kewajiban melaporkan aktivitasnya.

Secara singkat, bab ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis praktik-praktik IUU *fishing* dalam kegiatan perikanan skala kecil untuk mencari alternatif pengelolaannya. Metode penelitian yang dilakukan adalah secara kualitatif, yaitu wawancara langsung dengan responden secara personal (*in-depth interview*) dan diskusi kelompok terpumpun (*focus group discussion/FGD*). Studi lapang dilakukan di 10 lokasi penelitian (10 pelabuhan perikanan) yang terletak di 7 kabupaten yang tersebar di 5 provinsi yang berbeda. Studi ini dilakukan pada tanggal 18 Januari sampai dengan 5 Februari 2011. Lokasi studi meliputi Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pelabuhan Ratu (Sukabumi, Banten), Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap (Cilacap, Jawa Tengah), Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Sentolo Kawat (Cilacap, Jawa Tengah), Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Sadeng (Gunungkidul, Yogyakarta), Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Baron (Gunungkidul, Yogyakarta), Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tamperan (Pacitan, Jawa Timur), Pusat Pendaratan Ikan (PPI)

Watukarung (Pacitan, Jawa Timur), Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Muncar (Banyuwangi, Jawa Timur), Pelabuhan Perikanan Nusantara Pengambangan (PPN (Jembrana, Bali), dan Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan (Badung, Bali).

Secara keseluruhan ada sekitar 85 responden yang diwawancarai, terdiri dari nelayan, organisasi kemasyarakatan, lembaga pemerintah, dan nonpemerintah terkait. Mereka dikelompokkan dalam empat kelompok responden, yaitu nelayan, pemerintah, pengelola, dan industri perikanan (besar dan kecil). Pengelompokkan ini dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kelompok Responden

No.	Grup	Jumlah (orang)	Unsur	Tingkatan
1	Nelayan	18	Nelayan/bakul/pengepul/ juragan darat/ laut	Lokal dan nasional
2	Pengelola	49	Pemerintah/peneliti/akademisi/ lembaga swadaya	Lokal dan nasional
3	Pemerintah	7	Administrasi/birokrasi	Daerah dan nasional
4	Pelaku usaha	4	Pengusaha/pedagang/pengolahan	Lokal/ nasional/ internasional

Untuk mendefinisikan suatu kegiatan perikanan ke dalam kategori perikanan yang tidak sah, tidak tercatat, dan tidak diatur, secara garis besar ditinjau dengan menelusuri keberadaan kebijakan atau peraturan yang ada, baik secara tertulis maupun tidak tertulis. Kebijakan dan peraturan tersebut meliputi kapal/perahu penangkap, alat tangkap ikan, hasil tangkap ikan, dan usaha penangkapan ikan yang ditetapkan pada tingkat daerah maupun nasional (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Peraturan Perundang-undangan sebagai Rujukan Aktivitas IUU *Fishing*

No.	Peraturan perundang-undangan	Tentang
1	Peraturan Pemerintah No 24/2006	Tata Cara, Pengangkatan dan Pemberhentian Hakim <i>Ad Hoc</i> Pengadilan Perikanan
2	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 58/2001	Prosedur Sistem Pengawasan Masyarakat Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan
3	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 13/2005	Forum Koordinasi Penuntutan Tindak Pidana Perikanan, sebagaimana telah diubah dengan peraturan No. 18/2011
4	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 04/2006	Pembentukan Unit Pelaksana (UPT) Sumber Daya Kelautan dan Pengendalian dan Pengawasan Perikanan
5	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 19/2006	Penunjukan Syahbandar Pelabuhan Perikanan
6	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 05/2007	Penunjukan Syahbandar Pelabuhan Perikanan
7	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 27/2009	Pendaftaran dan Penandaan Kapal Perikanan
8	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 18/2010	<i>Log Book</i> Penangkapan Ikan
9	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 14/2011	Usaha Perikanan, sebagaimana telah diubah dengan peraturan perundang-undangan No. 49/2011
10	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 08/2012	Pelabuhan Perikanan
11	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 12/2012	Usaha Perikanan di Laut Lepas
12	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 13/2012	Sertifikasi Hasil Tangkap
13	Keputusan Direktorat Jenderal Pemantauan, Pengendalian dan Pengawasan No. DG PSDKP KEP.143/DJPSDKP / 2012	Bimbingan Teknis Operasional Pengawasan Kapal Perikanan
14	Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 16/2022	Perubahan atas Permen KP No. 17/2021 tentang Pengelolaan Lobster, Kepiting, dan Rajungan di Wilayah Negara Republik Indonesia.

B. KARAKTERISTIK PERIKANAN LOBSTER SKALA KECIL

Lobster telah ditangkap dan diusahakan oleh nelayan di tujuh kabupaten sepanjang Pantai Selatan Jawa (PSJ) sejak awal tahun, 80-an. Walaupun semua tempat pendaratan ikan di lokasi studi telah memiliki tempat pelelangan dengan berbagai macam tipe dan kondisinya, hasil tangkap lobster tidak ada yang dilelang. Apabila ada lelang, pembelinya sudah ditentukan lebih dahulu. Pembeli itu biasanya adalah para pengepul/bakul lobster. Di PPI Baron, Gunungkidul, Yogyakarta, kegiatan lelang seperti ini disebut lelang tertutup. Pelelangan sistem tertutup ini juga ditemukan di lokasi penelitian yang lain. Hasil tangkap lobster yang dibawa ke tempat pelelangan umumnya hanya ditimbang tanpa dicatat dalam buku statistik perikanan. Selain itu, cukup banyak jumlah tangkapan lobster yang didaratkan di luar tempat pendaratan/pelelangan ikan. Lobster didaratkan di mana saja tergantung nelayan biasa menyandarkan perahunya dan pembeli (bakul) lobster nelayan berada. Selain itu, para pembeli yang dikenal dengan sebutan bakul/pengepul, biasanya telah siap untuk membeli hasil tangkapan nelayan tersebut. Hubungan antara nelayan dan pengepul telah dilakukan secara turun-temurun dari generasi ke generasi. Hubungan nelayan dan bakul adalah sangat umum terjadi di Indonesia pada suatu perikanan yang dikategorikan sebagai perikanan skala kecil (tradisional/subsisten). Bakul/pengepul lobster ini kemudian akan menyeter ke pengepul yang lebih besar. Matriks rangkuman pengumpulan informasi terkait IUU *fishing* pada perikanan lobster di masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat di Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Matriks Data terkait IUU Fishing pada Sepuluh Lokasi Penelitian (Pendaratan Ikan)

Kabupaten-Provinsi	Sukabumi, Banten	Cilacap, Jawa Tengah	Gumungkidul, Yogyakarta	Pacitan, Jawa Timur	Banyuwangi, Jawa Timur	Jembrana, Bali	Badung, Bali
Pendaratan	PPN ² Pelabuhan Ratu	PPS ¹ Cilacap	PPP ³ Sentolo Sadeng Kawat	PP ⁴ PPI ⁴ Tam- peran	PPP ³ Muncar	PPN ² Pengam- bengan	PP ⁴ Ke- dongsan
Pendaratan Lobster	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Ukuran kapal	≤5GT ⁷	≤5GT; 20–25GT	≤5GT	≤5GT	≤5GT	t.a.d	≤5GT
Alat Tang- kap	✓	✓	✓	✓	✓	t.a.d	✓
GN	x	x	✓	✓	✓	t.a.d	x
Krendet	x	x	x	x	x	t.a.d	x
other	x	x	x	x	x	t.a.d	x
Metode Kapal	✓	✓	✓	✓	✓	t.a.d	✓
Tebing	x	x	✓	✓	✓	t.a.d	x
Penangkapan	✓	x	x	x	x	t.a.d	x
lainnya	✓	x	x	x	x	t.a.d	x
Penuh	✓	✓	x	x	x	t.a.d	✓
Sampingan	x	x	✓	✓	✓	t.a.d	x
Andon	✓	✓	✓	✓	✓	t.a.d	✓
Provinsi	t.a.d	t.a.d	✓	✓	✓	✓	✓
Kabupaten	t.a.d	✓	✓	✓	✓	x	x
Landing	✓	✓	✓	t.a.d	✓	x	x
Tempat Pelelangan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Petugas Pelabuhan	✓	✓	✓	✓	x	✓	x
MCS ⁵	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kabupaten-Provinsi	Sukabumi, Banten	Cilacap, Jawa Tengah	Gumungkidul, Yogyakarta	Pacitan, Jawa Timur	Banyuwangi, Jawa Timur	Jembrana, Bali	Badung, Bali
Pendaratan	PPN ² Pelabuhan Ratu	PPS ¹ Cilacap	PPP ³ Sadeng	PPP ³ Tamperan	PPP ³ Muncar	PPN ² Pengambengan	PP1 ⁴ Kedondongan
	Penangkapan	X	X	X	X	t.a.d	X
	Kapal	X	X	X	X	t.a.d	X
	Alat tangkap	X	X	X	X	t.a.d	X
Bisnis	X	X	X	X	t.a.d	t.a.d	X
	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor
Pasar	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor	ekspor

Keterangan:

1. PPS: Pelabuhan Perikanan Samudera (Pelabuhan kelas A): Cilacap (Cilacap, Jawa Tengah)
2. PPN: Pelabuhan Perikanan Nusantara (Pelabuhan kelas B): Pelabuhan Ratu (Sukabumi, Banten); Pengambengan (Jembrana, Bali)
3. PPP: Pelabuhan Perikanan Pantai (Pelabuhan kelas C): Sadeng (Gunungkidul, Yogyakarta); Tamperan (Pacitan, Jawa Timur); Muncar (Banyuwangi, East Java)
4. PPI: Pusat Pendaratan Ikan (Pelabuhan kelas D): Sentolo Kawat (Cilacap, Jawa Tengah), Baron (Gunungkidul, Yogyakarta); Watukarung (Pacitan, Jawa Timur); Kedonganan (Badung, Bali)
5. MCS: *monitoring, controlling, and surveillance*
6. t.a.d.: tidak ada data
7. GT: *gross tonnage*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Istilah *IUU fishing* dan aktivitas yang teridentifikasi selama studi dilakukan dengan merujuk pada peraturan perundang-undangan seperti dalam Tabel 2.2. Keterlibatan aktivitas *IUU fishing* yang teridentifikasi selama studi adalah sebagai berikut.

- 1) Penangkapan ikan ilegal:
 - a) kapal tanpa izin atau kedaluwarsa izin operasinya (Surat Izin Usaha Perdagangan-SIUP dan Surat Izin Penangkapan Ikan-SIPI),
 - b) kapal tidak terdaftar,
 - c) pengoperasian alat pukat-hela (*trawl*) udang di dalam zona penangkapan IA dan IB (0–4 nautical mile [nm]),
 - d) migran atau nelayan *andon* tanpa dokumen perizinan yang sesuai,
 - e) penangkapan ikan yang menggunakan peledak dan racun
 - f) menurunkan tonase/kapasitas kapal,
 - g) rumpon tidak terdaftar,
 - h) ukuran mata jaring kecil (<1 inci untuk jaring insang, perangkap <1,5 inci), dan
 - i) ukuran tangkapan tidak sesuai ukuran legal (beda lokasi beda kondisi biologi).
- 2) Penangkapan ikan yang tidak dilaporkan
 - a) tidak ada persyaratan bagi nelayan dan pengepul untuk melaporkan hasil tangkapannya,
 - b) alat tangkap lobster tidak dicatat dan tidak dilaporkan dalam statistik,
 - c) *logbook* bukan untuk perikanan skala kecil,
 - d) hasil tangkapan lobster tidak secara spesifik dicatat dalam statistik,
 - e) sebagian besar hasil tangkapan langsung ke kolektor,
 - f) perbedaan data antara yang dikumpulkan di TPI/PPI dan sistem pelaporan/pencatatan lokal dan nasional,

- g) jumlah (volume) kuota masing-masing daerah yang sudah ditentukan tidak dipatuhi,
 - h) banyak tempat pendaratan tidak resmi/tidak terkontrol, dan
 - i) bakul/pengepul banyak yang tidak terdata.
- 3) Penangkapan ikan yang tidak diatur
- a) tidak ada alat penangkapan lobster yang sah/legal (ukuran mata jaring, jumlah roda gigi), asalkan tidak menggunakan bahan peledak dan sianida,
 - b) pemerintah daerah ragu-ragu untuk mendaftarkan kapal tersebut,
 - c) pengetahuan ekologi Jawa dan mitos Ratu Kidul tidak dipraktikkan,
 - d) aturan yang sudah dibuat tidak ada kejelasan/kepastian hukum dalam hal penindakan di daerah/lokasi kejadian, dan
 - e) alat tangkap belum terstandarisasi.

Dua alat tangkap utama untuk lobster yang digunakan oleh nelayan di sepuluh pelabuhan perikanan lokasi penelitian adalah yaitu jaring insang yang dikenal dengan jaring lobster dan perangkap yang terbuat dari kerangka besi berbentuk lingkaran yang secara lokal dikenal dengan berbagai sebutan seperti *krendet*, *klowong*, *bintur* atau *pentor*. Dalam tulisan ini, kedua alat tangkap utama tersebut diistilahkan sebagai jaring lobster dan *krendet*. Sementara itu, nelayannya disebut nelayan lobster, jika dan hanya jika mereka memiliki alat tangkap lobster dan mengoperasikannya pada saat musim lobster tiba. Terdapat alat penangkapan lobster yang lain, tetapi sudah jarang digunakan, seperti pancing yang ditemukan di daerah Jember (Watu Ulo), Jawa Timur. Alat tangkap atau metode penangkapan lobster yang dilarang adalah yang menggunakan racun. Sementara itu, alat tangkap bukan utama karena target utamanya bukan lobster, seperti payang, cantrang, dan bubu rajungan banyak ditemukan di bagian utara pulau Jawa.

Perahu yang digunakan oleh nelayan lobster adalah perahu ukuran kecil (di bawah 5 GT). Beberapa nelayan di Cilacap menggunakan kapal berukuran sedang (20–25 GT). Mereka biasanya mengoperasikan jaring lobster di samping alat tangkap utama mereka, yaitu jaring udang dan jaring bawal. Nelayan seperti ini hanya ditemui di PPS Cilacap. Perahu yang berukuran kecil sebagian besar terbuat dari bahan fiber dan hanya beberapa yang terbuat dari kayu. Perahu dari fiber ini paling umum digunakan oleh nelayan karena harganya lebih murah dan pemeliharannya lebih mudah dibandingkan perahu kayu. Perahu atau *jukung* (jongkong) tanpa mesin, walaupun sangat jarang, ditemukan di beberapa lokasi seperti Jember dan Tulungagung. Media perahu yang memanfaatkan ban-dalam mobil, pernah satu kali, ditemukan di Perairan Pelabuhan Ratu. Ditemukan juga nelayan yang tidak menggunakan perahu, tetapi hanya mengoperasikan alat tangkap lobsternya di tepi pantai dengan memanfaatkan periode pasang surut.

Teridentifikasi ada tiga metode penangkapan lobster, yaitu

- 1) menggunakan perahu dengan alat tangkap jaring lobster dan *krendet*;
- 2) tanpa menggunakan perahu, yaitu memasang jaring atau *krendet* dari pinggir atau atas tebing di sepanjang pantai. Selanjutnya dalam tulisan ini mereka disebut *pengrendet*;
- 3) menggunakan perahu tanpa motor (kano), tetapi dilengkapi dengan media apung seperti ban-dalam mobil sebagai rakit.

Metode menangkap lobster menggunakan perahu dan memasang *krendet* dari atas tebing adalah metode yang paling banyak dipakai nelayan lobster PSJ. Metode rakit ban hanya dijumpai pada nelayan Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Banten.

Sebagian besar perahu fiber berlabuh di pendaratan ikan tipe PPI atau kelas D. Namun, banyak juga diamati perahu fiber yang mendarat di luar tempat pendaratan ikan yang resmi. PPI tempat mendarat perahu fiber adalah PPI Sentolo Kawat (Cilacap, Jawa Tengah), PPI

Baron (Gunungkidul, Yogyakarta), PPI Watukarung (Pacitan, Jawa Timur), dan PPI Kedonganan (Badung, Bali). Selain itu, ditemukan pula perahu fiber yang berlabuh di pelabuhan perikanan kelas A (PPS Cilacap, Jawa Tengah), kelas B (PPN Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Banten), dan C (PPP Tamperan, Pacitan, Jawa Timur dan Sadeng, Gunungkidul, Yogyakarta).

Nelayan lobster ada yang bermata pencaharian sebagai nelayan saja (nelayan penuh), tetapi ada juga yang punya mata pencaharian lain, misalnya sebagai petani atau peternak (nelayan paruh waktu). Menurut asalnya, ada nelayan lobster yang berasal dari daerah setempat (nelayan asli/lokal), ada pula nelayan yang datang dari daerah lain (nelayan pendatang/*andon*). Nelayan penuh kebanyakan ditemukan di Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Banten; Cilacap, Jawa Tengah; dan Kedonganan, Bali. Sementara itu, nelayan paruh waktu umumnya dijumpai di Gunungkidul, Yogyakarta dan Pacitan, Jawa Timur. Nelayan *andon* ditemui hampir di setiap pendaratan ikan pada lokasi penelitian dan terbagi menjadi dua macam, yaitu nelayan yang datang dengan armada penangkapan lengkap (perahu dan alat tangkap) dan nelayan tanpa peralatan tangkap. Nelayan *andon* dapat ditemukan di hampir semua lokasi pendaratan ikan atau lobster.

Sistem pencatatan data statistik perikanan, khususnya lobster, teramat kurang sempurna. Hal ini terlihat dari data statistik perikanan kabupaten dan provinsi yang tidak memiliki data produksi lobster. Tempat pendaratan ikan yang memiliki data hasil tangkapan lobster adalah PPS Cilacap, PPI Baron, PPP Sadeng, dan PPI Watukarung. Akan tetapi, data tangkapan tersebut tidak rutin dicatat dan pencatatannya tidak dibedakan menurut jenis lobster, tetapi dijadikan satu kategori saja, yaitu udang lobster. Alat penangkap lobster dan perahu nelayan berskala kecil yang tercatat dalam data statistik cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah sebenarnya (*underestimate*). Hal ini disebabkan mereka tidak wajib mempunyai surat izin usaha perikanan (SIUP) dan surat Izin penangkapan ikan (SIPI). Masalah lainnya adalah petugas yang mengumpulkan data hasil

tangkap pada tiap tempat pendaratan juga terbatas, hanya 1–2 orang petugas penyuluh lapang (PPL) pada tiap kabupaten atau kecamatan.

Sebenarnya, pemerintah sudah membuat sarana dan prasarana, wadah organisasi, dan lembaga untuk fungsi pengaturan, pengendalian, dan pengawasan/PPP (*monitoring, controlling, and surveillance/MCS*) perikanan, seperti tempat pelelangan ikan, pengawas komunitas nelayan, yang dikenal sebagai Pokmaswas (Kelompok Masyarakat Pengawas), dan dari instansi terkait yang dikenal sebagai Kamladu (Keamanan Laut Terpadu). Anggota Kamladu berasal dari beberapa instansi terkait, seperti Dinas Kelautan dan Perikanan, Kepolisian, TNI Angkatan Laut, dan Dinas Perhubungan. Meskipun demikian, kelembagaan yang sudah ada tersebut tampaknya tidak efisien dan efektif karena tidak ada prosedur standar operasional untuk semua unit MCS dalam menangani permasalahan perikanan termasuk IUU *fishing* yang melibatkan perikanan skala kecil. Hal itu disebabkan belum adanya kebijakan dan regulasi tentang perikanan skala kecil yang disahkan oleh pemerintah daerah. Hal ini dapat menciptakan celah (*loophole*) untuk kegiatan IUU *fishing* dan yang paling mungkin terjadi adalah konflik antarnelayan SSF dan antara SSF dan nelayan skala besar.

Peraturan turunan yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah, baik kabupaten maupun provinsi khusus untuk perikanan hampir tidak ada, kecuali draf peraturan perikanan yang dibuat dan diusulkan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Tradisi atau kearifan lokal (seperti kepercayaan masyarakat Jawa, *pranoto mongso*) untuk mengelola alam termasuk kegiatan menangkap ikan sebenarnya sudah ada. Akan tetapi, tradisi ini sudah tidak lagi dipraktikkan oleh masyarakat nelayan. Satu-satunya praktik Jawa yang dipelihara oleh nelayan adalah pengetahuan ekologi yang dikenal sebagai *pranoto mongso* dan mitos Nyai Roro Kidul, sang Nyonya Ratu Laut Selatan Jawa dan anaknya, Nyi Blorong serta Prabu Dewatacengkar Kerajaan Blambangan Banyuwangi yang telah menjadi simbol relasi ritual antara komunitas dan alam yang diadakan pada waktu tertentu berdasarkan kalender Jawa. Kedua kebiasaan atau

praktik ritual ini dapat dikategorikan sebagai memori sosial-ekologis pada masyarakat nelayan Selatan Jawa. Tradisi Jawa yang masih tetap dipertahankan adalah tradisi yang dikenal dengan Petik Laut atau Sedekah Laut.

C. IUU *Fishing* dalam Pengelolaan Perikanan Lobster Skala Kecil

Panjang PSJ adalah sekitar 1.500,12 km yang membentang dari Semenanjung Ujung Kulon (Pandeglang, Banten) ke Semenanjung Blambangan (Banyuwangi, Jawa Timur). Ada enam spesies lobster yang ditangkap nelayan PSJ, yaitu *Panulirus ornatus*, *P. penncilatus*, *P. versicolor*, *P. polyphagus*., *P. homarus*, dan *P. longipes*. Keenam spesies lobster tersebut juga ditangkap oleh nelayan di beberapa wilayah sepanjang Samudra Hindia seperti di Lombok, Nusa Tenggara Barat (Subani, 1984); Bali Selatan, Bali (Subani, 1983; Subani & Prahoro, 1990); Pangandaran, Jawa Barat (Suman et al., 1993); sampai Aceh Barat (Suman et al., 1993). Oleh karena itu, Samudra Hindia termasuk Laut Selatan Jawa merupakan habitat lobster berduri genus *Panulirus* (Setyanto et al., 2018, 2020; Setyanto, Soemarno, Wiadnya, & Nugroho, 2019). Wilayah ini juga dikenal memiliki keanekaragaman dan tingkat endemik lobster yang tinggi (Holthuis, 1991; Keesing & Irvine, 2005; Munro, 2000). Oleh sebab itu, wilayah ini masuk dalam ekologi-regional laut penting di dunia. Daerah ini dinyatakan sebagai wilayah transisi Jawa (*the Java transitional province*) yang mencakup Selatan Laut Jawa, Laut Selatan Nusa Tenggara, Laut Sawu, dan Laut Timor Barat (DeBoer et al., 2014; Spalding et al., 2007). Berdasarkan Zona Manajemen Perikanan Indonesia, wilayah ini ditempatkan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 573. PSJ merupakan daerah penting yang patut dipertimbangkan kontribusi produksi lobsternya dalam tingkat nasional (Setyanto, Soemarno, Wiadnya, & Nugroho, 2019; Setyanto, Soemarno, Wiadnya, & Prayogo, 2019). Tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan khususnya lobster di WPPNRI 573 menurut Komnaskajiskan (Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Perikanan dan kelautan) sudah

pada level sedang/*moderate exploited*. Dalam hal ini, pengelolaan perikanan memainkan peranan penting untuk mempertahankan kelestarian perikanan lobster.

Kondisi atau status sumber daya lobster di lautan Hindia atau WPPNRI 573 pada lokasi dan jenis lobster yang berbeda memberikan hasil estimasi yang berbeda-beda (Nurfiarini & Wijaya, 2019; Suman et al., 2019; Triharyuni & Wiadnyana, 2017; Yusuf, et al., 2017; Zairion et al., 2018). Kebijakan pengelolaan dengan prinsip kehati-hatian menempatkan sumber daya lobster di WPPNRI 573, secara umum, adalah sudah dieksploitasi pada level moderat (Suman et al., 2018). Alasan penting penentuan status tersebut adalah eksploitasi lobster tidak hanya terjadi pada fase dewasa saja, tetapi juga pada fase larva (*puerulus*), atau yang dikenal dengan sebutan nener/benur lobster dan diberi istilah benih bening lobster (BBL), sudah banyak dilakukan (Erlania et al., 2016; Huda et al., 2021; Subagio et al., 2022). Eksploitasi BBL ini terjadi karena sumber daya yang melimpah ditunjang permintaan yang sangat tinggi. Eksploitasi BBL dari alam ini belum bisa digantikan karena sektor budi daya belum berhasil menyediakan BBL dari hasil pembenihan (Jones, 2018; Jones et al, 2019).

Nelayan lobster dapat ditemui hampir di semua kategori pelabuhan perikanan di lokasi studi. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia Nomor KEP.10/MEN/2004 Pasal 10 Ayat 1 dan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia Nomor PER.16/MEN/2006 Bab 7 Pasal 16 tentang Pelabuhan Perikanan menyebutkan ada 4 kategori pelabuhan perikanan, yaitu

- 1) Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS)/Pelabuhan Perikanan Tipe A/Kelas I,
- 2) Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN)/Pelabuhan Perikanan Tipe B/Kelas II,
- 3) Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP)/Pelabuhan Perikanan Tipe C/ Kelas III, dan
- 4) Pusat Pendaratan Ikan (PPI)/Pelabuhan Perikanan Jenis D/Kelas IV.

Meskipun setiap jenis pelabuhan tersebut telah memiliki tempat pelelangan, hasil tangkap lobster umumnya tidak dilelang, tetapi dijual langsung ke bakul/pengepul sehingga sebagian besar hasil tangkapan tidak terdata di tempat pendaratan. Fenomena ini terjadi di sepuluh pelabuhan perikanan yang menjadi obyek penelitian (Tabel 2.3). Hubungan sosial yang kuat antara nelayan dan pengepul dalam perikanan lobster dikenal sebagai *patro-client* (Johnson, 2010). Oleh karena itu, kualitas data perikanan di tempat pendaratan dapat dianggap kurang akurat. Melihat kondisi rantai pasok lobster di lapang, data hasil tangkap nelayan lobster akan lebih mudah dikumpulkan jika yang berkewajiban melaporkan adalah para pengepul atau bakul, bukan nelayan, sebab mereka minimal punya catatan jual beli, keuntungan lebih besar, dan pengetahuan yang lebih baik.

Dari para pengepul tersebut, nelayan tidak hanya mendapatkan modal untuk aktivitas penangkapan lobster, tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Mereka lebih memilih pinjam ke pengepul (tengkulak) karena alasan kemudahan dalam hal persyaratan serta fleksibilitas waktu peminjaman dan pengembalian dana. Hubungan dengan para tengkulak itu masih ada sampai sekarang karena mereka pemilik modal satu-satunya yang selalu ada, kapan pun dan di mana pun dengan syarat pinjaman yang tidak sulit. Hal ini dikarenakan kebanyakan dari nelayan tidak beruntung secara ekonomi, politik, dan berpendidikan rendah sehingga umumnya mereka tidak punya akses ke lembaga keuangan akibat tidak memiliki jaminan untuk mendapatkan kredit. Lobster yang dikumpulkan para pengepul nantinya akan dijual lagi ke pengepul yang lebih besar sebelum akhirnya sampai ke pengeksport lobster. Setelah dari nelayan, rantai perdagangan lobster bisa melalui tiga sampai empat pengepul. Pemasaran lobster termasuk BBL didominasi pasar luar negeri (Triyanti & Yusuf, 2015). Pengusaha eksportir lobster sebagian besar berada di Pacitan, Surabaya, Denpasar, dan Jakarta.

Perikanan lobster di Selatan Jawa/WPPNRI 573 dikategorikan perikanan skala kecil (Nurfirini & Wijaya, 2019). Alat tangkap yang umum dipakai adalah bubu yang disebut *krendet* dan jaring *gillnet*

yang disebut jaring lobster (Nurfirani & Wijaya, 2019; Setyanto et al., 2023). Nelayan merancang dan membuat sendiri jaring lobster dan *krendet*. Mereka membeli jaring dalam bentuk gulungan dari toko kemudian satu gulung jaring tersebut dijadikan 3–4 jaring lobster. Untuk *krendet*, mereka hanya menggunakan besi berbentuk lingkaran berdiameter 0,8–1 m yang dilapisi dengan satu atau dua jaring. Sebagian besar nelayan menggunakan jaring insang yang sudah rusak dan mengambil bagian yang kondisinya masih baik untuk dipasang pada *krendet*. Nelayan dengan perahu bisa membawa 10–25 jaring insang dan 100–200 *krendet* dalam satu kali perjalanan melaut (trip). *Pengrendet* pinggiran biasanya memasang *krendet* dari tebing-tebing di sepanjang pantai dan mereka biasanya membawa dan memasang sekitar 20–30 *krendet*. Alat tangkap bukan utama adalah hal menarik lain yang perlu menjadi perhatian pengelola perikanan karena eksensya terhadap sumber daya lobster perlu dimasukkan sebagai faktor upaya dalam mengkaji tingkat pemanfaatan sumber daya lobster. Alat tangkap bukan utama dalam perikanan lobster ini banyak ditemukan di bagian utara pulau Jawa, khususnya Jawa Timur sehingga hasil tangkap lobster di utara Jawa Timur, termasuk selat Madura dan Madura kepulauan, masuk dalam kategori hasil tangkap sampingan (*by-catch*) (Setyanto et al., 2020, 2023).

Penangkapan lobster menggunakan dua jenis perahu, yaitu perahu fiber/kayu berukuran kecil dengan kapasitas sekitar 5–10 GT dan kapal *trawl* yang merupakan perahu kayu berukuran sedang dengan kapasitas 20–25 GT yang dulunya digunakan untuk mengoperasikan *trawl*. Sebagian besar nelayan lobster beroperasi dengan perahu fiber ukuran kecil. Nelayan yang beroperasi dengan perahu ukuran sedang/*trawl* hanya ditemui di PPS Cilacap dengan alat tangkap lobster yang tidak terdaftar sebagai alat tangkap utama. Alat tangkap utama perahu berukuran sedang adalah jaring udang dan jaring bawal.

Kapasitas (*gross tonnage*) armada penangkapan secara peraturan perundang-undangan digunakan sebagai dasar pengklasifikasian skala perikanan. Perikanan lobster dalam peraturan perundang-undangan

tersebut tergolong dalam skala kecil. Tidak jarang juga ditemukan nelayan yang menggunakan jaring insang yang dipasang di pinggir pantai berbatu karang dan memanfaatkan pasang surut air laut untuk menangkap lobster. Para nelayan perahu dapat mengoperasikan jaring insang dan *krendet* dalam satu kali trip, sedangkan *pengrendet* hanya menggunakan *krendet*. Sementara itu, nelayan rakit dari ban menggunakan jaring lobster. Nelayan kapal berukuran sedang memiliki 3 jenis alat tangkap utama dan peralatan tambahan, termasuk jaring lobster. Alat tangkap utama terdaftar dan tercantum dalam SIUP dan SIPI. Namun, nelayan perahu fiber, *pengrendet*, dan nelayan rakit ban, yang tergolong nelayan skala kecil, tidak harus memiliki kedua surat tersebut menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No 17/2006, Bab 3, Pasal 6, Ayat 3; Peraturan Menteri nomor 05/2008 Bab 3, Pasal 6, Ayat 3; dan Undang-undang No 31/2004 Pasal 26, Ayat 2 tentang SIUP. Tambahan lagi, Undang-Undang Perikanan No 31/2004, Bab 10, Pasal 61, Ayat 5 menyatakan nelayan berskala kecil disarankan untuk melakukan pendaftaran kegiatan penangkapan ikan mereka kepada instansi perikanan setempat tanpa biaya.

Seperti perikanan skala kecil lainnya, perikanan lobster termasuk perikanan multi-alat tangkap. Selain digunakan untuk menangkap lobster, perahu fiber juga digunakan untuk menangkap spesies lain dengan menggunakan alat tangkap tertentu, seperti jaring udang, jaring bawal, jaring tongkol, pancing hiu, pancing tuna, dan pancing tongkol. Setiap nelayan dapat memiliki lebih dari lima jenis alat penangkapan ikan yang berbeda. Alat tangkap tersebut dioperasikan pada musim ikan yang menjadi target penangkapan. Oleh karena itu, berdasarkan alat tangkap yang mereka gunakan, nelayan lobster skala kecil di PSJ mungkin juga bisa digolongkan sebagai nelayan udang, bawal, tongkol, cumi, hiu, atau tuna. Tidak adanya kewajiban mendaftarkan alat tangkap tersebut bisa menyebabkan jumlah alat tangkap yang tidak tercatat mungkin sangat banyak. Tambahan lagi, mereka dapat menangkap ikan di mana pun, di perairan teritorial, selain di wilayah perlindungan. Akhirnya, pengusahaan berlebih (*over capacity*) adalah masalah besar perikanan di negara berkembang

termasuk Indonesia (Prasetyo, et al., 2014; Bailey, 1997; Squires et al., 2003; Stobutzki et al., 2006). Oleh karena itu, solusi kebijakan perlu segera dicari untuk kelompok ini dan diatur dengan memperhatikan hak-hak mereka untuk tetap dilindungi dan dihormati.

Status nelayan lobster secara umum dapat dibedakan menurut waktu yang dicurahkan untuk pekerjaan dan menurut asalnya. Berdasarkan curahan waktu, ada dua jenis nelayan, yaitu nelayan penuh dan nelayan paruh waktu. Nelayan penuh waktu menggantungkan hidupnya hanya dari menangkap ikan. Sementara itu, nelayan paruh waktu, selain sebagai nelayan, memiliki mata pencaharian lain, seperti bertani dan beternak. Ada pula nelayan paruh waktu yang datang dari sektor lain, seperti: buruh tani, buruh bangunan, buruh pasar, dan bahkan penganggur. Berdasarkan asalnya, ada dua kelompok nelayan, yaitu nelayan asli/lokal dan nelayan pendatang/*andon*. Ada nelayan *andon* yang datang ke lokasi perikanan lengkap dengan perahu dan alat tangkap dan ada yang datang tanpa perahu dan alat tangkap.

Selama musim paceklik yang panjang nelayan akan mencari pekerjaan lain. Nelayan penuh waktu akan pergi ke kota terdekat atau kota di pulau lain bekerja sebagai petani dan buruh tani, tukang becak, buruh pasar, dan buruh bangunan. Sementara itu, nelayan paruh waktu akan kembali bertani, beternak, berladang sebelum mereka menjadi nelayan. Nelayan *andon* merupakan warga pendatang yang melakukan kegiatan penangkapan ikan pada suatu wilayah dan biasanya bertempat di lokasi musim ikan berlangsung. Pekerjaan sebagai nelayan terbuka bagi siapa pun, tanpa persyaratan apa pun, dan dapat dilakukan kapan pun. Fenomena ini menimbulkan dampak negatif di sektor perikanan yang dikenal dengan tragedi akses terbuka (*open access tragedy*) dan milik bersama (*tragedy of common*) (Gordon, 1991; Hardin, 1968; Satria et al., 2006). Sifat terbuka dan milik bersama dari sumber daya perikanan tangkap mengakibatkan penumpukan tenaga kerja sebagai nelayan yang berasal dari luar sektor perikanan tangkap yang sekaligus meningkatkan tekanan terhadap sumber daya perikanan. Namun, sektor ini harus diakui juga mempunyai sisi positif, yaitu pekerjaan sebagai nelayan bisa menjadi jaring pengaman

sosial karena faktor kemudahan dan keterbukaannya tersebut. Sektor ini juga bisa digunakan sebagai indikasi bahwa masyarakat nelayan mempunyai tingkat resiliensi yang relatif baik, misalnya dalam hal mitigasi bencana. Di samping itu, kondisi mereka juga sangat rentan dalam hal ekonomi.

Prasarana pengelolaan dan pengawasan perikanan yang dibangun pemerintah memiliki kapasitas sumber daya manusia lembaga-lembaga tersebut yang masih kurang terutama dalam hal pemahaman masalah perikanan. Meskipun data statistik perikanan tercatat di tiap dinas perikanan provinsi dan kabupaten, tetapi kualitasnya kurang baik. Di Indonesia masalah tersebut juga terjadi untuk perikanan lain, seperti perikanan pelagis kecil (Mous et al., 2005; Pet-Soede et al., 1999). Oleh karena itu, analisis perikanan sulit dilakukan dan solusi untuk masalah di perikanan lobster menjadi sukar ditemukan (Grewelle et al., 2021; Pilling et al., 2008).

Beberapa opsi pengelolaan telah ditawarkan, antara lain dengan melakukan konstruksi sosial kelembagaan dengan membentuk asosiasi dan konsorsium bisnis lobster (Zulham, 2018); penerbitan peraturan perundang-undangan terkait perdagangan lobster termasuk BBL; peningkatan kualitas sumber daya manusia dan sarana prasarana penunjang perdagangan dan budi daya lobster (Nasution et al., 2018); pengaturan pemanfaatan dengan kontrol input dan output melalui pembatasan upaya (jumlah serta ukuran alat dan kapal penangkapan ikan), penentuan musim penangkapan, dan *restocking* (Nurfirani & Wijaya, 2019; Wiadnyana et al., 2018).

Aspek regulasi perikanan lobster adalah yang paling dinamis dibandingkan dengan komoditas sumber daya perikanan utama yang lain. Dalam kurun waktu kurang dari sepuluh tahun (7 tahun) telah dihasilkan 5 peraturan menteri (Permen), 3 keputusan menteri (Kepmen), 1 peraturan dirjen, dan 1 keputusan dirjen. Peraturan yang baru memperbaiki dan melengkapi aturan dan kebijakan dari peraturan perundang-undangan sebelumnya. Hal yang diatur dalam Permen KP No 16/2022 juga lebih terperinci dan holistik (menyeluruh), yaitu mengenai syarat dan kelayakan untuk penangkapan, budi daya,

perdagangan, pencatatan/pelaporan, pengawasan, dan penegakan hukum. Oleh sebab itu, perikanan lobster sudah sangat diatur (*regulated*).

Tidak ada atau terbatasnya peraturan perikanan produk pemerintah daerah mungkin disebabkan ambiguitas hukum perikanan nasional UU No 31/2004 dalam kaitannya dengan otonomi daerah, yaitu UU No 32/2004 tentang Pemerintah Daerah dan UU No 33/2004 tentang Perimbangan Keuangan. Hal ini menyebabkan pengelolaan perikanan masih bersifat *top-down*. Ambiguitas lain yang ditemukan adalah tentang pemberian izin atau sertifikat dan aktivitas perikanan skala kecil. Selain itu, terbatasnya kapasitas sumber daya manusia di lembaga-lembaga terkait tentang masalah pengelolaan perikanan yang relatif baru bagi mereka (Patlis, 2007; Patlis et al., 2005). Pejabat pemegang kebijakan dan hukum di tingkat daerah yang meliputi institusi teknis (dinas perikanan) dan konstituen hukum (kepala daerah dan anggota dewan) mempunyai kapasitas yang terbatas dalam hal isu-isu pengelolaan perikanan. Oleh karena itu, tidak ada strategi dan program pengelolaan perikanan yang baik yang telah dihasilkan di tingkat daerah. Jika program pengelolaan itu ada, umumnya tidak didasari dan dilengkapi dengan payung hukum. Sebagai konsekuensinya, ketidakjelasan definisi, kekuasaan yang sentralistik, ambiguitas ketentuan hukum perikanan, tidak adanya penegakan hukum, dan kapasitas manusia yang terbatas telah berdampak pada tidak adanya manajemen perikanan yang diinisiasikan oleh pemerintahan di tingkat daerah. Kebijakan dan peraturan perundang-undangan bisa mengacu pada sumber-sumber kearifan lokal/*marine tenure* (Adhuri, 2020; De Alessi et al., 2017; Ferrol-Schulte et al., 2015; Song et al., 2020; Stacey et al., 2021).

D. Penutup

Lobster dikenal sebagai produk bernilai ekonomi tinggi yang telah dieksploitasi dan menjadi tangkapan penting bagi nelayan PSJ. Keterlibatan nelayan lobster dalam praktik IUU tampaknya legal menurut hukum yang berlaku karena mereka hanya diimbau untuk

secara pasif melaporkan aktivitas penangkapan ikannya. Kebutuhan yang mendesak untuk melakukan pengelolaan adalah dengan merevisi sistem pengumpulan data perikanan. Kemudian riset biologi dan sosial-ekonomi perlu dilakukan untuk menentukan prioritas manajemen. Pada saat yang sama, pembangunan kapasitas manusia harus dibekali dengan isu-isu terkini masalah pengelolaan perikanan. Selanjutnya, produk kebijakan seperti peraturan perundang-undangan perikanan di tingkat pemerintahan daerah perlu dibentuk untuk mendukung program dan praktik manajemen. Selain itu dibutuhkan juga peran pengelolaan kolaboratif antar-pemerintah daerah di sepanjang PSJ. Perikanan skala kecil dengan produk yang berorientasi ekspor seperti perikanan lobster mungkin bisa diprioritaskan untuk penerapan manajemen yang efektif dalam rangka memenuhi ketentuan Pasal 7 tentang Pengelolaan Perikanan dalam Kode Etik Perikanan yang Bertanggung Jawab dari PBB (*The UN Code of Conduct for Responsible Fishing*).

Perikanan skala kecil/SSF pada perikanan lobster sangat rentan masuk dalam kategori IUU *fishing*. Namun, peraturan perundang-undangan yang ada sudah cukup untuk mengelola perikanan lobster. Penerapan peraturan dan kebijakan yang ada harus efektif dan efisien agar tidak menimbulkan masalah praktik IUU *fishing* pada aktivitas perikanan lobster. Negara sangat berkepentingan dan perlu kehati-hatian dalam membuat dan melaksanakan kebijakan peraturan perundang-undangan yang melibatkan SSF. Melindungi, meyelamatkan, dan melestarikan aktivitas perikanan skala kecil di Indonesia adalah kewajiban karena menyangkut hal paling mendasar, yaitu hak asasi manusia (*human rights*). Namun, dalam pengelolaannya perlu juga dilakukan pemantauan, pengendalian, dan pengawasan karena kelestarian perikanan skala kecil di Indonesia adalah juga berarti kelestarian budaya maritim Nusantara.

Referensi

Allison, E., Kurien, J., Ota, Y., Adhuri, D., Bavinck, M., Cisneros-Montemayor, A., Fabinyi, M., Jentoft, S., Lau, S., Mallory, T.,

- Olukoju, A., van Putten, I., Stacey, N., Voyer, M., & Weeratunge, N. (2020). The human relationship with our ocean planet. World Resources Institute. <https://oceanpanel.org/blue-papers/HumanRelationshipwithOurOceanPlanet>
- Agnew, D., Pearce, J., Peatman, T., Pitcher, T. J., & Pramod, G. (2008). *The global extent of illegal fishing*. MRAG and FERR.
- Agnew, D. J., Pearce, J., Pramod, G., Peatman, T., Watson, R., Beddington, J. R., & Pitcher, T. J. (2009). Estimating the worldwide extent of illegal fishing. *Plos One*, 4(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004570>
- Aryanti, D., Zulkifli, M., Safitri, P. A., Hidayat, F., & Pragesari, N. N. (2022). *Statistik sumber daya laut dan pesisir 2022: Ekonomi biru untuk ketahanan pangan*. Badan Pusat Statistik.
- Bailey, C. (1988). The political economy of fisheries development in the third world. *Agriculture and Human Values*, 5, 35–48. <https://doi.org/10.1007/BF02217175>
- Bailey, C. (1997). Lessons from Indonesia's 1980 trawler ban. *Marine Policy*, 21(3), 225–235. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(97\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(97)00003-1)
- Castilla, J. C., & Defeo, O. (2005). Paradigm shifts needed for world fisheries. *Science*, 309(5739), 1324–1325. <https://doi.org/10.1126/science.309.5739.1324c>
- Cisneros-Montemayor, A., Ota, Y., Bailey, M., Hicks, C. C., Khan, A. S., Rogers, A., Sumala, U. R., Viridin, J., & He, K. K. (2020). Changing the narrative on fisheries subsidies reform: Enabling transitions to achieve SDG 14.6 and beyond. *Marine Policy*, 117, Artikel 103970. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103970>
- Courtney, C. A., Pomeroy, R., De Alessi, M., Adhuri, D., Yuni, C., & Halim, A. (2017). *Marine tenure and small-scale fisheries: Learning from the Indonesia experience*. USAID Tenure and Global Climate Change Program and USAID Indonesia Sustainable Ecosystems Advanced Project.
- DeBoer, T., Naguit, M., Erdmann, M. V., Ablan Lagman, M. C. A., Ambariyanto, Carpenter, K. E., Toha, A. H. A., & Barber,

- P. H. (2014). Concordance between phylogeographic and biogeographic boundaries in the Coral Triangle: Conservation implications based on comparative analyses of multiple giant clam species. *Bulletin of Marine Science*, 90(1), 277–300. <https://doi.org/10.5343/bms.2013.1003>
- Eide, A. (2009). Economic principle: An economic perspective on fishing. Dalam K. L. Cochrane, & S. M. Garcia (Ed.), *A fishery manager's guidebook* (75–102). FAO and Wiley-Blackwell <https://doi.org/10.1002/9781444316315.ch4>
- Erlania, Radiarta, N., & Haryadi, J. (2016). Status pengelolaan sumberdaya benih lobster untuk mendukung perikanan budidaya: Studi kasus perairan Pulau Lombok. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 8(2), 85–96. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.10.2.2018.107-128>
- Food and Agriculture Organization. (2021). *FAO yearbook of fishery and aquaculture statistics 2019*.
- Ferrol-Schulte, D., Gorris, P., Baitoningsih, W., Adhuri, D. S., & Ferse, S. C. A. (2015). Coastal livelihood vulnerability to marine resource degradation: A review of the Indonesian national coastal and marine policy framework. *Marine Policy*, 52, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.09.026>
- Gordon, H. (1991). The economic theory of a common-property resources: The fishery. *Bulletin of Mathematical Biology*, 53(1-2), 231–252. <https://doi.org/10.1007/BF02464431>
- Grewelle, R., Mansfield, E., Micheli, F., & Leo, G. (2021). Redefining risk in data-poor fisheries. *Fish and Fisheries*, 22(5), 929–940. <https://doi.org/10.1111/faf.12561>
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859), 1243–1248. <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- Holthuis, L. B. (1991). *FAO species catalogue. Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. FAO Fisheries Synopsis*. (Vol., No. 125). FAO.

- Huda, H. M., Wijaya, R. A., Suryawati, S. H., Wahyudin, R. A., & Koeshendrajana, S. (2021). Pemanfaatan benih bening lobster (BBL) untuk kegiatan ekonomi masyarakat Pesisir Banyuwangi. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 7(2), 137–145. <http://dx.doi.org/10.15578/marina.v7i2.9530>
- Jentoft, S. (2022). Small-scale fisheries in the blue economy. Dalam S. Jentoft, R. Chuenpagdee, A. B. Said, & M. Isaacs (Ed.), *Blue justice: Small-scale fisheries in the blue economy* (3–15). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89624-9_1
- Jentoft, S., Chuenpagdee, R., Barragán-Paladines, M. J., & Franz, N. (Ed.). (2017). *The small-scale fisheries guidelines: Global implementation*. Springer Cham. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-55074-9>
- Johnson, D. S. (2010). Institutional adaptation as a governability problem in fisheries: Patron-client relations in the Junagadh fishery, India. *Fish and Fisheries*, 11(3), 264–277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00376.x>
- Jones, C. M. (2018). Progress and obstacles in establishing rock lobster aquaculture in Indonesia. *Bulletin of Marine Science*, 94(3), 1223–1233. <https://doi.org/10.5343/bms.2017.1157>
- Jones, C. M., Anh, T. L., & Priyambodo, B. (2019). Lobster aquaculture development in Vietnam and Indonesia. Dalam E. V. Radhakrishnan, B. F. Phillips, & G. Achamveetil (Ed.), *Lobsters: Biology, fisheries and aquaculture* (541–570). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9094-5_12
- Keesing, J., & Irvine, T. (2005). Coastal biodiversity in the Indian Ocean: The known, the unknown and the unknowable. *Indian Journal of Marine Sciences*, 34(1), 11–26.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.10/MEN/2004 tentang Pelabuhan Perikanan. (2004).
- Mous, P. J., Pet, J. S., Arifin, Z., Djohani, R., Erdmann, M. V., Halim, A., Knight, M., Pet-Soede, L., & Wiadnya, G. (2005). Policy needs to improve marine capture fisheries management and to define a role for marine protected areas in Indonesia. *Fisheries Management*

- and Ecology*, 12(4), 259–268. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2005.00448.x>
- Munro, J. (2000). Fisheries for spiny lobsters in the Tropical Indo-West Pacific. Dalam B. F. Phillips, & J. Kittaka (Ed.), *Spiny lobsters: Fisheries and culture* (Edisi kedua) (90–97). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470698808.ch3>
- Nasution, Z., Yanti, B. V. I., & Nurlaili. (2018). Readiness and strengthening of community institutions in order to support restocking lobster management policy. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10(1), 33–42. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.10.1.2018.33-42>
- Nurfiarini, A., & Wijaya, D. (2019). Estimasi potensi dan tingkat pemanfaatan sumber daya lobster pasir (*Panulirus homarus*) di Perairan Prigi Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 25, 169–178. <https://doi.org/10.15578/jppi.25.3.2019.169-178>
- Orensanz, J. M., Parma, A. M., Jerez, G. Barahona, N., Montecinos, M., & Elias, I. (2005). What are the key elements for the sustainability of “S-fishery”? Insight from South America. *Bulletin of Marine Science*, 76(2), 527–556. <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2005/00000076/00000002/art00017#>
- Patlis, J. M. (2007). Indonesia’s new fisheries law: Will it encourage sustainable management or exacerbate over-exploitation? *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 43(2), 201–226. <https://doi.org/10.1080/00074910701408065>
- Patlis, J. M., T. H. Purwaka, A., & Wiyana, G. H. P. (2005). *Menuju harmonisasi sistem hukum sebagai pilar pengelolaan wilayah pesisir Indonesia*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional dan Coastal Resources Management Project II (USAID).
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.16/MEN/2006 tentang Pelabuhan Perikanan. (2006).
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.17/MEN/2006 tentang Usaha Perikanan Tangkap. <https://dpmptsp.bantulkab>.

go.id/ppid/dokumen/files/regulasi_izin/per_17_men_2006_Tentang_Usaha_Perikanan_Tangkap.pdf

- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER.05/MEN/2008 tentang Usaha Perikanan Tangkap. (2008). https://dpmpstp.bantulkab.go.id/ppid/dokumen/files/regulasi_izin/per_05_men_2008_ttg_Usaha_Perikanan_Tangkap.pdf
- Pet-Soede, C., Machiels, M. A. M., Stam, M. A., & van Densen, W. L. T. (1999). Trends in an Indonesian coastal fishery based on catch and effort statistics and implications for the perception of the state of the stocks by fisheries officials. *Fisheries Research*, 42(1–2), 41–56. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00034-X)
- Pilling, G. M., Apostolaki, P., Failler, P., Floros, C., Large, P. A., Morales-Nin, B., Reglero, P., Stergiou, K. I., & Tsikliras, A. C. (2008). Assessment and management of data-poor fisheries Dalam A. Payne, J. Cotter, & T. Potter (Ed.), *Advances in fisheries science: 50 years on from Beverton and Holt* (280–305). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781444302653.ch12>
- Pitcher, T., Kalikoski, D., Pramod, G., & Short, K. (2009). Not honouring the code. *Nature*, 457, 658–659. <https://doi.org/10.1038/457658a>
- Prasetyo, A. P., Nugroho, D., Wudianto, Irianto, H. E., & Purwanto. (2014). Initiation on ecosystem approach to fisheries management (EAFM): Case study on Tarakan fisheries. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 20(2), 87–98. <http://dx.doi.org/10.15578/ifrj.20.2.2014.87-98>
- Satria, A., Matsuda, Y., & Sano, M. (2006). Contractual solution to the tragedy of property right in coastal fisheries. *Marine Policy*, 30(3), 226–236. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2005.01.003>
- Setyanto, A., Nabilla, A. R., & Yulianto, E. S. (2018). Distribusi dan komposisi spesies lobster yang tertangkap di perairan Laut Jawa bagian Jawa Timur, Indonesia. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 20(2), 49–55. <https://jurnal.ugm.ac.id/jfs/article/view/36151/23621>
- Setyanto, A., Soemarno, Wiadnya, D. G. R., & Nugroho, C. (2019). Biodiversity of lobster (*Panulirus*) from Eastern Indian Ocean of

- Indonesia Waters. Dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 546, 022024). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/546/2/022024>
- Setyanto, A., Soemarno, Wiadnya, D. G. R., & Prayogo, C. (2019). Biodiversity of lobster larvae (*Panulirus* spp.) from the Indonesian Eastern Indian Ocean. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 370, 012046). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012046>
- Setyanto, A., Soemarno, Wiadnya, D. G. R., Prayogo, C., West, R. J., Tsamenyi, M., Halimah, S., & Rahman, N. A. (2020). Spiny lobsters species composition between North and South Sea of East Java, Indonesia. *Ecology. Environment. & Conservation*, 26 (April Suppl. Issue), S49–S53. <http://www.envirobiotechjournals.com/EEC/26aprilsuppl/EEC-8.pdf>
- Setyanto, A., Sumarno, S., Wiadnya, D., Prayogo, C., Kusuma, Z., West, R., & Tsamenyi, M. (2023). Fishing methods and fishing season of the tropical lobster fisheries of Southern Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(2), 776–783. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240213>
- Song, A., Scholtens, J., Barclay, K., Bush, S. R., Fabinyi, M., Adhuri, D. S., & Haughton, M. (2020). Collateral damage? Small-scale fisheries in the global fight against IUU fishing. *Fish and Fisheries*, 21(4), 831–843. <https://doi.org/10.1111/faf.12462>
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdana, Z. A., M., Finlayson, M., Halpern, B. S., Jorge, M. A., Al Lombana, Lourie, S. A., Martin, K. D., Mcmanus, E., Molnar, J., Recchia, C. A., & Robertson, J. (2007). Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *Bioscience*, 57(7), 573–583. <https://doi.org/10.1641/B570707>
- Squires, D., Omar, I. H., Jeon, Y., Kirkley, J., Kuperan, K., & Susilowati, I. (2003). Excess capacity and sustainable development in Java Sea fisheries. *Environment and Development Economics*, 8(1), 105–127. <https://doi.org/10.1017/s1355770x03000068>

- Stacey, N., Gibson, E., Loneragan, N. R., Warren, C., Wiryawan, B., Adhuri, D. S. Steenbergen, D. J., Fitriana, R. (2021). Developing sustainable small-scale fisheries livelihoods in Indonesia: Trends, enabling and constraining factors, and future opportunities. *Marine Policy*, 132, 104654. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104654>
- Stobutzki, I. C., Silvestre, G. T., & Garces, L. R. (2006). Key issues in coastal fisheries in South and Southeast Asia, outcomes of a regional initiative. *Fisheries Research*, 78(2-3), 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.02.002>
- Subagio, H., Sofijanto, M. A., Sulestiani, A., Rosana, N., Widagdo, S., Bintoro, G., & Kawan, I. M. (2022). Produktivitas tangkapan benih bening lobster (*Panulirus* spp.) menggunakan alat kolektor 'pocong' di Perairan Prigi Trenggalek. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 28(3), 123–134. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.28.3.2022.%25p>
- Subani, W. (1983). Survey on lobster's fishing gears in South Coast of Bali. *Marine Fisheries Research Report*, 25, 37–45.
- Subani, W. (1984). Studi mengenai pergantian kulit udang barong (spiny lobster, *Panulirus* spp.) kaitannya dengan hasil tangkapan. *Marine Fisheries Research Report*, 30, 99–105.
- Subani, W., & Prahoro, P. (1990). Status nelayan dan perkiraan potensi udang barong (spiny lobster) di Pantai Selatan Bali. *Journal of Marine Fisheries Research*, 54, 9–19.
- Suman, A., Satria, F., Nugraha, B., Priatna, A., Amri, K., & Mahiswara. (2018). Status stok sumber daya ikan tahun 2016 di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) dan alternatif pengelolaannya. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10(2), 107–128. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.10.2.2018.107-128>
- Suman, A., Hasanah, A., Pane, A. R. P., & Panggabean, A. S. (2019). Penangkapan, parameter populasi serta tingkat pemanfaatan lobster pasir (*Panulirus homarus*) dan lobster batu (*Panulirus penicillatus*) di Perairan Gunungkidul dan sekitarnya. *Jurnal*

- Penelitian Perikanan Indonesia*, 25(3), 147–160. <https://doi.org/10.15578/jppi.25.3.2019.147-160>
- Suman, A., Rijal, M., & Subani, W. (1993). Status of spiny lobster in Pangandaran waters, West Java (Status perikanan udang karang di perairan pangandaran, Jawa Barat). *Journal of Marine Fisheries Research*, 81, 1-7.
- Triharyuni, S., & Wiadnyana, N. N. (2017). Aspek biologi dan musim penangkapan lobster (*Panulirus* spp) di perairan Kupang Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(3), 167–180.
- Triyanti, R., & Yusuf, R. (2015). Analisis manajemen rantai pasok lobster (Studi kasus di Kabupaten Simeulue, Aceh). *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 10(2), 203–216. <http://dx.doi.org/10.15578/jsekp.v10i2.1260>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan. (2004). <https://www.dpr.go.id/dokjdi/document/uu/32.pdf>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan. (2009). https://www.dpr.go.id/dokjdi/document/uu/UU_2009_45.pdf
- Wiadnyana, N. N., Wijaya, D., Ichwan P, F., Ferdiansyah, R., Retnoningsih, S., Anggraeni, Y., Wistati, A., Arta, A. P., & Suparda, A. (2018). *Petunjuk teknis pelepasliaran lobster (Panulirus spp.)*. BKIPM.
- Yusuf, H. N., Suman, A., Hidayat, T., & Panggabean, A. S. (2017). Parameter populasi lobster bambu (*Panulirus versicolor*) di Perairan Simeulue. *BAWAL: Widya Riset Perikanan Tangkap*, 9(3), 185–195. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.9.3.2017.185-195>
- Zairion, Z., Islamiati, N., Wardiatno, Y., Mashar, A., Wahyudin, R. A., & Hakim, A. A. (2017). Dinamika populasi lobster pasir (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1758) di Perairan Palabuhanratu, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(3), 215–226. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.23.3.2017.215-226>

- Zeller, D., Booth, S., Davis, G., & Pauly, D. (2007). Re-estimation of small-scale fishery catches for US flag-associated island areas in the western Pacific: The last 50 years. *Fishery Bulletin*, 105(2), 266–277. <http://hdl.handle.net/1834/25540>
- Zeller, D., Booth, S., & Pauly, D. (2006). Fisheries contributions to GDP underestimating Small scale fisheries in the Pacific. *Marine Resouces Economics*, 21(4), 355–374. <http://www.jstor.org/stable/42629521>
- Zulham, A. (2018). Kontruksi sosial dalam membangun bisnis lobster di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10(1), 43–52. [http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.10.1.2018.43–52](http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.10.1.2018.43-52)



BAB 3

Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF) Triangle: Lumbung Ikan Pelagis Kecil

Donwill Panggabean, Rinda Noviyanti, Rauzatul Nazzla

A. Ikan Pelagis Kecil: Sebaran dan Potensinya

Jenis ikan pelagis kecil umumnya bergerombol (*schooling*) membentuk biomassa yang sangat besar, biasanya menyebar di sekitar pantai dan perairan *upwelling*, pemakan fito dan zooplankton, dipengaruhi oleh lingkungan, hidup pada kisaran suhu antara 28–30°C di daerah perairan eufotik (Laevastu & Hayes, 1981; Csirke, 1988; Amin & Suwarso, 1990; Nybakken, 1992; Bakun, 1996; Cury et al., 2000; Widodo et al., 2001; Fréon et al., 2005; Mallawa, 2006). Jenis ikan layang (*Decapterus* spp.), kembung (*Rastrelliger* spp.), siro (*Amblygaster sirm*), selar (*Selaroides* sp.), tembang (*Sardinella fimbriata*), dan teri (*Stolephorus* spp.) merupakan kelompok jenis ikan pelagis kecil yang

D. Panggabean*, R. Noviyanti, R. Nazzla

*Universitas Terbuka, e-mail: donwill@ecampus.ut.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

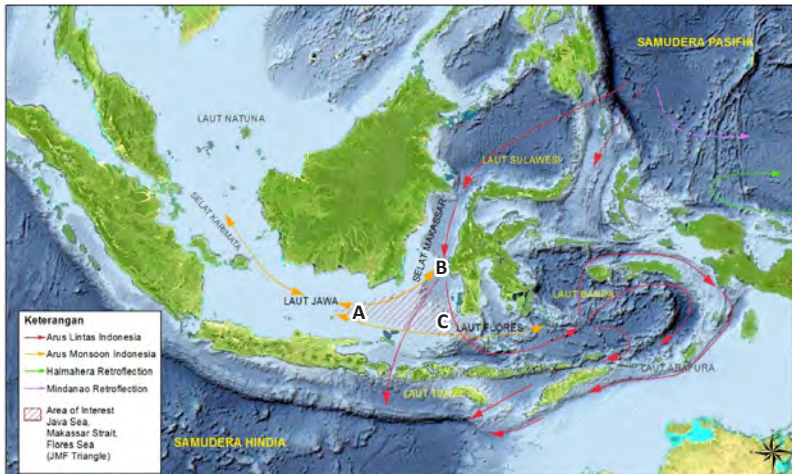
Panggabean, D., Noviyanti, R., & Nazzla, R. (2023). Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF) Triangle: Lumbung ikan pelagis kecil. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (57–94). Penerbit BRIN. DOI: 978-623-8372-50-8 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

umum ditemukan pada perairan tropis (Gafa et al., 1993; Widodo, 1997; Pet-Soede et al., 1999; Hendiarti et al., 2005).

Berbagai pendekatan yang diterapkan pada penelitian terkait perikanan pelagis kecil di perairan Indonesia di antaranya menggunakan pendekatan *sweep area*, analisis statistik, akustik, dan penginderaan jauh satelit. Beberapa penelitian menunjukkan pengaruh faktor lingkungan mengakibatkan perbedaan pola sebaran jenis ikan secara spasial dan temporal. Jika ditinjau dari jenis ikan pelagis kecil yang tertangkap di tiga perairan, yaitu Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores, musim tenggara (*southeast monsoon*) didominasi ikan pelagis kecil *stenohaline* yang merupakan indikasi adanya peningkatan suhu permukaan laut yang mengakibatkan peningkatan salinitas di permukaan laut serta adanya suplai massa air bersalinitas tinggi dari Selat Makassar. Sebaliknya, pada musim barat laut (*northwest monsoon*) jenis ikan yang ditemukan berkarakter *euryhaline* akibat terjadinya penurunan salinitas perairan karena adanya suplai air tawar dari curah hujan yang tinggi. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa dinamika *fishing ground* terjadi akibat adanya respons ikan terhadap parameter lingkungannya (Siregar et al., 2016; Hafiz et al., 2017; Kuswanto et al., 2017; Wangi et al., 2019; Panggabean & Nazzla, 2020, 2022).

Parameter lingkungan perairan yang umumnya dikaji dalam suatu penelitian mengenai ketersediaan ikan pelagis kecil adalah suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a. SPL dan klorofil-a merupakan komponen penting dalam ekosistem laut yang menjadi faktor pembatas bagi kelangsungan hidup organisme dalam hal pertumbuhan, mobilitas, reproduksi, dan sebagainya. Selain itu, SPL dan klorofil-a secara fisik merupakan indikator berbagai fenomena di perairan seperti adanya *upwelling*, adveksi, fitur dinamik seperti *front* dan *eddies* (Jenning et al., 2001; Afdal & Riyono, 2004; Robinson, 2010). Beberapa penelitian menjelaskan pengaruh faktor lingkungan tersebut terhadap pembentukan musim dan daerah penangkapan ikan di perairan Indonesia (Gaol et al., 2004; Gaol & Sadhotomo, 2007; Panggabean & Nazzla, 2020, 2022; Panggabean, Limbong et al., 2023; Panggabean, Sudarmo et al., 2023).

Perairan Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores merupakan tiga perairan yang memiliki karakteristik dan kondisi lingkungan berbeda. Perairan tersebut mencakup Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 712 (Laut Jawa) dan WPPNRI 713 (Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali), dengan potensi perikanan pelagis di WPPNRI 712 sebesar 421.349 ton, dan di WPPNRI 713 sebesar 446.808 ton (Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 19, 2022). Potensi perikanan pelagis kecil yang melimpah di perairan ini telah diketahui sejak dahulu sehingga dikenal sebagai daerah penangkapan ikan yang sering didatangi armada penangkapan (Chodriyah & Hariati, 2010; Rasyid et al., 2014; Zainuddin et al., 2015). Perairan Laut Jawa-Selat Makassar-Laut Flores juga dapat disebut Java Sea-Makassar Strait-Flores Sea (JMF Triangle) dengan cakupan area segitiga imajiner seperti yang disajikan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Keterangan: Lokasi penelitian yang mencakup A: Laut Jawa bagian timur, B: Selat Makassar bagian selatan, dan C: Laut Flores bagian barat.

Sumber: Panggabean (2020)

Gambar 3.1 JMF Triangle yang Dilalui Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dan Arus Monsun Indonesia (Armondo)

Perairan Indonesia dilalui dua sistem arus utama, yaitu arus lintas Indonesia (arlindo) dan arus monsun Indonesia (armondo). Pertemuan antara arlindo yang melewati Selat Makassar menuju Laut Timor dan armondo yang bergerak di sepanjang Laut Jawa dan Laut Flores membawa massa air yang mengandung material seperti unsur hara dan memungkinkan terjadinya interaksi. Adanya interaksi dua massa air tersebut memberi dampak positif jika material yang dibawa merupakan elemen-elemen yang baik bagi kesuburan perairan. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa tingginya sumber daya ikan pelagis kecil disebabkan ketersediaan unsur hara yang turut dibawa oleh massa air aliran arlindo dan armondo tersebut (Ilahude & Gordon, 1996; Sadhotomo & Nurhakim, 2000; Hendiarti et al., 2005; Syahdan, 2015; Panggabean, 2021). Ditinjau dari alirannya, armondo bergerak dari Laut Cina Selatan menuju ke Laut Jawa lewat Selat Karimata yang selanjutnya mengalir ke laut-laut teluk, yakni Laut Flores dan Laut Banda (Ilahude & Nontji, 1999; Gordon, 2005; Gordon, Giulivi, & Ilahude, 2003; Gordon, Susanto, & Vranes, 2003; Gordon et al., 2010).

Perairan JMF Triangle merupakan daerah penangkapan utama ikan pelagis kecil oleh armada *purse seine* yang berpangkalan utama di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (Jawa Tengah), Pangkalan Pendaratan Ikan Batulicin (Kalimantan Selatan), dan Pelabuhan Perikanan Pantai Paotere (Sulawesi Selatan). SPL dan klorofil-a yang dikandung fitoplankton merupakan faktor pembatas bagi ikan pelagis pada suatu perairan (Panggabean, 2011; Gaol & Siregar, 2012; Siregar et al., 2016; Hafiz et al., 2017; Kuswanto et al., 2017; Hsu et al., 2019; Wangi et al., 2019; Panggabean, 2021). Chodrijah dan Hariati (2010) menjelaskan bahwa musim penangkapan ikan layang berlangsung pada bulan Agustus; lemuru (*Sardinella lemuru*) dan bentong (*Selar crumenophthalmus*) pada bulan Desember; banyar (*Restrelliger kanagurta*) pada bulan September; dan ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) pada bulan Juni.

Tingginya kebutuhan protein hewani yang berasal dari ikan berdampak pada tingginya permintaan terhadap komoditas ini. Untuk

memenuhi kebutuhan tersebut harus didukung oleh ketersediaan informasi keberadaan sumber daya ikan di suatu kawasan perairan. Upaya pengelolaan sumber daya ikan perlu dituntut dengan adanya intensitas riset dan kajian-kajian komprehensif untuk memperoleh data dan informasi terkait potensi sumber daya ikan. Berbagai data terkait dengan sumber daya laut direpresentasikan dalam berbagai parameter, besaran, dan unit serta disajikan dalam format spasial dan temporal. Format spasial direpresentasikan dalam bentuk pola sebaran, sedangkan format temporal direpresentasikan dalam data *time-series*.

Subbab ini menggambarkan potensi dan distribusi sumber daya ikan pelagis serta hubungannya dengan faktor lingkungan. Klorofil-a dan SPL dapat dianalisis dari citra Aqua-MODIS. Data hasil tangkapan ikan pelagis dapat dianalisis dari data pendaratan di pelabuhan-pelabuhan perikanan di mana ikan tersebut banyak didaratkan. Selanjutnya, dapat dilakukan *overlay* untuk memperoleh informasi detail mengenai potensi dan ketersediaan ikan pelagis kecil tersebut. *Overlay* merupakan proses penyatuan secara tumpang tindih suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atributnya sehingga menghasilkan peta gabungan yang memiliki informasi atribut dari peta-peta yang disatukan tersebut.

Informasi ketersediaan sumber daya ikan pelagis kecil sangat penting. Informasi ini diperlukan dalam penyusunan rencana pengelolaan dan pengambilan keputusan oleh akademisi/ilmuwan umum, seperti praktisi dan pengamat serta *stakeholder* terkait lainnya, untuk pembangunan perikanan berkelanjutan.

B. Potensi Ikan Pelagis Kecil dan Hubungannya dengan SPL Musiman

Berdasarkan perilaku ikan pelagis kecil, mobilisasinya dilakukan secara bergerombol di lapisan kedalaman 0–200 m. Pendugaan keberadaan kelompok ikan berdasarkan suhu permukaan sangat dimungkinkan

karena suhu pada kedalaman 0–200 m masih dipengaruhi oleh suhu permukaan laut. Hal ini dibuktikan berdasarkan teori profil suhu di kolom perairan terutama pada kedalaman 0-200 m di mana terjadi penurunan suhu secara linear dan perlahan. Faktor penurunan suhu ini dipengaruhi oleh kemampuan penetrasi cahaya matahari menembus kolom perairan. Sementara itu, faktor lain, yaitu arus laut yang turut dalam proses pengadukan massa air pada kedalaman tersebut, masih dipengaruhi oleh arus permukaan pula yang besarnya relatif kecil dibandingkan arus internal pada kedalaman di bawah 200 m.

Data yang dianalisis bersumber dari citra satelit Aqua-MODIS yang dirilis National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) berupa data bulanan yang dibuat komposit berdasarkan bulan dan musim. Secara temporal, kategori musim dibagi menjadi empat, yaitu musim barat (Desember-Januari-Februari), musim peralihan I (Maret-April-Mei), musim timur (Juni-Juli-Agustus), dan musim peralihan II (September-Oktober-November). Setiap citra memiliki piksel dan nomor digital yang dapat diekstrak dan ditabulasi untuk dianalisis. Berdasarkan data citra yang diekstrak, nilai yang diperoleh selanjutnya dihitung rata-rata sebaran suhu permukaan laut selama sepuluh tahun (2006–2015). Sebaran suhu permukaan laut diperoleh dengan pendekatan interpolasi dari hasil komposit musiman selama sepuluh tahun (2006–2015).

Data hasil tangkapan ikan pelagis kecil juga merupakan rata-rata yang diperoleh selama sepuluh tahun. Data tersebut diperoleh dari pelabuhan perikanan yang menjadi pangkalan kapal-kapal nelayan yang beroperasi di Selat Makassar, Laut Jawa, dan Laut Flores. Data tersebut disortir berdasarkan jenis ikan yang jumlahnya paling dominan dan lokasi ditemukannya. Faktanya, wilayah perairan JMF Triangle memiliki lebih dari sepuluh jenis ikan, tetapi terdapat empat jenis yang paling dominan, yaitu layang, lemuru, banyar, dan bentong.

Tabel 3.1 Jumlah hasil tangkapan berdasarkan jenis ikan dan musim selama sepuluh tahun (2006–2015).

Musim	Jenis Ikan Pelagis Kecil			
	Banyar (ton)	Bentong (ton)	Layang (ton)	Lemuru (ton)
Barat	6.260,67	1.491,04	19.042,14	12.317,13
Peralihan I	5.698,22	1.632,36	10.297,69	10.475,15
Timur	6.703,19	1.969,11	14.133,03	4.769,99
Peralihan II	6.677,29	1.526,71	33.815,30	5.050,50
Total	25.339,37	6.619,22	77.288,16	32.612,77

Sumber: Data diolah dari hasil penangkapan yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (Jawa Tengah), Pangkalan Pendaratan Ikan Batulicin (Kalimantan Selatan), dan Pelabuhan Perikanan Pantai Paotere (Sulawesi Selatan)

Jumlah hasil tangkapan ikan musiman dikategorikan tinggi (>3.000 ton), sedang (1.000–3.000 ton), dan rendah (<1.000 ton) yang ditunjukkan oleh notasi lingkaran (diagram lingkaran) seperti yang tertera pada legenda masing-masing peta. Sementara itu, untuk penciri masing-masing jenis ikan pelagis kecil dibedakan dengan warna pada diagram lingkarannya. Besarnya hasil tangkapan ikan mengindikasikan tingginya kelimpahan di suatu perairan. Dari Tabel 3.1 dan Gambar 3.2 dapat diketahui bahwa berdasarkan analisis data secara umum, jika antar-jenis ikan dibandingkan, hasil tangkapan ikan layang mendominasi ikan lainnya dengan total jumlah hasil tangkapan 77.277,16 ton. Sementara itu, jika dibandingkan antara empat musim, hasil tangkapan ikan layang sangat signifikan (paling tinggi) mendominasi, terjadi pada musim peralihan II (September, Oktober, November), yaitu sebesar 33.815 ton. Ikan lemuru hanya mendominasi pada musim peralihan I, yaitu sebesar 10.475,15 ton, sedangkan ikan banyar dan ikan bentong tidak pernah mendominasi.

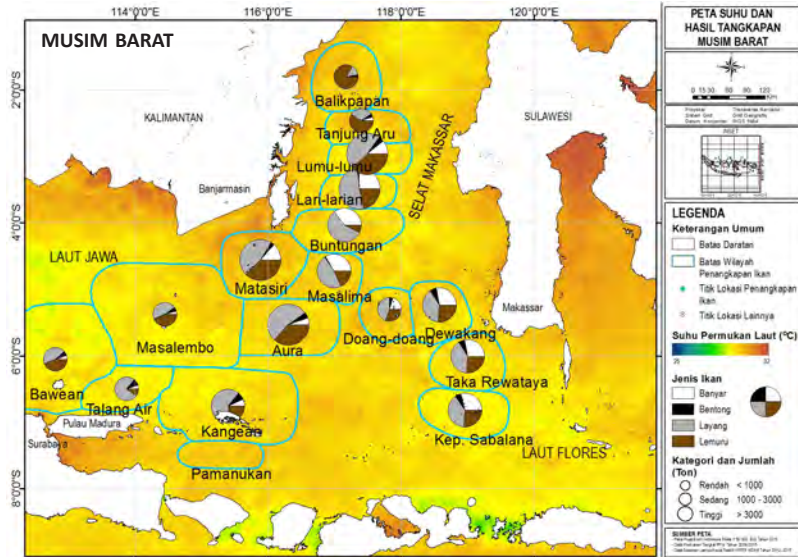
Pada musim barat, hasil tangkapan ikan layang mendominasi total hasil tangkapan dengan 19.042,14 ton, lemuru 12.317,13 ton, banyar 6.260,67 ton, dan bentong 1.491,04 ton. Hasil sebaran suhu permukaan laut yang dihubungkan dengan besarnya hasil tangkapan

ikan di ketiga perairan ini ditampilkan pada Gambar 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5. Berikut ini hasil pemetaan sebaran suhu permukaan laut dan hubungannya dengan sebaran ikan pelagis berdasarkan data primer dari citra satelit Ocean Color.

Gambar 3.2 menjelaskan hubungan sebaran ikan pelagis kecil dengan pola sebaran suhu permukaan laut pada musim barat di JMF Triangle. Hasil tangkapan layang dengan kategori tinggi terkonsentrasi pada Selat Makassar, yaitu di perairan Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura. Hasil tangkapan dengan tingkat kategori sedang terkonsentrasi di perairan Buntungan dan Lari-larian. Pada bagian timur Laut Jawa, yaitu di perairan Kangean, tangkapan ikan layang juga terkonsentrasi dengan tingkat kategori sedang. Sementara itu, di Laut Flores bagian barat, hanya ditemukan ikan layang dengan tingkat kategori rendah. Hasil tangkapan ikan lemuru mencapai nilai maksimal pada musim barat dibandingkan musim lainnya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa suhu pada musim barat cukup optimal bagi kumpulan ikan untuk bermigrasi dan terkonsentrasi terutama di Selat Makassar. Sementara itu, hasil tangkapan ikan lemuru pada musim barat, walaupun berjumlah lebih besar dibandingkan layang, berada pada jumlah sedang jika dibandingkan musim lainnya.

Tingginya jumlah hasil tangkapan ikan lemuru dapat disebabkan oleh ketersediaan makanan bagi ikan pelagis kecil, terutama di Lumu-lumu, Lari-larian, Matasiri, dan Aura. Jika ditinjau secara kontur kedalaman, Selat Makassar termasuk perairan dangkal 0–50 m dan terdiri dari pulau-pulau kecil, karang, gosong, dan laguna. Berkaitan dengan suhu pada musim barat, lokasi ini memiliki kedalaman yang dangkal sehingga kondisi perairan dapat dikatakan tergolong hangat. Ikan lemuru hidup di dekat dasar perairan dan menyukai kondisi lingkungan perairan yang hangat.

Gambar 3.3 menjelaskan pola sebaran SPL dan ikan pelagis kecil pada musim peralihan I selama sepuluh tahun di mana kondisi SPL paling hangat dibandingkan musim lainnya dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim ini mencapai 28.103,42 ton. Ikan pelagis kecil yang dominan pada musim ini diurutkan berdasarkan jumlah

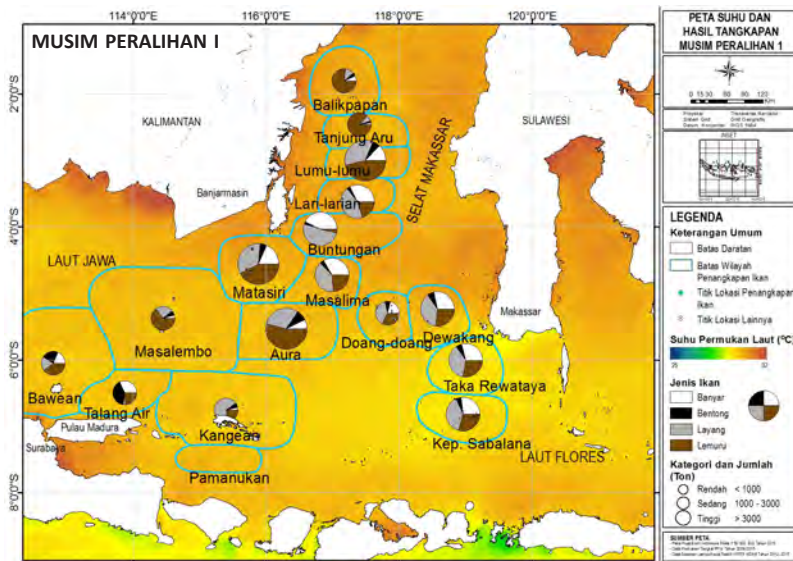


Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

Gambar 3.2 Peta Hubungan Sebaran Ikan Pelagis Kecil dan SPL pada Musim Barat di JMF Triangle

total hasil tangkapan adalah lemuru, layang, banyar, dan bentong. Dibandingkan pada musim barat, hasil tangkapan layang mengalami penurunan yang signifikan bahkan lebih kecil dibandingkan lemuru. Sementara itu, banyar dan bentong memiliki hasil tangkapan yang hampir sama dengan musim lainnya. Berdasarkan lokasi, perairan Selat Makassar memiliki hasil tangkapan terbesar, yakni terkonsentrasi pada wilayah Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura. Hasil tangkapan di perairan Laut Jawa cenderung rendah, sementara perairan Laut Flores cenderung sedang. Hasil tangkapan lemuru yang dominan diduga akibat kondisi SPL yang hangat pada musim ini karena lemuru cenderung terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih hangat, sedangkan layang lebih terkonsentrasi pada perairan dengan rata-rata SPL yang lebih dingin. Hal ini senada dengan hasil penelitian Syahdan et al. (2014) di Laut Jawa dan di

Selat Makassar yang menjelaskan adanya kecenderungan lemuru untuk lebih terkonsentrasi pada kondisi SPL yang lebih hangat dan layang pada kondisi SPL yang lebih dingin. Ciri-ciri morfologis ikan lemuru, antara lain bentuk tubuhnya bulat panjang dengan bagian perut agak membulat dan sisik duri agak tumpul serta tidak menonjol. Menurut Nontji (2005), lemuru merupakan ikan pelagis kecil yang keberadaannya sangat tergantung pada keberadaan plankton yang merupakan makanan utamanya.

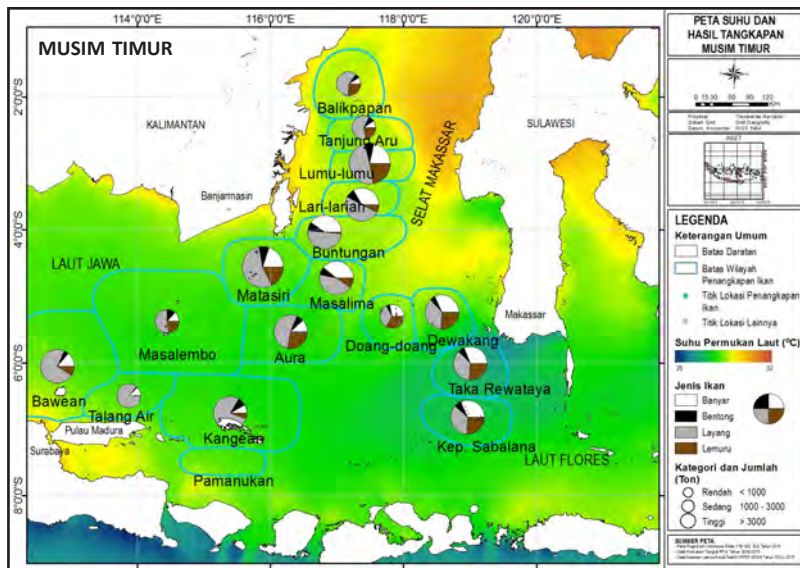


Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

Gambar 3.3 Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Peralihan I di JMF Triangle

Gambar 3.4 merepresentasikan hubungan sebaran suhu permukaan laut dan jumlah ikan pelagis kecil di periode musim timur. Berdasarkan hasil analisis data *ocean color* dan hasil tangkapan ikan dari pelabuhan perikanan, pada musim timur terjadi penurunan suhu permukaan laut dan jumlah hasil tangkapan pada musim ini

menunjukkan nilai terendah dibandingkan musim lainnya, yaitu sebesar 27.575,32 ton. Urutan jenis ikan dari hasil tangkapan terbesar hingga terkecil adalah layang, banyar, lemuru dan bentong dengan jumlah sebesar 14.133,03 ton, 6.703,19 ton, 4.769,99 ton, dan 1.969,11 ton. Selat Makassar merupakan lokasi yang memiliki hasil tangkapan terbesar, terutama di perairan Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura. Pada musim timur ini, ikan layang mendominasi hampir di seluruh lokasi penangkapan. Suhu permukaan laut yang cenderung dingin merupakan kondisi optimal bagi ikan layang untuk bermobilisasi di tiga perairan, terutama Selat Makassar, yakni di Lumu-lumu dan Matasiri. Hasil tangkapan di perairan Laut Jawa mengalami peningkatan terutama ikan layang. Sementara itu, hasil tangkapan layang dan lemuru di Laut Flores berjumlah hampir sama.



Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL).

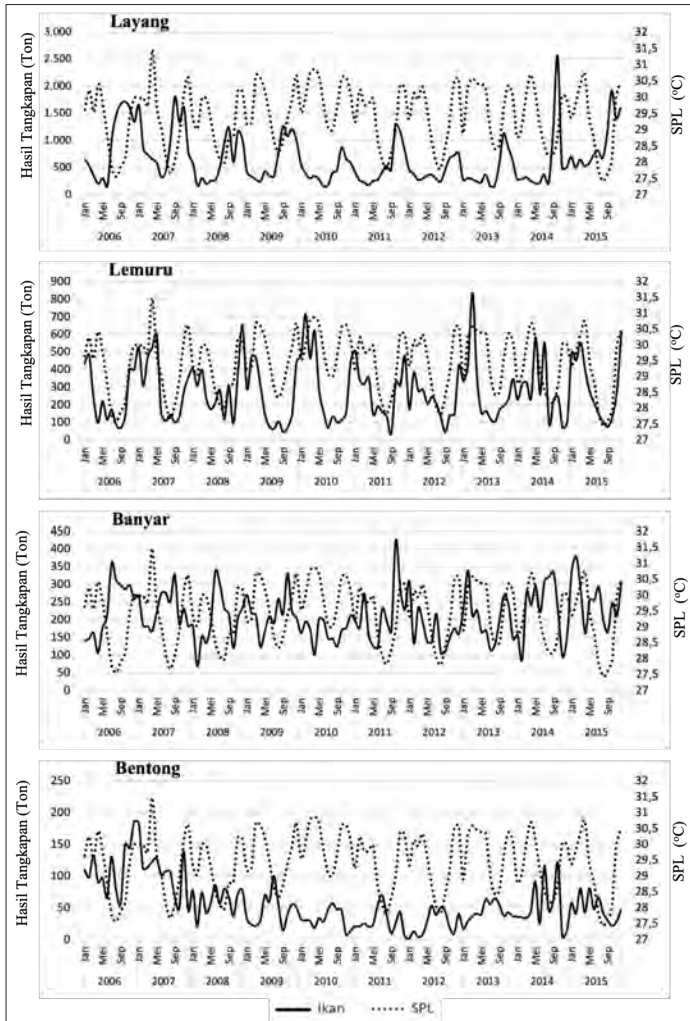
Gambar 3.4 Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL pada Musim Timur di JMF Triangle

Gambar 3.5 adalah peta hubungan suhu permukaan laut dengan ikan pelagis kecil di musim peralihan II. Pada musim ini, nilai rata-rata SPL lebih tinggi dibandingkan musim sebelumnya. Hasil tangkapan ikan pelagis kecil mencapai 47.069,79 ton, lebih tinggi dibandingkan musim timur. Jenis ikan pelagis kecil yang dominan pada musim ini berdasarkan jumlah hasil tangkapan adalah layang, banyar, lemuru, dan bentong. Layang mendominasi dengan hasil tangkapan sebesar 33.815,30 ton; jauh lebih tinggi dibanding banyar yang hanya 6.677,29 ton; lemuru 5.050,50 ton; dan bentong 1.526,71 ton. Hasil tangkapan layang pada musim ini terindikasi terkonsentrasi pada Selat Makassar, yaitu di perairan Matasiri dengan tingkat kategori tinggi. Sementara itu, di perairan Aura, Lumu-lumu, Lari-larian, serta Laut Jawa bagian timur, yaitu di perairan Bawean, hasil tangkapan masuk tingkat kategori sedang. Jika ditinjau dari pola sebaran jumlah hasil tangkapan ikan, Selat Makassar merupakan zona yang dominan dalam hal produktivitas penangkapan dan sumber daya ikan. Lumu-lumu, Matasiri, dan Aura aktif di setiap musim kecuali musim peralihan II di mana terjadi penurunan produktivitas perikanan yang cukup drastis. Sementara itu, Laut Jawa cenderung memiliki produktivitas yang lebih rendah, tetapi stabil di setiap musim, kecuali di Kangean yang fluktuatif dan Bawean yang mengalami peningkatan pada musim timur saja. Laut Flores memiliki produktivitas perikanan yang cukup stabil, yaitu dengan jumlah hasil tangkapan berkategori sedang dan menurun hanya di musim peralihan II. Layang, lemuru, banyar, dan bentong termasuk ikan pelagis yang memiliki daerah ruaya/migrasi sangat luas.

Hasil pengamatan Pedrosa-Gerasmio et al. (2015) terhadap beberapa jenis ikan pelagis kecil di perairan Laut Sulu sampai dengan Laut Sulawesi menemukan bahwa jenis tongkol, lemuru, banyar, dan selar merupakan jenis ikan yang hidup pada zona neritik dan oseanik. Penyebarannya sangat luas, mulai dari perairan tropis sampai subtropis serta dari barat Samudra Pasifik ke perairan Indonesia. Parameter kunci yang mendorong terjadinya migrasi begitu luas adalah suhu perairan yang memengaruhi kepentingan fisiologis ikan, seperti

perairan karena kondisi SPL yang berbeda-beda menurut musim. Kisaran suhu optimal bagi layang, lemuru, banyar, dan bentong berturut-turut pada kisaran 23,65–36,66°C; 26,27–35,22°C; 26,73–36,65°C; dan 27,26–35,19°C. Suhu optimum untuk pertumbuhan ikan pelagis kecil di Laut Jawa berada pada kisaran 27–28,5°C (Apriansyah et al., 2023). Schismenou et al. (2014, 2016) menyatakan bahwa pertumbuhan optimum ikan pelagis kecil jenis lemuru (*Sardinella* sp.) pada suhu 24,5°C. Ikan pelagis dewasa umumnya menghuni perairan yang lebih dingin dibandingkan ikan pelagis juvenil. Suhu optimal untuk pertumbuhan ikan pelagis jenis salmon (*Oncorhynchus* spp.) akan menurun seiring dengan bertambahnya ukuran tubuh (Morita et al., 2010).

Gaol dan Siregar (2012) menyatakan bahwa hasil tangkapan lemuru cenderung meningkat pada musim barat dan musim peralihan I, tetapi menurun pada musim timur dan musim peralihan II. Hasil analisis Panggabean (2020) menyatakan, jika ditinjau berdasarkan musim, lonjakan hasil tangkapan lemuru dan layang masing-masing terjadi pada musim barat dan peralihan II. Suhu pada musim peralihan II merupakan transisi dari suhu dingin menuju hangat, sementara saat menuju musim barat suhu makin menghangat sehingga terjadi penambahan hasil tangkapan lemuru. Prediksi daerah konsentrasi, kelimpahan musiman, dan ruaya stok ikan dapat diduga dengan mengetahui suhu optimum suatu jenis ikan (Rizkawati, 2009). Hasil penelitian Syahdan (2015) di Laut Jawa dan Selat Makassar menunjukkan bahwa lemuru dan layang cenderung meresponns secara langsung perubahan SPL. Grafik hubungan SPL dengan tangkapan ikan pelagis kecil di JMF Triangle selama sepuluh tahun (2006–2015) disajikan pada Gambar 3.6.



Keterangan: Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut (SPL)

Gambar 3.6 Grafik Hubungan SPL dengan Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di JM Triangle 2006–2015

C. Potensi Ikan Pelagis Kecil dan Hubungannya dengan Klorofil-a Musiman

Kelimpahan klorofil-a di perairan laut pada dasarnya berasal dari limpasan air yang berasal dari sungai menuju muara yang mengandung unsur hara. Pesisir Pulau Kalimantan merupakan lokasi yang memiliki nilai klorofil-a tertinggi akibat masukan nutrien yang berasal dari sejumlah daerah aliran sungai. Setelah massa air menuju laut lepas, arlindo membawa massa air yang mengandung nutrien menyebar ke beberapa lokasi di perairan Selat Makassar, Laut Jawa, dan Laut Flores. Di pesisir timur Kalimantan, nilai klorofil-a tergolong kecil dibandingkan bagian utara dengan sebaran klorofil-a yang hampir sama. Fenomena ini terjadi akibat dinamika arus di Selat Makassar lebih tinggi, mengakibatkan sebaran nutrien yang teraduk menjadi lebih luas. Selain itu, kontur dasar perairan memungkinkan terjebaknya nutrien di dasar perairan sehingga meningkatkan ketersediaan makanan bagi organisme yang mengonsumsi fitoplankton.

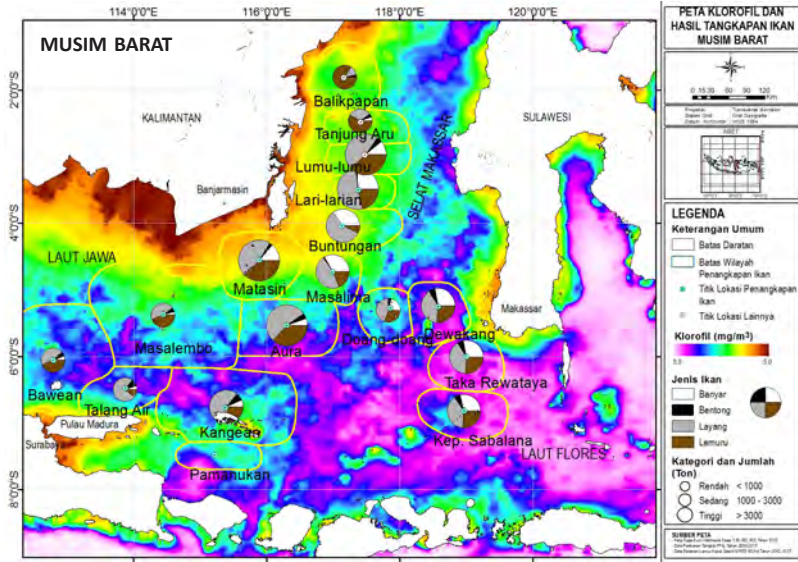
Pengolahan data memanfaatkan data yang bersumber dari citra satelit Aqua-MODIS yang dirilis NOAA. Data klorofil-a memiliki resolusi spasial 4 km sehingga untuk memperoleh sebaran dilakukan pendekatan interpolasi dengan membuat komposit musiman selama sepuluh tahun (2006–2015). Nomor digital dari tiap piksel diekstrak dan ditabulasi untuk dianalisis. Sementara itu, nilai hasil tangkapan diperoleh dari data pelabuhan perikanan yang menjadi pangkalan kapal-kapal nelayan yang beroperasi di Selat Makassar, Laut Jawa, dan Laut Flores. Pemetaan klorofil-a dan hubungannya dengan sebaran ikan pelagis dilakukan berdasarkan data primer dari citra satelit Ocean Color. Hasil pemetaan ini ditampilkan pada Gambar 3.7–3.10.

Gambar 3.7 menunjukkan sebaran klorofil-a dan hubungannya dengan ikan pelagis kecil pada musim barat di perairan JMF Triangle. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a mencapai kondisi maksimum dibandingkan musim lainnya, yaitu sebesar $0,60 \text{ mg/m}^3$ yang terjadi pada bulan Januari. Secara keseluruhan, pada musim ini nilai rata-rata klorofil-a adalah $0,42 \text{ mg/m}^3$ dengan kisaran $0,28\text{--}0,60 \text{ mg/m}^3$.

Konsentrasi klorofil-a terindikasi lebih tinggi pada bagian selatan Pulau Kalimantan dibandingkan pada Laut Jawa bagian timur dan Laut Flores bagian barat. Pada musim barat ini, secara umum hasil tangkapan layang sangat dominan dibanding lemuru, banyar, dan bentong. Perairan yang memiliki hasil tangkapan layang yang tinggi mengandung konsentrasi klorofil-a yang cenderung sedang. Pada bagian selatan Pulau Kalimantan, yaitu di perairan Masalembo di mana konsentrasi klorofil-a cukup tinggi, terlihat hasil tangkapan lemuru hanya sedikit di bawah hasil tangkapan layang, bahkan di perairan Bawean dengan nilai klorofil-a cukup tinggi terlihat hasil tangkapan lemuru lebih tinggi daripada layang. Hal ini mengindikasikan bahwa lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a. Sebaliknya, sebaran layang justru mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kepulauan Sabalana dan perairan Taka Rewataya.

Faktor keberadaan ikan lemuru dipengaruhi oleh konsentrasi klorofil-a sebagai sumber makanan bagi lemuru. Hal ini senada dengan kajian ikan lemuru di Selat Bali pada penelitian Pradini et al. (2001) tentang kebiasaan makan ikan lemuru berdasarkan pembedahan isi perut. Rendahnya konsentrasi klorofil-a yang terdeteksi oleh satelit bisa disebabkan oleh tingginya besaran arus di Selat Makassar sehingga aliran arus membawa klorofil-a bergerak lebih cepat. Hal ini terkait dengan perilaku renang ikan layang yang merupakan perenang cepat. Selain itu, ikan layang merupakan pemangsa zooplankton. Oleh karena itu, diduga ikan layang bergerak mencari area yang memiliki sumber makanan dengan sedikit klorofil-a.

Gambar 3.8 menunjukkan sebaran klorofil-a dan hubungannya dengan ikan pelagis kecil pada musim peralihan I di perairan JMF Triangle. Nilai rata-rata klorofil-a pada musim peralihan I mengalami penurunan dibanding musim musim barat. Berdasarkan analisis data *ocean color* dengan pendekatan interpolasi, konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada Maret dengan nilai maksimum 0,55 mg/m³ di bagian selatan Pulau Kalimantan, lebih tinggi dibandingkan Laut Jawa bagian timur dan Laut Flores bagian barat. Penurunan



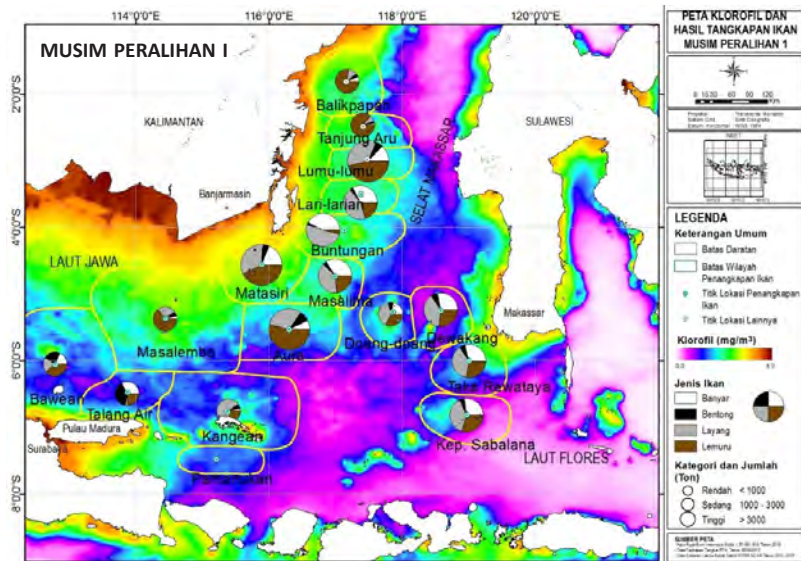
Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

Gambar 3.7 Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Barat di JMF Triangle

nilai rata-rata klorofil-a terjadi dari bulan Maret hingga bulan Mei dan secara keseluruhan kisaran klorofil-a pada musim ini adalah 0,31–0,55 mg/m³ dengan nilai rata-rata 0,41 mg/m³. Hasil tangkapan lemuru mengambil alih dominasi pada musim peralihan I ini, terlihat dari hasil tangkapan yang lebih tinggi dibanding jenis ikan pelagis lainnya. Lemuru pada musim ini mendominasi perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Matasiri, Aura, Masalembo dan Lumu-lumu. Hal ini mengindikasikan sebaran lemuru sangat dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a. Sebaliknya, hasil tangkapan layang menurun sangat signifikan di perairan tersebut dibanding musim sebelumnya. Layang justru mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a rendah, seperti di perairan Kangean, Dewakang, dan Kepulauan Sabalana. Kondisi lingkungan dan makanan yang dikonsumsi ikan lemuru memengaruhi tekstur

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan bau daging ikan seperti pada metode dalam penelitian Pradini et al. (2001). Penelitian ini membuktikan bahwa lemuru merupakan pemakan plankton berdasarkan metode pembedahan isi perut. Burhanuddin et al. (1984) dalam Pradini et al. (2001) menyatakan bahwa lemuru mendiami daerah yang mengalami proses penaikan massa air sehingga dapat mencapai biomassa yang tinggi. Oleh karena itu, perubahan lingkungan perairan mempunyai kontribusi yang besar terhadap kelangsungan hidupnya. Menurut penelitian Naim dan Sultan. (2019), hasil statistik menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a memiliki hubungan korelasi linear positif terhadap keberadaan lemuru dengan koefisien korelasi sebesar 0,84.



Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

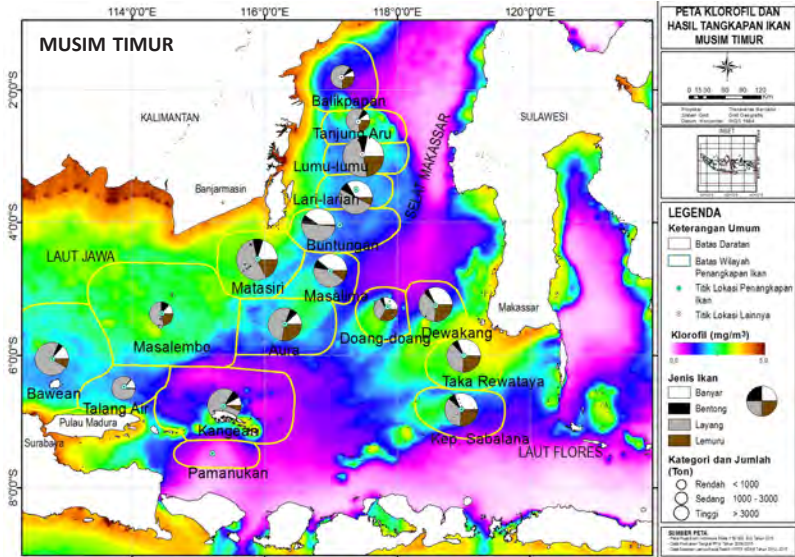
Gambar 3.8 Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Peralihan I di JMF Triangle

Gambar 3.9 menunjukkan hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur.

Berdasarkan hasil interpolasi analisis spasial, pada periode musim ini nilai klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Juli dengan nilai maksimum $0,51 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi klorofil-a terindikasi meningkat jauh lebih tinggi pada bagian selatan Sulawesi Selatan dan terjadi penurunan pada bagian selatan Pulau Kalimantan. Penurunan nilai konsentrasi klorofil-a makin meluas pada Laut Jawa bagian timur, Selat Makassar, dan Laut Flores bagian barat dibandingkan musim sebelumnya. Peningkatan nilai rata-rata klorofil-a terjadi dari bulan Juni hingga Agustus dengan kisaran antara $0,34\text{--}0,51 \text{ mg/m}^3$ dan nilai rata-rata sebesar $0,42 \text{ mg/m}^3$. Pada musim ini, hasil tangkapan layang mengambil alih posisi lemuru yang mendominasi pada musim sebelumnya. Layang, banyar, dan bentong terindikasi terkonsentrasi pada perairan dengan nilai klorofil-a rendah, seperti di perairan Lari-larian, Buntungan, dan Masalima. Hal ini mengindikasikan bahwa sebaran layang, banyar, dan bentong tidak terlalu dipengaruhi oleh keberadaan klorofil-a, sedangkan hasil tangkapan lemuru mendominasi pada perairan dengan tingkat konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Balikpapan dan Tanjung Aru.

Pada musim timur ini, terjadi peningkatan nilai klorofil-a di Laut Jawa dibandingkan musim barat dan musim peralihan I akibat pergerakan massa air menuju arah barat daya. Bersamaan dengan itu, terjadi lonjakan hasil tangkapan layang di Laut Jawa terutama Bawean. Hal ini dapat disebabkan karena klorofil-a mencapai nilai optimal bagi layang untuk berada di lokasi tersebut. Hasil penelitian Kasim et al. (2014) menunjukkan bahwa keberadaan ikan layang mendapat pengaruh dari konsentrasi klorofil-a ($P < 0,05$) dan berkorelasi positif terhadap konsentrasi klorofil-a dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,56.

Gambar 3.10 menunjukkan hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil pada musim peralihan II. Berdasarkan hasil analisis data *ocean color* dengan pendekatan interpolasi, konsentrasi klorofil-a menurun dibandingkan musim timur dan paling minimum dibandingkan tiga musim lainnya. Konsentrasi klorofil-a tertinggi pada musim ini terjadi pada bulan



Keterangan: *Overlay* hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a

Gambar 3.9 Peta Hubungan Ikan Pelagis Kecil dengan Klorofil-a pada Musim Timur di JM Triangle

September dengan nilai maksimum 0,50 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a pada bagian selatan Sulawesi Selatan terlihat mengalami peningkatan dan makin meluas, tetapi hal sebaliknya terjadi pada bagian selatan Pulau Kalimantan di mana terlihat konsentrasi klorofil-a mengalami penurunan dengan cakupan area yang makin meluas. Hasil tangkapan layang masih tetap dominan dibandingkan lemuru, banyar, dan bentong. Sementara itu, hasil tangkapan lemuru tetap cukup tinggi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a tinggi, seperti di perairan Kepulauan Sabalana dan Taka Rewataya, walaupun layang dan banyar tetap lebih dominan dibandingkan lemuru dan bentong pada kedua perairan tersebut. Terlihat hasil tangkapan layang sangat mendominasi pada perairan dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah, seperti di perairan Bawean, Talang Air, Kangean, dan Pamanukan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Walaupun secara umum jumlah hasil tangkapan menurun, keberadaan layang tetap lebih tinggi dibandingkan jenis ikan lainnya, kecuali pada wilayah Tanjung Aru dan Balikpapan di mana jumlah hasil tangkapan lemuru lebih besar. Jika dilihat dari sebaran klorofil-a pada keempat musim, terjadi pergerakan sebaran mulai dari Pulau Kalimantan, Pulau Sulawesi, dan Pulau Jawa menuju arah barat daya. Amri (2008) menyebutkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara peningkatan konsentrasi kesuburan perairan (klorofil a tinggi 1,0–1,5 mg/m³) yang diakibatkan oleh *upwelling* dan sebaran ikan pelagis kecil.

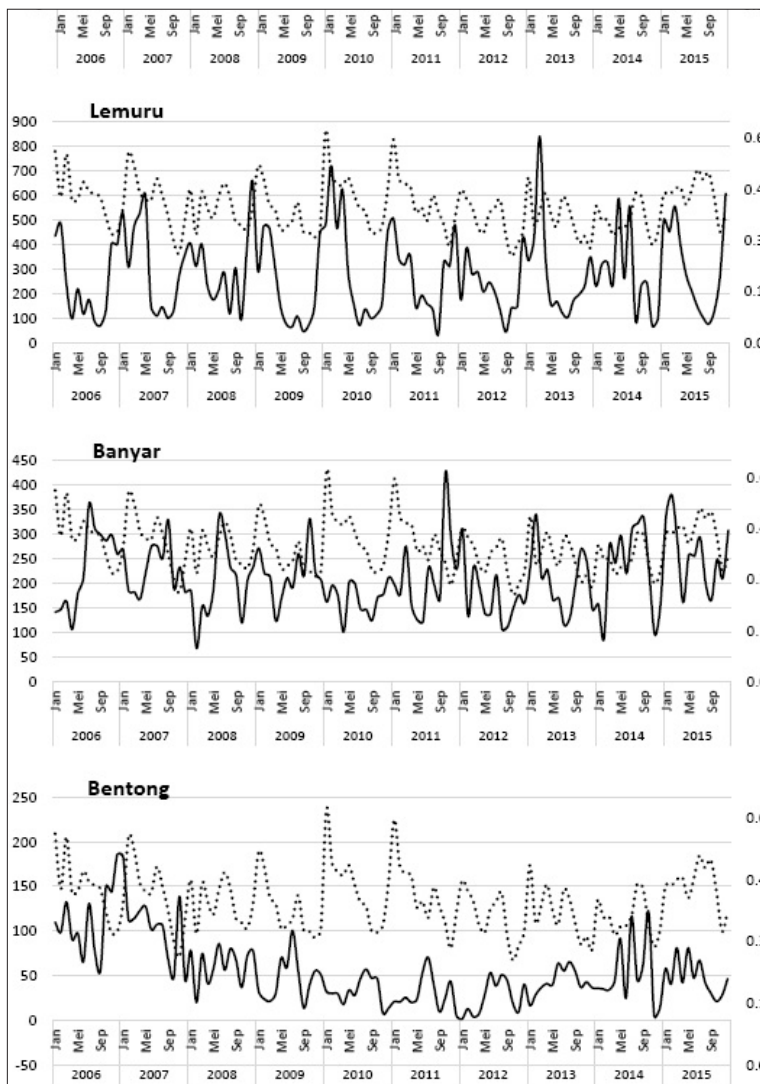
Secara umum, dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi klorofil-a di JMF Triangle juga disertai dengan makin meningkatnya konsentrasi ikan pelagis kecil secara keseluruhan. Hal ini terlihat pada periode musim barat di mana terjadi peningkatan hasil tangkapan seiring dengan makin tingginya nilai klorofil-a pada bagian selatan dan bagian timur Pulau Kalimantan yang mencapai maksimum pada bulan Februari. Kondisi yang berbeda terjadi pada Laut Flores bagian barat yang memiliki konsentrasi klorofil-a rendah dan memiliki hasil tangkapan yang rendah pula. Penurunan hasil tangkapan ikan pelagis kecil makin jelas terlihat seiring dengan penurunan konsentrasi klorofil-a. Pada periode musim peralihan I, hasil tangkapan ikan pelagis kecil, yang ditunjukkan oleh besaran lingkaran pada peta, terlihat makin mengecil seiring waktu. Fenomena ini dapat mengindikasikan bahwa peningkatan hasil tangkapan ikan pelagis kecil mengikuti tingginya konsentrasi klorofil-a pada perairan JMF Triangle.

Sama halnya dengan kondisi yang terjadi pada periode musim timur saat konsentrasi klorofil-a maksimum bergeser ke bagian selatan Pulau Kalimantan dan bagian selatan Pulau Sulawesi. Peningkatan konsentrasi ikan pelagis kecil secara keseluruhan terjadi pada kedua perairan tersebut yang mencapai maksimum pada bulan Agustus. Dibandingkan banyar, lemuru, dan bentong, keberadaan layang bertahan lebih lama hingga ke musim peralihan II (di mana konsentrasi klorofil-a telah menurun). Hal ini mengindikasikan

bahwa pencapaian maksimum hasil tangkapan layang berlangsung konsisten sampai sekitar empat bulan setelah puncak konsentrasi klorofil-a, di mana masa ini mulai terjadi pada bulan Juni (musim timur). Sebaliknya, lemuru terindikasi mencapai puncak pada musim peralihan I (saat terjadi konsentrasi klorofil-a yang tinggi), kemudian setelah itu langsung mengalami penurunan.

Penelitian di Laut Cina Selatan menunjukkan adanya pengaruh nyata nilai klorofil-a terhadap pola hasil tangkapan pada suatu perairan. Qu et al. (2005) dan Qiu et al. (2008, 2010) menyatakan bahwa korelasi limpasan daratan dan pengaruh sirkulasi monsun terhadap pergerakan massa air di kawasan pesisir merupakan salah satu faktor fisik yang mendominasi variabilitas hasil tangkapan di mana hal ini berasosiasi dengan suplai nutrisi untuk produktivitas primer. Korelasi antara keduanya adalah bahwa limpasan dari daratan memberikan masukan nutrisi di kawasan pesisir dan monsun mengontrol penyebarannya.

Distribusi dan kelimpahan sumber daya ikan pelagis kecil dapat ditunjukkan dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada suatu perairan karena klorofil-a dalam fitoplankton merupakan makanan utama di suatu perairan (Putra et al., 2012; Siregar et al., 2016). Pada musim barat dan musim peralihan I, konsentrasi klorofil-a di JMF Triangle cenderung lebih tinggi. Keberadaan lemuru tergantung pada konsentrasi klorofil-a sehingga terlihat kenaikan konsentrasi klorofil-a diiringi dengan naiknya hasil tangkapan jenis ini. Namun, bagi jenis ikan seperti layang, banyar, dan bentong yang merupakan pemakan zooplankton, peningkatan klorofil-a tidak serta-merta meningkatkan kelimpahan ikan. Beberapa penelitian menyebutkan butuh waktu sekitar tiga bulan atau selang satu musim. Hal ini disebut *time lag* yang terjadi akibat adanya mekanisme rantai makanan. Lemuru dapat memakan fito dan zooplankton seperti yang dibuktikan pada penelitian Pradini et al. (2001). Penelitian ini menjabarkan persentase fitoplankton yang ditemukan pada perut lemuru lebih besar dibanding zooplankton.



Keterangan: Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan klorofil-a.

Gambar 3.11 Grafik Hubungan Klorofil-a dengan Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di JMF Triangle 2006–2015

Pergerakan massa air yang menuju kawasan laut lepas (*offshore*) juga sangat intensif terjadi pada periode monsun di musim kemarau (musim timur). Kondisi ini secara efisien dapat meningkatkan distribusi nutrisi yang berdampak positif terhadap hasil tangkapan ikan pada periode tersebut. Senada dengan hal tersebut, Pedrosa-Gerasmio et al. (2015) menjelaskan bahwa selain suhu sebagai parameter kunci yang mengontrol pola migrasi ikan, faktor lainnya yang sangat menentukan adalah upaya pencarian makanan yang ditunjang oleh kelimpahan nutrisi (klorofil-a) pada suatu kawasan perairan. Panggabean (2011) menjelaskan bahwa dengan pendeteksian hidroakustik, ketersediaan ikan pelagis kecil di Selat Makassar terdeteksi terkonsentrasi pada kedalaman (*layers*) 75 meter dan selanjutnya menurut Panggabean (2020), sumber daya ikan pelagis kecil yang dominan di Selat Makassar adalah lemuru, layang, dan banyar.

Hasil penelitian Wangi et al. (2019) menunjukkan korelasi konsentrasi klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis bisa saja sangat kecil atau negatif di perairan Selat Makassar. Hal ini dikarenakan ada jeda waktu (*time lag*) antara ketersediaan klorofil-a pada suatu perairan dan jenis ikan tersebut. Respons layang, lemuru, banyar, dan bentong terhadap perubahan konsentrasi klorofil-a di area kajian terlihat berbeda-beda. Perbedaan ini bisa saja terjadi karena berkaitan dengan kebiasaan dan komposisi makanan dari masing-masing jenis ikan pelagis kecil tersebut. Fréon et al. (2005) menjelaskan bahwa kebiasaan makan ikan pelagis umumnya pada waktu matahari terbit dan saat matahari terbenam. Pada umumnya jenis ikan pelagis merupakan pemakan plankton, baik plankton nabati (fitoplankton) maupun plankton hewani (zooplankton). Berdasarkan Manik et al. (2018), ikan pelagis kecil yang bergerak secara bergerombol akan mendekati permukaan di siang hari dan menuju kolom air yang lebih dalam pada malam hari. Pergerakan ini disebabkan ikan pelagis umumnya adalah planktivora yang persebarannya mengikuti migrasi plankton.

Klorofil-a merupakan indikator produktivitas primer. Jika lingkungan perairannya subur, akan terdapat banyak fitoplankton,

yang merupakan produsen utama di dasar makanan rantai dan merupakan sumber makanan utama bagi beberapa ikan kecil, serta zooplankton yang juga merupakan makanan untuk ikan-ikan kecil. Rantai makanan di zona pelagis laut secara umum adalah lebih panjang dibandingkan di ekosistem darat (Sommer et al., 2018). Pemahaman tentang kompleksitas jaring makanan pelagis telah berkembang dari persepsi rantai makanan langsung (fitoplankton-zooplankton, krustasea-ikan, planktivora-karnivora) hingga jaring makanan yang diperluas termasuk jalur trofik mikroba, yaitu jaring kompleks di dalamnya. Zooplankton termasuk organisme agar-agar dan merupakan prevalensi omnivora yang tinggi (Andersson et al., 2017).

Habitat biologis dan karakteristik ekosistem sangat dipengaruhi oleh dinamika fisik dan morfologi. Muara dan lingkungan pesisir dicirikan oleh hidrodinamika kompleks dengan variabilitas temporal yang tinggi dalam sirkulasi air karena efek bersama dari angin, pasang surut, aliran air tawar, dan peristiwa episodik lainnya. Namun, pemahaman yang lebih baik tentang fluktuasi fitoplankton pada skala waktu berjam-jam hingga berminggu-minggu dapat membantu menginterpretasikan variabilitas yang diamati dalam deret waktu fitoplankton serta meningkatkan prakiraan perkembangan ledakan fitoplankton. Populasi fitoplankton memiliki laju pertumbuhan spesifik 0,1–2 harian. Fluktuasi fitoplankton yang lebih cepat daripada skala waktu khas pertumbuhan fitoplankton tidak dapat dijelaskan oleh variasi dalam tingkat pertumbuhan, tetapi kemungkinan besar berasal dari transportasi fisik sel fitoplankton, misalnya oleh angin atau arus pasang surut (Harris, 1980; Denman & Gargett, 1995; Mann & Lazier, 2009).

D. Penutup

Hal penting yang dapat disimpulkan, antara lain bahwa JMF Triangle merupakan salah satu wilayah perairan Indonesia yang memiliki potensi sumber daya ikan pelagis kecil paling melimpah. Terlepas

dari dinamika dan fluktuasi akibat faktor lingkungan pembatas yang tentu saja memengaruhinya, yaitu SPL dan klorofil-a, ikan pelagis kecil tersedia sepanjang tahun selama empat musim di perairan JMF Triangle. Ikan pelagis kecil yang tersedia perlu dijaga kelestariannya agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Informasi jenis ikan dengan jumlah yang mendominasi berguna bagi sektor industri karena sektor tersebut membutuhkan ketersediaan dalam jumlah yang besar dan konsisten. Untuk kepentingan pengelolaan sumber daya kelautan yang berkelanjutan, perlu mengaitkan siklus hidup ikan, baik bagi sumber daya ikan yang melimpah ataupun tidak. Hal ini akan menjadi masukan bagi pengelola sektor industri agar dapat mengontrol aktivitas penangkapan ikan.

Langkah yang perlu dilakukan, antara lain menyusun suatu rencana aksi bagi pengelolaan dan pemanfaatan ikan pelagis kecil. Selain sebagai sumber makanan, pengelolaan dan pemanfaatan ikan pelagis kecil juga berdampak positif pada peningkatan ekonomi nasional. Berbagai kajian stok, sebaran daerah penangkapan ikan, dan jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan bagi *stakeholder* sektor perikanan tangkap di Indonesia.

Sayangnya, ketersediaan data dan informasi tersebut masih minim dan sulit diperoleh dalam bentuk digital. Status stok sumber daya ikan seharusnya menjadi perhatian utama karena informasi ini dibutuhkan dalam pengelolaan sumber daya ikan agar memiliki kepastian keberlanjutan sumber daya, termasuk jenis-jenis pelagis kecil yang sangat melimpah di JMF Triangle Indonesia.

Oleh karena itu, salah satu contoh rencana aksi yang tepat adalah dengan membangun sebuah sistem informasi yang menyajikan data daerah penangkapan ikan dan waktu yang tepat untuk melakukan penangkapan ikan. Hal ini perlu dilakukan sebagai upaya menjaga efisiensi bagi nelayan sekaligus agar stok ikan tetap terjaga sesuai siklus hidup jenis ikan tertentu. Selain itu, perlu melibatkan partisipasi nelayan untuk melaporkan hasil tangkapan dan titik koordinat. Namun, hal ini merupakan sebuah tantangan tersendiri dalam pelaksanaan di lapangan. Instansi pengawasan sumber daya

kelautan dan perikanan telah mewajibkan ribuan kapal penangkap ikan komersil untuk memasang *vessel monitoring system*, tetapi masih ada kapal-kapal yang tidak menyalakan perangkat tersebut. Hal ini diduga terkait persaingan usaha terutama di daerah penangkapan ikan. Walau demikian, perlu adanya upaya yang konsisten dalam penerapan pencatatan dan pelaporan hasil tangkapan agar para *stakeholder* dapat melakukan manajemen yang tepat sasaran berdasarkan justifikasi *fishing ground* dan periode penangkapan ikan yang efektif dengan metode yang mengutamakan efisiensi bagi nelayan dan pelaku usaha.

Demi tercapainya harapan banyak pihak, antara lain tersedianya informasi mutakhir daerah penangkapan ikan dan waktu yang tepat untuk melakukan penangkapan ikan, terutama bagi masyarakat nelayan, perlu melibatkan elemen-elemen yang terkait dalam pelaksanaan pengelolaannya. Elemen pemerintah yang perlu dilibatkan dalam peningkatan ekonomi berbasis maritim yang berkelanjutan adalah instansi yang bergerak di bidang kelautan, perikanan, dan investasi, serta lembaga riset dan pengembangan. Selain itu, untuk menjaga keseimbangan dan mengakomodasi berbagai kepentingan, pihak swasta perlu dilibatkan sebagai penanam modal. Tambahan lagi, untuk membangun kesadaran perikanan berkelanjutan diperlukan dukungan dalam bentuk edukasi dari akademisi serta tokoh masyarakat bagi masyarakat nelayan.

Referensi

- Afdal, R., & Riyono, S. H. (2004). Sebaran klorofil-a kaitannya dengan kondisi hidrologi di Selat Makassar. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(3), 69–82.
- Amin, M. E., & Suwarso. (1990). Perubahan intensitas penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 56, 69–78.
- Amri, K. (2008). Analisis hubungan kondisi oseanografi dengan fluktuasi hasil tangkapan ikan pelagis di Selat Sunda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(1), 55–65. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.1.2008.55-65>

- Andersson, A., Tamminen, T., Lehtinen, S., Jürgens, K., Labrenz, M., & Viitasalo, M. (2017). The pelagic food web. Dalam P. Snoeijs-Leijonmalm, H. Schubert, & T. Radziejewska (Ed.), *Biological oceanography of the Baltic Sea* (281–332). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0668-2_8
- Apriansyah, Atmadipoera, A. S., Nugroho, D., Jaya, I., & Akhir, M. F. (2023). Simulated seasonal oceanographic changes and their implication for the small pelagic fisheries in the Java Sea, Indonesia. *Marine Environmental Research*, 18, Article 106012. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106012>
- Bakun, A. (1996). *Pattern in the oceans: Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant College System, National Oceans and Atmospheric Administration in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Chícharo, M. A., Amaral, A., Faria, A., Morais, P., Mendes, C., Piló, D., Ben-Hamadou, R., & Chícharo, L. (2012). Are tidal lagoons ecologically relevant to larval recruitment of small pelagic fish? An approach using nutritional condition and growth rate. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 112, 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.07.033>
- Chodrijah, U., & Hariati, T. (2010). Musim penangkapan ikan pelagis kecil diLaut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 16(3), 217–223. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi/article/view/3437/2953>
- Csirke, J. (1988). Small shoalading fish stock. Dalam J. A. Gulland (Ed.), *Fish population dynamics* (Edisi kedua, 271–302). Jhon Wiley and Sons.
- Cury, P., Bakun, A., Robert, J., Crawford, M., Jarre, A., Quinñones, R. A., Shannon, L. J., & Verheye, H. M. (2000). Small pelagics in upwelling systems: Pattern of interaction and structural changes in “Wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 603–618. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0712>
- Denman, K. L., & Gargett, A. E. (1995). Biological-physical interactions in the upper ocean: The role of vertical and small scale transport

- processes. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 27, 225–256. <https://doi.org/10.1146/annurev.fl.27.010195.001301>
- Fréon, P., Cury, P. M., Shannon, L. J., & Roy, C. (2005). Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: A review. *Bulletin of Marine Science*, 76(2): 385–462. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-11/010041541
- Gafa, B., Bahar, S., & Karyana. (1993). Potensi sumber daya perikanan di perairan Laut Flores dan Selat Makassar. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 43–53.
- Gaol, J. L., Wudianto, Pasaribu, B. P., Manurung, D., & Endriani, R. (2004). The fluctuation of chlorophyll-a concentration derived from satellite imagery and catch of oily sardine (*Sardinella lemuru*) in Bali strait. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 1(1), 24–30. <http://dx.doi.org/10.30536/j.ijreses.2004.v1.a1325>
- Gaol, J. L., & Sadhotomo, B. (2007). Karakteristik dan variabilitas parameter oseanografi Laut Jawa hubungannya dengan distribusi hasil tangkapan ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 13(3), 201–211. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.13.3.2007.201-211>
- Gordon, A. L. (2005). Oceanography of the Indonesian Seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4), 14–27. <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2005.01>
- Gordon, A. L., Giulivi, C. F., & Ilahude, A. G. (2003). Deep topographic barriers within the Indonesian seas. *Deep Sea Research*, 2(50), 2205–2228. [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645\(03\)00053-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645(03)00053-5)
- Gordon, A. L., Susanto, R. D., & Vranes, K. (2003). Cool Indonesian Throughflow as a consequence of restricted surface layer flow. *Nature*, 425, 824–828. <https://doi.org/10.1038/nature02038>
- Gordon, A. L., Sprintall, J., Aken, H. M. V., Susanto, D., Wijffels, S., Molcard, R., Field, A., Pranowo, W., & Wirasantosa, S. (2010). The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program. *Dynamics of Atmospheres and Ocean*, 50(2), 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2009.12.002>

- Hafiz, M. F., Triarso, I., & Wibowo, B. A. (2017). Analisis hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan teri (*Stolephorus* spp.) menggunakan *purse seine* waring di pelabuhan perikanan pantai (PPP) Tawang, Kabupaten Kendal. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 6(4), 92–102. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jfrumt/article/view/18835>
- Harris, G. P. (1980). Temporal and spatial scales in phytoplankton ecology: Mechanisms, methods, models, and management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(5), 877–900. <https://doi.org/10.1139/f80-117>
- Hendiarti, N., Suwarso, Aldrian, E., Amri, K., Andiausti, R., Sachoemar, S. I., & Wahyono, I. B. (2005). Seasonal variation of pelagic fish catch around Java. *Oceanography*, 18(4), 112–123. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.12>
- Hsu, F. C., Elvidge, C. D., Baugh, K., Zhizhin, M., Ghosh, T., Kroodsma, D., Susanto, A., Wiryawan, B., Riyanto, M., Nurzeha, R., & Sudarja, Y. (2019). Cross-matching VIIRS boat detections with vessel monitoring system tracks in Indonesia. *Remote Sens*, 11(9), Artikel 995. <https://doi.org/10.3390/rs11090995>
- Ilahude, A. G., & Gordon, A. L. (1996). Thermocline stratification within Indonesian Seas. *Journal of Geophysics Research*, 101(C5), 12401–12409. <http://dx.doi.org/10.1029/95JC03798>
- Ilahude, A. G., & Nontji, A. (1999). Oseanografi Indonesia dan perubahan iklim global (El niño dan La niña). Dalam *Lokakarya kita dan perubahan iklim global kasus El Nino-La Nina*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Jennings, S., Kaiser, M. J., & Reynolds, J. D. (2001). *Marine fisheries ecology*. Blackwell Science.
- Kasim, K., Triharyuni, S., & Wujdi, A. (2014). Hubungan ikan pelagis dengan konsentrasi klorofil-a di Laut Jawa. *Bawal: Widya Riset Perikanan Tangkap* 6(1), 21–29. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.6.1.2014.21-29>

- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2022). <https://kkp.go.id/djprl/jaskel/artikel/39517-keputusan-menteri-kelautan-dan-perikanan-republik-indonesia-nomor-19-tahun-2022-tentang-estimasi-potensi-sumber-daya-ikan-jumlah-tangkapan-ikan-yyang-diperbolehkan-dan-tingkat-pemanfaatan-sumber-daya-ikan-di-wilayah-pengelolaan-perikanan-negara-republik-i>
- Kuswanto, T. D., Syamsuddin, M. L., & Sunarto. (2017). Hubungan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan tongkol di Teluk Lampung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 90–102. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/15492>.
- Laevastu, T., & Hayes, M. L. (1981). *Fisheries oceanography and ecology*. Fishing News Book.
- Mallawa, A. (2006). Pengelolaan sumber daya ikan berkelanjutan dan berbasis masyarakat. Dalam *Lokakarya agenda penelitian COREMAP II Kabupaten Selayar*.
- Manik, H. M., Sujatmiko, T. N., Ma'mun, A., & Priatna, A. (2018). Penerapan teknologi hidroakustik untuk pengukuran sebaran spasial dan temporal ikan pelagis kecil di Laut Banda. *Marine Fisheries*, 9(1), 39–51. <https://doi.org/10.2944/jmf.9.1.39-52>
- Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (2005). *Dynamics of marine ecosystems: Biological-physical interactions in the oceans*. Wiley.
- Morita, K., Fukuwaka, M., Tanimata, N., & Yamamura, O. (2010). Size-dependent thermal preferences in a pelagic fish. *Oikos*, 119(8), 1265–1272. <https://doi.10.1111/j.1600-0706.2009.18125.x>
- Naim, A., & Sultan, M. H. (2019). Sebaran parameter klorofil-a di perairan Pulau Ternate dan hubungannya dengan hasil tangkapan ikan pelagis kecil. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 322–325. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.322-325>.
- Nontji, A. (2005). *Laut nusantara*. (Edisi keempat). Djambatan.

- Nybakken, J. W. (1982). *Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis* (H. M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, & S. Sukardjo, Penerj.). Gramedia.
- Panggabean, D. (2011). *Analisis swimming layers dan sebaran densitas ikan pelagis kecil di Selat Makassar dengan pendekatan hidroakustik* [Tesis tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/49448>
- Panggabean, D. (2021). *Dinamika daerah penangkapan ikan: Kasus perikanan pelagis kecil di Laut Jawa-Selat Makassar-Laut Flores*. [Disertasi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/106319>
- Panggabean, D., & Nazzla, R. (2020). Menentukan swimming layer dan distribusi ikan pelagis di Laut Flores bagian barat dengan deteksi akustik. *Marine Fisheries*, 11(2), 213–228. <https://doi.org/10.29244/jmf.v11i2.44046>
- Panggabean, D., & Nazzla, R. (2022). Distribusi dan kelimpahan ikan pelagis di Laut Flores bagian barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 28(2), 61–75. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.28.2.2022.%25p>
- Panggabean, D., Limbong, M., Telussa, R. F., & Fatmawati, D. (2023). Ukuran pertama kali tertangkap dan rasio potensi pemijahan udang dogol menggunakan jaring arad di perairan Brebes. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 15(1), 25–32. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.15.1.2023.25-32>
- Panggabean, D., Sudarmo, A. P., Anwar, K., Jalil, & Nazzla, R. (2023). Estimasi fishing ground berdasarkan sebaran kapal penangkap ikan dan faktor oseanografi di WPPNRI 573. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 6(1), 79–86. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v6i1.12752>
- Pedrosa-Gerasmio, I. R., Agmata, A. B., & Santos, M. D. (2015). Genetic diversity, population genetic structure and demographic history of *Auxis thazard* (Perciformes), *Selar crumenophthalmus* (Perciformes), *rastrelliger kanagurta* (Perciformes) and *Sardinella lemuru* (Clupeiformes) in Sulu-Celebes Sea by mitochondrial

- DNA sequences. *Fisheries Research*, 162, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.10.006>
- Pet-Soede, C., Machiels, M. A. M., Stam, M. A., & Densen, W. L. T. V. (1999). Trends in an Indonesian coastal fishery based on catch and effort statistics and implications for perception of the state of the stocks by fisheries officials. *Fish. Res*, 42(1–2), 41–56. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00034-X)
- Pradini, S., Rahardjo, M. E., & Kaswadji, R. (2001). Kebiasaan makanan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di perairan Muncar, Banyuwangi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(1), 41–45. <https://jurnal-iktiologi.org/index.php/jii/article/view/162>
- Putra, E., Gaol, J. L., & Siregar, V. P. (2012). Hubungan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan hasil tangkapan ikan pelagis utama di perairan Laut Jawa dari citra satelit MODIS. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 1–10. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtpk/article/view/15963/11836>
- Qiu, Y., Wang, Y., & Chen, Z. (2008). Run-off and monsoon-driven variability of fish production in East China Seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77(1), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.09.001>
- Qiu, Y., Lin, Z., & Wang, Y. (2010). Responses of fish production to fishing and climate variability in Northern South China Sea. *Progress in Oceanography*, 85(3–4), 197–212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2010.02.011>
- Qu, T., Du, Y., Strachan, J., Meyer, G. S., & Slingo, J. (2005). Sea surface temperature and its variability in the Indonesian region. *Journal Oceanography*, 18(4), 51–61. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.05>
- Rasyid, A., Nurjannah, N., Iqbal, B., & Hatta, M. (2014). Karakteristik oseanografi perairan Makassar terkait zona penangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur. *Jurnal IPTEKS PSP*, 1(1), 69–80. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/iptekspsp/article/view/61/55>

- Rizkawati, R. (2009). *Pengaruh suhu permukaan laut terhadap hasil tangkapan ikan tenggiri di Perairan Indramayu, Jawa Barat* [Skripsi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59299>
- Robinson, I. S. (2010). *Discovering the ocean from space: The unique applications of satellite oceanography*. Springer.
- Sadhotomo, B., & Nurhakim, S. (2000). Keterkaitan faktor oseanografi dengan sumberdaya ikan pelagis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 6(3-4), 1-8. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.6.3-4.2000.1-9>
- Schismenou, E., Giannoulaki, M., Tsiaras, K., Lefkaditou, E., Triantafyllou, G., Somarakis, S. (2014). Disentangling the effects of inherent otolith growth and model-simulated ecosystem parameters on the daily growth rate of young anchovies. *Mar Ecol Prog Ser*, 515, 227-237.
- Schismenou, E., Palmer, M., Giannoulaki, M., Alvarez, I., Tsiaras, K., Triantafyllou, G., Somarakis, S. (2016) Seasonal changes in otolith increment width trajectories and the effect of temperature on the daily growth rate of young sardines. *Fish Oceanogr*, 25, 362-372.
- Sommer, U., Charalampous, E., Scotti, M., & Moustaka-Gouni, M. (2018). Big fish eat small fish: Implications for food chain length. *Community Ecology*, 19(2), 107-115. <https://doi.org/10.1556/168.2018.19.2.2>
- Syahdan, M. (2015). *Pola spasial dan variabilitas temporal data satelit multisensor hubungannya dengan distribusi ikan pelagis kecil di Selat Makassar-Laut Jawa* [Disertasi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/74540>
- Syahdan, M., Atmadipoera, A. S., Susilo, S. B., & Gaol, J. L. (2014). Variability of surface chlorophyll-a in the Makassar Strait - Java Sea, Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 14(2), 103-116.
- Wangi, D. A. P., Sunardi, & Rahman, M. A. (2019). Pendugaan daerah potensi penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

berdasarkan parameter oseanografi di perairan Selat Makassar. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 86–92. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.12>

- Widodo, J. (1997). Review of the small pelagic fisheries of Indonesia. Dalam M. Devaraj & P. Martosubroto (Ed.), *Proceeding of the APFIC working party on marine fisheries: First session small pelagic resources and their fisheries in the Asia-Pacific region (199–226)*. RAP Publication.
- Widodo, J., Sumadiharga, O. K., & Djamali, A. (2001). Pengkajian sumber daya perikanan laut (*Fisheries stock assessment*). Dalam D. Asikin, O. K. Sumadiharga, B. Sumiono, & Sulistijo (Ed.), *Penuntun pengkajian stok sumberdaya ikan perairan Indonesia*. Pusat Riset Perikanan Tangkap-Badan Riset Kelautan dan Perikanan (BRKP)-DKP dan Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Zainuddin, M., Safruddin, Farhum, S. A., Nelwan, A., Selamat, M. A., Hidayat, S., & Sudirman. (2015). Karakteristik daerah potensial penangkapan ikan cakalang di Teluk Bone-Laut Flores berdasarkan data satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a pada periode Januari-Juni 2014. *Jurnal IPTEKS PSP*, 2(3), 228–237. <https://doi.org/10.20956/jipsp.v2i3.76>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 4

Penyebab dan Dampak Ekologis dari Susut Hasil Produksi Ikan di Indonesia

Ibnu Budiman, Dita Wisudyawati, Afifah Azzahra

A. Problematika Susut Hasil Produksi Ikan di Indonesia

Industri perikanan tangkap dan akuakultur menyediakan 15%–20% pasokan protein global (Escobar et al., 2018). Isu ketahanan pangan terkait dengan interaksi antara sektor pertanian dan lingkungan, sosial ekonomi, dan faktor kebijakan/politik. Interaksi tersebut salah satunya dapat dilihat pada kejadian sampah makanan yang mengancam ketahanan pangan (Kementerian Pertanian, 2019).

Kehilangan pangan (*food loss*) dalam dunia perikanan mencakup tiga kategori, sebagai berikut.

I. Budiman*, D. Wisudyawati, & A. Azzahra

*Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN), e-mail: budimanibnu26@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Budiman, I., Wisudyawati, D., & Azzahra, A. (2023). Penyebab dan dampak ekologis dari susut hasil produksi ikan di Indonesia. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (95–144). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908. c755 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

- 1) Fisik: Ikan “hilang” dari rantai pasokan, misalnya karena dicuri, terjatuh, atau dimakan hewan.
- 2) Kualitas: Kualitas ikan yang menurun dapat menurunkan nilai ikan tersebut dan mengakibatkan kerugian ekonomi (Meenakshi et al., 2010).
- 3) Kehilangan nutrisi: Kehilangan (*loss*) nilai gizi yang disebabkan oleh berbagai kerusakan dan pembusukan (JP2GI, 2020).

Asia memasok hampir 60% dari produksi ikan global. Selain itu, perikanan pesisir berperan penting dalam memastikan ketahanan pangan dan mendukung 20 juta pekerja (Purnomo et al., 2020). Di Asia Tenggara, susut hasil produksi ikan (*fish loss*) dan makanan laut mencapai 7,5 juta ton/tahun atau senilai 22,5 miliar USD dan persentase tertinggi berasal dari tahap pascapanen (*postharvest losses* atau disebut PHL).

PHL menyebabkan kekurangan pangan, baik kuantitas maupun kualitas. Penurunan nilai pangan ini, termasuk nilai gizi dan ekonomi, terjadi saat proses distribusi ke pelanggan, dibuang, atau dijual dengan harga yang cukup murah (Diei-Ouadi & Mgawe, 2011). Untuk Indonesia, dengan produksi perikanan mencapai 20,72 juta ton per tahun (Hartati & Islamiati, 2019), memiliki perikanan tangkap yang mencapai 6,4 juta ton ikan per tahun (Rizal et al., 2019). Jumlah sumber daya ikan yang dapat dimanfaatkan di zona penangkapan ikan, yaitu 5,6 juta ton (Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, 2022). Dari angka tersebut, tingkat kehilangan (susut hasil) ikan mencapai 30%–40% per tahun atau senilai 7,3 miliar USD. Penyusutan itu seharusnya bisa digunakan untuk memasok protein ke jutaan anak dan ibu hamil (6–7 kg/kapita/tahun). Persentase susut hasil pascapanen di sektor perikanan termasuk tinggi, yaitu 30% (Pasopati, 2015) dan berkontribusi pada kerugian 30 triliun rupiah (Pasopati, 2015). Salah satu studi mengenai akibat penanganan ikan yang tidak sesuai terhadap hasil tangkapan ikan menyatakan bahwa susut mutu ikan di pelabuhan perikanan pantai (PPP) Pondokdadap, Malang, sebesar 3,23% per tahun (Handoko & Yuniarti, 2023; Sayuti & Limbong,

2019). Sementara itu, potensi susut ikan secara finansial per trip di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus, Padang, adalah sebesar Rp805.900,00 hingga Rp1.148.600,00 (Handoko et al., 2021; Handoko & Yuniarti, 2023).

Kehilangan hasil (tangkapan, produksi, atau panen) disebabkan oleh penanganan yang buruk di kapal (8,2%), transportasi dan penyimpanan (6%), pengolahan dan pengemasan (9%), dan sistem distribusi (15%). Susut hasil yang tinggi tersebut berdampak mengurangi nilai (*financial loss*) serta mengurangi suplai ikan dan nutrisi, terutama bagi 19 juta penduduk Indonesia yang menderita gizi buruk (Hansen et al., 2020).

Kehilangan hasil, antara lain juga disebabkan oleh kondisi pasar. Pembudi daya ikan harus “membunuh” ikannya di tambak akibat harga ikan anjlok, tidak sebanding dengan biaya pemeliharannya yang tinggi (pakan, obat-obatan, tenaga kerja). Selain menimbulkan kehilangan/kerugian, hal ini juga termasuk dalam pemborosan/limbah (Diei-Ouadi & Mgawe, 2011). Kehilangan ini dipengaruhi oleh fakta bahwa 90% dari produsen ikan adalah nelayan kecil. Pada tahun 2018, terdapat 6,6 juta jiwa yang menggantungkan mata pencahariannya sebagai nelayan dan pembudi daya ikan (JP2GI, 2020).

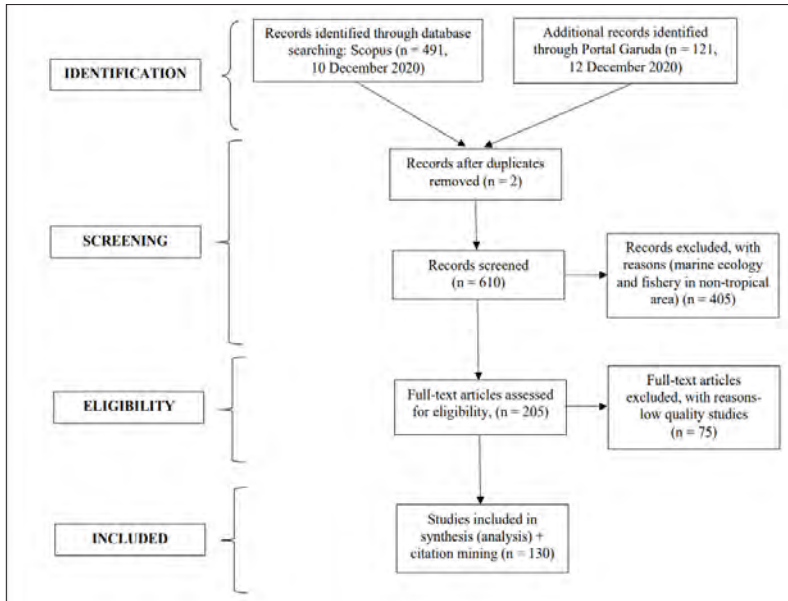
PHL berkaitan dengan dampak lingkungan. Korelasi antara kehilangan pangan (khususnya kehilangan saat proses pascapanen) dan aspek lingkungan adalah korelasi dua arah yang berarti saling berpengaruh satu sama lain. Dengan demikian, kehilangan pangan (susut hasil) dapat menimbulkan dampak lingkungan (Affognon et al., 2015; Pauly et al., 2000), dan sebaliknya, perubahan/keadaan lingkungan yang ada juga dapat berkontribusi pada tingkat kehilangan pangan (Diei-Ouadi & Mgawe, 2011).

Bab ini menelusuri tentang aspek lingkungan yang berkaitan dengan ekologi laut, yaitu aspek yang dapat menyebabkan kehilangan ikan (*fish loss*) dan aspek yang terkena dampak dari kehilangan ikan (susut hasil) di ekosistem laut tropis, khususnya di Indonesia. Hasil dari studi ini akan membantu para pemangku kepentingan (*stakeholder*) untuk menentukan strategi dalam mengurangi kehilangan dan

limbah ikan (*fish loss and waste*) pada era pascapandemi Covid-19 di Indonesia, dengan cara yang ramah lingkungan.

Pengumpulan data bab ini menggunakan *systematic literature review* (SLR). SLR mengidentifikasi, memilih, dan menilai penelitian secara kritis untuk menjawab pertanyaan penelitian (Sambunjak et al., 2017; Dewey & Drahota, 2016). Protokol SLR terdiri dari beberapa tahap. Pertama, konsep kunci didefinisikan berdasarkan pertanyaan penelitian. Penulis membagi subjek dalam pertanyaan penelitian menjadi tema utama. Kami mengidentifikasi tiga konsep kunci dari pertanyaan penelitian: (1) aspek lingkungan, (2) ekologi kelautan, dan (3) pemangku kepentingan (*stakeholder*). Konsep-konsep kunci ini menjadi pedoman untuk ketentuan atau istilah penelusuran yang digunakan dalam tinjauan literatur sistematis. Dengan menemukan sinonim atau topik terkait untuk setiap konsep di Google Cendekia (Google Scholar), kami merumuskan ketentuan atau istilah penelusuran per konsep untuk membuat kueri yang sistematis. Ketentuan-ketentuan atau istilah-istilah penelusuran ini disempurnakan dengan melakukan beberapa penelusuran pendahuluan atau sederhana. Kami menggunakan teknik Boolean *operator*, teknik *wildcard*, dan teknik *proximity operator* untuk menyusun formula kueri, yang selanjutnya digunakan di Scopus dan Portal Garuda (database Indonesia).

Tahap kedua adalah seleksi dokumen melalui proses penyaringan (*screening*). Dari hasil penelusuran pada database tersebut di atas, penyaringan dilakukan terhadap judul dan/atau abstrak dokumen (artikel) terpilih untuk ditinjau berdasarkan kriteria yang telah disusun sesuai dengan lingkup objektif penelitian. Salah satu kriterianya adalah artikel tersebut dipublikasi setelah tahun 2000. Perangkat lunak manajemen referensi Endnote digunakan untuk mengelola hasil penelusuran dan dokumen terpilih. Selanjutnya, bibliografi yang relevan dari dokumen yang terpilih dilacak dan ditinjau untuk menemukan bahan pendukung untuk analisis. Pendekatan ini juga disebut sebagai metode *snowballing* atau *pearl gathering* (Wohlin, 2014). Skema alir pada Gambar 4.1 menunjukkan proses penyaringan (*screening*) hingga mendapatkan 130 artikel jurnal yang relevan.



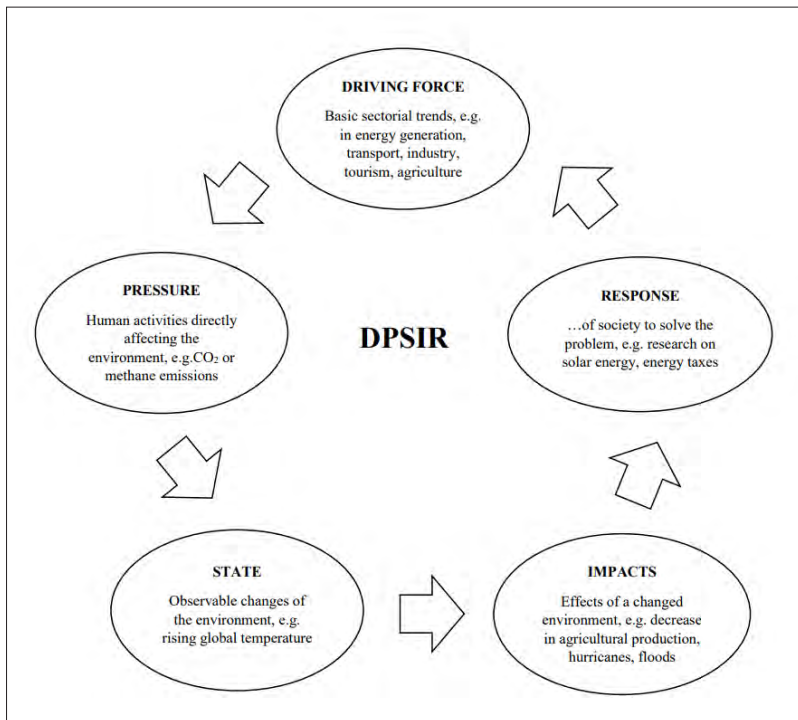
Sumber: Diadaptasi dari Moher et al. (2015).

Gambar 4.1 Proses *Screening* dalam *Systematic Literature Review*

Dari hasil SLR, aspek-aspek penting dipilih dan dianalisis lebih lanjut dengan konsep *driving forces, pressure, state, impact, response* (DPSIR). DPSIR adalah kerangka kerja kausal untuk menggambarkan interaksi antara masyarakat dan lingkungan. Dampak manusia terhadap lingkungan dan sebaliknya terjadi akibat saling ketergantungan dari banyak komponen, termasuk sistem sosio-ekologis. Kerangka kerja ini telah banyak digunakan dan dikembangkan untuk menilai dan mengelola masalah lingkungan di berbagai ekosistem. Berdasarkan Maxim et al. (2009) dan Patrício et al. (2016), DPSIR menggunakan komponen-komponen, sebagai berikut.

- 1) Penggerak (*driving forces*), yaitu perkembangan atau situasi sosial atau ekonomi yang mengarah pada tekanan atau menyebabkan masalah lingkungan.

- 2) Tekanan (*pressures*), yaitu intervensi sosial atau masyarakat yang mengarah pada perubahan keadaan (lingkungan).
- 3) Keadaan (*states*), yaitu kualitas lingkungan di atmosfer, biosfer, litosfer, atau hidrosfer.
- 4) Dampak (*impacts*), yaitu dampak sosial akibat perubahan (lingkungan) di suatu keadaan atau negara.
- 5) Tanggapan (*responses*), yaitu tanggapan sosial atau masyarakat yang memberi umpan balik pada kekuatan pendorong, tekanan, keadaan, atau dampak.



Sumber: Patricio et al. (2016)

Gambar 4.2 Evolusi Kerangka Kerja DPSIR

B. Penyebab Susut Hasil Produksi Ikan

Bab ini mengidentifikasi 17 aspek penyebab penurunan produksi ikan (*fish production*), kehilangan ikan (*fish losses*), dan penurunan konsumsi ikan (*fish consumption*) yang disebabkan dampak lingkungan (Gambar 4.3). Aspek tersebut terdiri dari tiga aspek penggerak (kurangnya penegakan kebijakan, teknologi serta energi, dan air bersih) yang memicu enam aktivitas (pengambilan keputusan nelayan, sanitasi kebersihan, pengolahan ikan, pariwisata, industri, dan sistem rantai dingin) yang memengaruhi delapan jenis tekanan lingkungan yang saling terkait (perubahan iklim, *the El Niño-Southern oscillation* (ENSO), polusi bahan kimia, ikan predator, eutrofikasi, jumlah fitoplankton, bencana alam, degradasi ekosistem). Tekanan-tekanan tersebut berkontribusi pada penurunan produksi ikan, kehilangan ikan saat pascapanen, dan penurunan konsumsi ikan pada tingkat konsumen.

Tekanan lingkungan yang paling signifikan berasal dari perubahan iklim (termasuk osilasi bagian selatan El Niño dan variabilitas monsun) dan polusi bahan kimia, termasuk plastik (Handayani et al., 2019; Pasha et al., 2022; Puspasari et al., 2021). Perubahan iklim ditemukan memengaruhi banyak kegiatan dan memperburuk tekanan lingkungan lainnya, termasuk polusi bahan kimia.

Aspek signifikan lainnya adalah kurangnya kebijakan yang relevan, penegakan/pelaksanaan dan dukungan pemangku kepentingan (*stakeholder*) dalam pengelolaan pesisir dan laut yang berkelanjutan, terutama pada komponen teknologi, investasi modal, dan pengetahuan (Kementerian Pertanian, 2019; Orinaldi, 2020). Hal ini memengaruhi kemampuan nelayan dan masyarakat pesisir dalam mengambil keputusan pada kegiatan produksi ikannya.

Selain itu, aspek-aspek tersebut di atas berkontribusi pada peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian bencana (alam) yang mengganggu ekosistem laut, stok ikan, dan stabilitas masyarakat pesisir dalam produksi ikan. Faktor biologis, seperti paparan predator, hama, dan mikroorganisme; faktor kimia (air tercemar);

daya, emisi gas rumah kaca (GRK), limbah, gangguan pada kawasan lindung, perubahan siklus nutrisi). Dampak lingkungan yang paling signifikan adalah lebih banyak eksploitasi sumber daya (termasuk di kawasan konservasi perairan atau kawasan perlindungan laut lindung) yang menyebabkan degradasi/defisit ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, dan berkurangnya stok ikan (van Beukering et al., 2010). Masing-masing aspek dan keterkaitannya dijelaskan sebagai berikut.

1. Tekanan Lingkungan (*Pressures*)

Berikut faktor-faktor tekanan lingkungan (*pressures*) yang menyebabkan susut hasil produksi ikan (*state*).

a. Polusi Bahan Kimia dan Plastik

Polutan kimia ditemukan sebagai penyebab paling signifikan dari kehilangan ikan dan kehilangan nutrisi dalam produk ikan. Hal ini ditemukan dalam banyak studi kasus. Pada subbab ini, akan disajikan beberapa di antaranya.

Kasus pertama pada escolar/gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*), salah satu produk ikan ekspor di Indonesia. Sebuah studi menyelidiki kandungan logam terutama merkuri dan kromium pada ikan escolar yang dikumpulkan dari wilayah pengelolaan perikanan 573. Escolar dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu berat 4 kg, 8 kg, dan 12 kg. Analisis logam dilakukan pada daging (otot), hati, dan insang. Hasil studi menunjukkan bahwa kandungan kromium berkisar antara 0,04–0,08 ppm pada insang dan 0,09–0,66 ppm pada daging. Kandungan ini berbeda dengan kandungan merkuri yang bervariasi (0,02–3,87 ppm) di antara organ-organ dan kelompok berat ikan escolar. Terlihat bahwa hati mengandung merkuri lebih tinggi daripada organ-organ lain dari masing-masing kelompok berat. Berdasarkan nilai rata-rata, daging escolar dengan berat 8 kg mengandung merkuri paling rendah, yaitu 0,68 ppm. Hal ini sedikit berbeda dengan hati escolar yang mengandung 1,49 mg/kg (ppm) untuk kandungan merkurnya. Nilai ini di atas kandungan merkuri

pada ikan pada umumnya, yaitu 0,5 mg/kg (Ratnasari et al., 2018). Berdasarkan analisis faktorial, kandungan merkuri pada semua organ dan kelompok berbeda nyata ($p < 0,05$).

Kasus kedua terkait dengan kontaminasi radiokimia untuk suatu situasi yang diwakili oleh pelepasan seketika ^{90}Sr -oksida di lautan. Sebuah studi menyusun model kontaminasi radiobiotik yang didasarkan secara lebih realistis pada karakteristik organisme laut pesisir yang telah diketahui. Masalah yang timbul utamanya menyangkut perilaku organisme yang menetap dan penyerapan biologis selama kondisi pelepasan yang berkepanjangan. Hal ini membutuhkan penilaian kontaminasi radiokimia yang memadai (Vaughan & Strand, 1970).

Kasus ketiga ditemukan di Jawa Barat. Penggunaan bahan kimia berkontribusi terhadap kehilangan nutrisi (*nutritional loss*) dari produk ikan. Hasil studi menemukan bahwa dari 72 sampel laboratorium ikan asin, 42 di antaranya positif mengandung formalin. Sebanyak 21,9% dari total sampel yang positif adalah ikan teri (*Stolephorus tri*) yang dikirim dari beberapa tempat di Indonesia. Persentase formaldehida karsinogenik tertinggi pada ikan asin sangat penting (Surahman et al., 2019).

Kasus keempat terkait dengan toksisitas dari sistem rantai dingin yang tidak efisien, yaitu histamin. Histamin beracun bagi manusia dan bisa menjadi racun bagi lingkungan. Histamin dihasilkan dari ikan tuna, ikan cakalang, dan ikan tongkol selama sistem penyimpanan dan pendinginan yang buruk. Jika ikan yang terkontaminasi ini dibuang secara langsung ke lingkungan tanpa ada proses penanganan/ perlakuan, dapat menimbulkan dampak lingkungan juga, terutama jika dimakan oleh hewan lain atau mikrob.

Kasus terakhir adalah pencemaran plastik di Bali dan Sulawesi Selatan. Sebuah studi menemukan serangkaian faktor-faktor yang kompleks berkontribusi terhadap kebocoran plastik yang luas ke lingkungan laut. Standar hidup yang meningkat telah memungkinkan orang-orang di komunitas terpencil dengan sumber daya rendah untuk membeli lebih banyak barang plastik sekali pakai daripada sebelumnya. Sementara itu, geografi yang kompleks dan layanan

pengumpulan yang minim membuat pengelolaan sampah menjadi masalah yang sulit dan menyebabkan masyarakat sendiri yang menanggung dampak krisis plastik di laut. Tanpa akses ke produk-produk *biodegradable*, ramah lingkungan, dan sistem plastik sirkuler, masyarakat pesisir dan ekosistem laut sekitarnya akan terus dibanjiri sampah plastik (Phelan et al., 2020).

b. Perubahan Iklim

Perubahan iklim berpengaruh negatif pada berbagai aktivitas dan keadaan lingkungan yang berkaitan dengan kehilangan ikan (*fish losses*). Emisi karbon dioksida antropogenik diketahui mengubah siklus hidrologi, mengganggu ekosistem laut dan siklus hidup spesies, dan menyebabkan kehilangan habitat global (Malik et al., 2016).

Intensitas/frekuensi iklim lembap dan cuaca ekstrem (kekeringan, banjir, badai) dipengaruhi oleh perubahan iklim. Terjadinya situasi-situasi iklim tersebut pada saat panen ikan memengaruhi proses pascapanen. Tambahan lagi, Indonesia memiliki variabilitas iklim yang tinggi yang memengaruhi penanganan (dan kehilangan/*loss*) pascapanen.

Perubahan iklim berdampak pada ketersediaan ikan dan ketidakstabilan pasokan ikan (JP2GI, 2020). Ada bukti kuat bahwa perubahan iklim (yaitu kenaikan suhu laut, curah hujan, dan kelembapan) telah memengaruhi distribusi produksi ikan dan berimplikasi pada sektor kelautan perikanan tangkap. Sebuah studi menyelidiki hubungan antara perubahan iklim dan produksi ikan di Yogyakarta. Studi ini menganalisis data perubahan iklim dan hasil produksi ikan tahunan dari tahun 2016 hingga tahun 2017. Hasil studi menunjukkan bahwa ada korelasi yang signifikan antara perubahan iklim dan hasil atau tangkapan ikan tahunan dengan $r = 0,64$ dan $p = 0,013$. Selain itu, studi ini juga mengungkapkan adanya penurunan produksi ikan yang ditangkap dari 4.028 kg pada tahun 2016 menjadi 3.600 kg pada tahun 2017 atau selama satu tahun periode produksi (Sabihaini et al., 2020). Studi lain juga menemukan bahwa cuaca yang tidak dapat diprediksi pada tahun 2015 dan tahun 2016 memengaruhi perubahan

musim migrasi ikan tuna dan menyebabkan kurangnya hasil tangkapan (Karningsih et al., 2018).

Dampak perubahan iklim terhadap produksi ikan terkait dengan ketersediaan fitoplankton sebagai makanan/pakan ikan di laut. Sebuah studi menggabungkan model fisik-biogeokimia dengan model jaring makanan berbasis ukuran yang dinamis untuk memprediksi pengaruh perubahan iklim terhadap biomassa dan produksi ikan di sebelas laut beting daerah yang besar, dengan dan tanpa pengaruh penangkapan ikan. Hasilnya menunjukkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan produksi ikan ditunjukkan oleh perubahan produksi fitoplankton (Blanchard et al., 2012). Belum ada riset spesifik di Indonesia terkait dampak perubahan iklim pada fitoplankton dan produktivitas perikanan tangkap, tetapi beberapa studi menunjukkan adanya indikasi tersebut. Sejumlah riset menginvestigasi kualitas perairan pesisir berdasarkan indeks-indeks biologis fitoplankton, parameter fisik-kimia (suhu, kecerahan, salinitas, pH, *dissolved oxygen*/oksigen terlarut [DO], CO₂, *biological oxygen demand*/kebutuhan oksigen biologis [BOD]) dan hubungan kedua parameter tersebut. Perubahan iklim ditemukan memengaruhi parameter fisik kimia dan produksi fitoplankton. Di Pangandaran, Jawa Barat, ditemukan perubahan kualitas dan produktivitas perairan tawar, mangrove, dan estuari yang terjadi antara musim (Nurdiana et al., 2020). Pola yang sama juga ditemukan dari biomonitoring kualitas perairan pesisir Pantai Lembung, Pamekasan, menggunakan bioindikator fitoplankton (Amin & Purnomo, 2021). Pembahasan lebih lanjut mengenai fitoplankton disajikan di subbab berikutnya.

c. *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan Variabilitas Monsun

Perubahan iklim meningkatkan frekuensi dan intensitas ENSO yang juga memengaruhi produksi ikan. ENSO adalah variasi periodik angin dan suhu permukaan laut yang tidak teratur di atas Samudra Pasifik bagian timur tropis, yang memengaruhi iklim sebagian besar wilayah tropis dan subtropis. Fase pemanasan suhu laut dikenal sebagai El Niño dan fase pendinginannya adalah La Niña.

ENSO memengaruhi beberapa fenomena alam, salah satunya Arus Humboldt Bagian Utara. Ekosistem Arus Humboldt Utara merupakan salah satu lingkungan yang paling produktif di dunia dalam hal produksi ikan. Lokasinya yang dekat dengan khatulistiwa memungkinkan terjadinya *upwelling* yang kuat di bawah angin yang relatif rendah sehingga menciptakan kondisi yang optimal bagi perkembangan komunitas plankton. Komunitas ini pada akhirnya mendukung populasi ikan pemakan tumbuhan yang melimpah, seperti teri Peru/*anchoveta* Peru (*Engraulis ringens*). Ekosistem juga bergantung pada variabilitas lingkungan tahunan yang kuat terkait dengan ENSO, yang memiliki pengaruh besar pada struktur nutrien, produksi primer, dan tingkat trofik yang lebih tinggi. Perubahan kuantitas dan komposisi fitoplankton (misalnya kontribusi diatom, dinoflagellata, dan silicoflagellata) karena pengaruh intensitas *upwelling* penting dalam dinamika El Niño 1997–1998 dan tiga tahun berikutnya. Ekspansi dan migrasi populasi ikan mesopelagik selama El Niño penting untuk dinamika mobilitas pada tahun-tahun berikutnya. Perubahan laju penangkapan ikan adalah penggerak eksternal yang paling penting karena membantu menjelaskan dinamika yang diamati selama periode yang dimodelkan, terutama selama periode pasca-El Niño (Taylor et al., 2008). Kami menyoroti beberapa studi kasus tentang bagaimana ENSO dan fenomena terkaitnya memengaruhi produksi ikan.

Pengaruh ENSO terhadap perikanan ditemukan di Jawa Timur, Sulawesi Utara, Aceh, dan Sulawesi Selatan. Di Malang selatan, Jawa Timur, produksi tangkapan ikan cakalang berfluktuasi sejak fenomena ENSO terjadi. Kurangnya informasi tentang fenomena ENSO di kalangan nelayan menyebabkan produksi ikan kurang termanfaatkan sehingga jumlah ikan cakalang yang tertangkap selama ENSO lebih sedikit. Selama masa perubahan suhu yang ekstrem, seperti pada La Niña tahun 2016, terjadi pemutihan karang dan kematian ikan yang besar/tersebar luas (Handayani et al., 2019). Walaupun Selat Makassar memiliki karakteristik gelombang laut tinggi pada saat periode normal, kondisi El Niño dan La Niña tetap mempersulit nelayan

mencari ikan (Haiyqal et al., 2023). Di Sulawesi utara, fenomena ENSO berkorelasi dengan perubahan nilai anomali suhu perairan, salinitas, dan konsentrasi klorofil-a. *Catch per unit effort* (CPUE atau jumlah tangkapan dalam sekali usaha penangkapan) ikan karang dan beberapa ikan pelagis kecil naik ketika periode La Niña. Hubungan variabilitas lingkungan dan ENSO pada nilai CPUE ikan pelagis kecil dan ikan karang menunjukkan bahwa salinitas permukaan merupakan variabel yang paling berpengaruh pada nilai CPUE ikan pelagis kecil dengan hubungan yang positif, sedangkan untuk CPUE ikan karang sangat dipengaruhi oleh variabel salinitas kolom air dengan hubungan yang negatif. Dampak positif periode ENSO terhadap perikanan perlu mendapat perhatian dalam bentuk pengelolaan yang terarah untuk menghindari meningkatnya eksploitasi ketika periode La Niña terjadi, tentu dengan mempertimbangkan status stok sumber daya ikannya (Puspasari et al., 2021). Sementara itu, kondisi umum di perairan utara Aceh saat fenomena ENSO tidak mengalami perubahan suhu dan salinitas yang signifikan. Variabilitas suhu laut pada kondisi La Niña lebih tinggi daripada kondisi El Niño, sedangkan variabilitas salinitas yang terjadi pada kondisi El Niño lebih tinggi daripada La Niña. Hasil korelasi menunjukkan, saat kondisi La Niña, *southern oscillation index* (SOI) tidak memengaruhi variabilitas suhu, tetapi saat kondisi El Niño, SOI dapat memengaruhi suhu dengan tingkat hubungan kuat dan cenderung lemah saat La Niña. Namun, SOI tidak memengaruhi variabilitas salinitas, baik saat kondisi La Niña maupun El Niño, (Pasha et al., 2022)

d. Berkurangnya Fitoplankton

Perubahan iklim dan fenomena yang terkait dengan laut juga memengaruhi berkurangnya fitoplankton dan zooplankton sebagai makanan ikan di laut sehingga memengaruhi kelangsungan hidup ikan. Zooplankton berperan penting dalam ekosistem sebagai produsen sekunder. Diperkirakan bahwa pemanasan suhu laut akan menyebabkan biomassa fitoplankton dan zooplankton berkurang masing-masing sebesar 6% dan 11% (Chust et al., 2014).

Sistem Arus Humboldt Utara (NHCS) menghasilkan lebih banyak ikan per unit area dibandingkan wilayah mana pun di dunia. Meskipun sistem tersebut menghasilkan makrozooplankton yang cukup untuk mempertahankan produksi ikan pakan (ikan sebagai makanan/pakan ikan) yang tinggi, kurangnya informasi tentang makrozooplankton menghambat penelitian ke dalam sistem. Estimasi biomassa secara langsung dari makrozooplankton ini sesuai dengan temuan baru dalam ekologi trofik yang menunjukkan bahwa ikan pakan utamanya mengonsumsi makrozooplankton (Ballón et al., 2011).

Di Jakarta, sebuah studi menyelidiki variasi geografis dari kelimpahan zooplankton relatif terhadap tekanan antropogenik dengan jarak relatifnya ke daratan Jakarta. Secara keseluruhan, makin dekat ke daratan, zooplankton yang terkandung di perairan makin kaya nutrisi dan kelimpahannya makin tinggi. Namun, hasil yang berbeda ditemukan pada Pulau Pramuka, pulau terdekat dengan *main island* di antara lokasi lainnya, yang memiliki kelimpahan zooplankton yang paling rendah meskipun tingkat nutriennya paling kaya di antara yang lain. Hal ini menunjukkan pengaruh perubahan iklim terhadap keberadaan zooplankton (Faiqoh et al., 2015).

e. Predator Laut dan Ikan Karnivora

Keberadaan spesies predator memengaruhi jumlah stok/ketersediaan ikan di laut. Beberapa di antaranya memiliki manfaat bagi habitat laut meskipun manfaatnya telah dipertanyakan, terutama untuk ikan karnivora seperti ikan hiu dan ikan pari. Meski ikan-ikan ini mengancam status kerentanan beberapa spesies, hiu sangat berperan dalam menstabilkan struktur komunitas ikan di lingkungannya dengan mengendalikan ikan-ikan yang populasinya meningkat. Saat ini, kecenderungan perdagangan produk makanan berbahan ikan hiu dan ikan pari di Indonesia meningkat secara signifikan karena peran penting mereka sebagai sumber protein (Abdullah et al., 2020). Jenis ikan predator lainnya adalah *Arapaima gigas* di Sungai Brantas, Jawa Timur (Suryaningtyas, 2019). Ikan predator juga datang dari luar

perairan Indonesia ke daerah perbatasan. Masuknya ikan predator asing ke perairan lepas Indonesia berpotensi sebagai vektor penyakit, predasi, dan perusak jaring makanan yang akan berdampak sistemik terhadap ekosistem setempat. Salah satu ikan predator asing yang ditemukan adalah Jaguar Cichlid (*Parachromis managuensis*) asal Amerika Tengah di Sungai Lingsar Kabupaten Lombok Barat dan Pulau Jawa (Hasan & Widodo, 2021)

Selain itu, penelitian ekstensif tentang salmon telah menunjukkan bahwa budi daya ikan semacam itu dapat memiliki dampak (ruang) ekologis, sosial, dan kesehatan yang negatif. Penelitian serupa baru diinisiasi untuk spesies karnivora baru yang dibudidayakan atau ditenakkan di lingkungan laut, seperti ikan kod, ikan halibut, dan ikan tuna sirip biru (Naylor & Burke, 2005).

Saat ini, kerja sama Conservation International (CI) dan KKP secara lintas sektor, seperti tingkat nasional dan daerah, menghasilkan program inisiasi strategis pengelolaan hiu dan pari (Ulfah, 2022). Di Bone, Gorontalo, sejumlah strategi lokal juga diupayakan untuk mengintegrasikan wisata hiu dan pari serta perikanan tangkap (Olii, 2022).

f. Eutrofikasi

Aktivitas industri yang luas (termasuk pariwisata) dan populasi manusia yang padat di daerah pesisir berkontribusi pada pencemaran kawasan. Nutrien limbah dari manusia yang berlebihan, biasanya terdiri dari senyawa nitrogen dan fosfat, dikenal sebagai tekanan lingkungan utama di perairan pesisir. Nutrien-nutrien tersebut, terutama nitrogen dan fosfor, ketika ditambahkan ke badan air dapat bertindak seperti pupuk, menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan.

Sebuah studi menyelidiki tiga skenario pengelolaan nutrien yang menghasilkan perkembangan kontras dari konsentrasi oksigen dasar dan kelimpahan fitoplankton yang berpengaruh substansial pada produksi ikan. Pengurangan beban nutrien meningkatkan luasan spasial daerah yang sesuai untuk predator ikan demersal. Ikan demersal sangat berharga secara komersial (Bauer et al., 2018).

Pengaruh eutrofikasi ditemukan lebih tinggi di daerah Jawa dan Sumatra. Di Jakarta, ledakan populasi fitoplankton karena pengayaan nutrisi (eutrofikasi) telah dianggap sebagai faktor utama yang menyebabkan beberapa peristiwa kematian ikan besar-besaran di Teluk Jakarta. Sebuah studi menentukan variasi spasial kelimpahan fitoplankton berdasarkan konsentrasi klorofil-a dan hubungannya dengan komposisi dan kadar nutrisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a relatif lebih tinggi, di wilayah barat dibandingkan di wilayah timur Teluk Jakarta. Juga, wilayah barat terbukti memiliki kadar ortofosfat, nitrat, dan silikat yang tinggi sedangkan wilayah timur mengandung tinggi amonium dan nitrat. Analisis statistik menunjukkan bahwa klorofil-a memiliki korelasi signifikan tertinggi terhadap ortofosfat di wilayah barat dan klorofil-a tidak memiliki korelasi signifikan dengan nutrisi di wilayah timur. Terlihat bahwa fosfor adalah penentu utama variabilitas klorofil-a dengan konsentrasi ortofosfat lebih dari 0,028 mg P/L yang diperlukan untuk meningkatkan konsentrasi klorofil-a. Selain itu, konsentrasi ortofosfat yang rendah (0,014 mg P/L), yaitu di bawah persyaratan minimum untuk pertumbuhan fitoplankton maksimum, kemungkinan menjadi faktor penyebab tidak adanya hubungan klorofil-a dan nutrisi di wilayah timur. Singkatnya, fosfor tampaknya merupakan penentu eutrofikasi yang utama di Teluk Jakarta (Prayitno & Afdal, 2019). Di Purwakarta, pada keramba jaring apung di Waduk Djuanda, Jatiluhur, ditemukan kadar nitrat sebesar 3,7731–4,4998 mg/L, sedangkan kadar fosfat sebesar 0,0206–0,0956 mg/L. Berdasarkan kadar tersebut, terlihat bahwa sebagian besar daerah tersebut tergolong perairan mesotrofik (tingkat produktifitas menengah) (Adawiah et al., 2021). Pola yang sama juga ditemukan untuk kadar nitrat, nitrit, amonia, fosfat, dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan (Putri et al., 2019).

Di Sulawesi Selatan, beberapa pulau yang menjadi pusat distribusi terumbu karang kemungkinan akan menghadapi risiko eutrofikasi dan sedimentasi dari aktivitas pertanian dan akuakultur secara intensif, terutama melalui transportasi nutrisi dan material yang dibuang ke

sistem sungai (Rani et al., 2018). Di Jeneponto, status kualitas perairan di Desa Palajau tergolong tercemar ringan, terlihat dari kandungan nitrat, fosfat, klorofil-a, amonia, DO, dan BOT yang melebihi standar baku mutu perairan sehingga dapat dikatakan bahwa limbah tambak udang super intensif memiliki sumbangsih terhadap masuknya bahan organik ke perairan, tetapi tidak memberikan pengaruh yang besar pada perairan. Kemudian, tingkat eutrofikasi dari limbah organik terhadap kualitas perairan di Desa Palajau masuk pada kategori oligotrofik atau tingkat eutrofikasi rendah (Lestari, 2021).

g. Bencana Alam

Beberapa bencana (alami) memengaruhi produksi ikan dan kehilangan ikan. Situasi ini lebih berisiko bagi Indonesia yang memiliki letak geografis rentan terhadap bencana alam. Risiko ini juga diperparah oleh perubahan iklim. Kami mengidentifikasi beberapa bencana terkait di bawah ini.

Pertama adalah gempa bumi dan tsunami. Tsunami tahun 2004 di Sumatra menghantam rantai pasok makanan, termasuk ikan (Disney, 2007). Gempa bumi dan tsunami menyebabkan kerusakan luas yang memengaruhi banyak wilayah perikanan. Beberapa gempa bumi disebabkan aktivitas gunung berapi yang juga merupakan masalah lingkungan luar biasa yang telah menyebabkan kehancuran besar-besaran dalam beberapa dekade terakhir.

Bencana kedua adalah angin kencang (Karningsih et al., 2018), badai tropis, dan badai/angin topan. Telah terjadi peningkatan jumlah badai yang kuat sejak tahun 1995. Hal ini memengaruhi habitat dangkal dan terlindung yang mendukung daerah lamun yang luas yang sebagian besar merupakan lapisan dangkal *Thalassium testudinum* (rumput penyu).

h. Gangguan Hama

Faktor biologis lain sebagai tekanan lingkungan adalah meningkatnya keberadaan hama, termasuk mikroorganisme, serangga, kucing, dan

tikus. Hal ini terkait dengan masalah kebersihan dan kurangnya perlindungan dari hama di unit penyimpanan dan pengolahan ikan. Peningkatan kontaminasi mikotoksin dan serangan serangga mempercepat pembusukan dan menyebabkan hilangnya/kehilangan produk ikan. Infeksi jamur juga sering terjadi selama proses penanganan dan penyimpanan. Serangga, tikus, dan mikrob (jamur, bakteri) mengonsumsi/menyebabkan infestasi pada ikan. Kurangnya perlindungan pada ruang penyimpanan ikan menyebabkan infestasi bakteri (misalnya *Dermestes*) yang menyebabkan kehilangan ikan secara fisik dan nutrisi yang signifikan.

Hama lainnya adalah patogen *Vibrio parahaemolyticus*, yaitu patogen makanan laut yang paling umum ditemukan. Insiden patogen bakteri penyebab keracunan makanan ini meningkat di beberapa negara. Peningkatan ini mungkin disebabkan oleh banyak faktor, seperti suhu air yang lebih hangat atau peningkatan konsumsi kerang mentah. Tantangan utama dalam membatasi infeksi dari patogen ini adalah bahwa *V. parahaemolyticus* merupakan anggota alami komunitas laut dan muara tempat makanan laut dipanen (Oliver & Jones, 2014).

Produksi ikan dapat sangat dipengaruhi oleh penyakit, terutama oleh *viral hemorrhagic septicemia* (VHS), yang disebabkan oleh VHS virus (VHSV) dari famili Rhabdoviridae. Virus ini diperhitungkan sebagai salah satu penyakit akibat virus yang paling merusak pada ikan di seluruh dunia (Escobar et al., 2018).

Selain itu, ikan beku dan produk perikanan yang diimpor dapat menjadi pembawa patogen ikan lintas batas yang selanjutnya dapat menimbulkan ancaman serius bagi penghuni ikan yang alami, keberlanjutan budi daya, kesehatan manusia, dan bisnis perikanan pada umumnya. Salah satu penyakit ikan lintas batas adalah *red seabream iridovirus disease* (RSIVD) yang disebabkan oleh RSIV (Novitasari et al., 2019).

i. Degradasi Ekosistem

Beberapa tekanan tersebut di atas berkontribusi pada degradasi ekosistem laut, terutama komunitas karang dan mangrove. Keberadaan ekosistem mangrove sangat erat kaitannya dengan tingkat produksi perikanan. Hal ini terutama disebabkan oleh peran mangrove sebagai tempat pemijahan, tempat mencari makan, dan tempat pembibitan/pembenihan untuk perikanan.

Sementara itu, dari hasil analisis regresi statistik ditemukan korelasi yang signifikan pada lahan penutup mangrove dan kelas kerapatan penutup mangrove terhadap total produksi ikan demersal. Data yang dianalisis dengan *Analytical Hierarchy Process* menunjukkan bahwa faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan tutupan mangrove dan produksi ikan demersal di Teluk Maumere adalah tsunami dan gempa bumi tektonik yang terjadi pada tanggal 12 Desember 1992. Di sisi lain, penentu utama peningkatan penutup mangrove dan produksi ikan demersal di Teluk Maumere adalah faktor lingkungan alam yang diperburuk oleh tekanan dari aktivitas manusia (Vincentius et al., 2018).

Degradasi ekosistem berdampak pada jangkauan/luasan dan kuantitas produksi perikanan. Pada tujuh negara Asia (Bangladesh, India, Malaysia, Filipina, Sri Lanka, Thailand, dan Vietnam) ditemukan dua tren berskala regional yang mengganggu, yaitu sumber daya perikanan pesisir yang sangat terkuras dan penangkapan ikan berlebihan secara biologis dan ekonomis di seluruh wilayah. Hal ini juga disebabkan oleh kurangnya pengelolaan kapasitas penangkapan ikan yang efektif di wilayah tersebut (Stobutzki et al., 2006).

2. Susut Hasil dan Penurunan Produksi Ikan (State)

Berbagai aktivitas dan tekanan lingkungan di atas menyebabkan penurunan produksi ikan dan kehilangan ikan pada tahap pascapanen. Pada bagian ini, kami menyoroti beberapa studi kasus tentang hal tersebut.

Sebuah studi menggunakan model rantai Markov untuk menganalisis dan memprediksi hasil tangkapan ikan demersal di seluruh wilayah pengelolaan perikanan Indonesia. Data hasil tangkapan di setiap wilayah pengelolaan perikanan (WPP) pada tahun 2005–2014 diperoleh dari Direktorat Perikanan Tangkap. Dari data ini, matriks probabilitas transisi ditentukan oleh jumlah transisi tangkapan yang berada di bawah atau di atas median. Selanjutnya, nilai prediksi hasil tangkapan ikan demersal diperoleh dengan menghitung kombinasi peluang pembatas dengan rata-rata hasil tangkapan di bawah dan di atas median. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi hasil penangkapan ikan demersal jangka panjang di sebagian besar WPP berada di bawah nilai median untuk tahun 2018 (Firdaniza & Gusriani, 2018).

Studi lain menemukan korelasi hilangnya variasi genetik terhadap kehilangan nutrisi pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang merupakan salah satu spesies akuakultur utama. Sebuah studi mengumpulkan stok ikan mas dari Indonesia dan Vietnam dalam serangkaian uji coba hasil budi daya untuk membuat populasi dasar dalam pengembangan program pemuliaan. Hasilnya menunjukkan terdapat perbedaan besar dalam struktur genetik antara stok ikan mas yang berbeda. Data dendrogram menunjukkan bahwa pengelompokan individu menurut stok dan variabel data yang sesuai mengungkapkan persen homologi dalam stok dan juga menemukan penanda yang berkorelasi dengan berat badan. Korelasi kehilangan nutrisi dan hilangnya variasi genetik akibat *inbreeding* umumnya terkait dengan kehilangan kekuatan dan fertilitas secara umum serta pengaruh dari depresi perkawinan sedarah pada stok penetasan (Basavaraju et al., 2007).

Biaya lingkungan dari kehilangan ikan sangat tinggi. Kehilangan ikan adalah bagian dari kehilangan dan pemborosan makanan (*food loss and waste*) yang merupakan kontributor utama terhadap perubahan iklim, menyumbang 8% emisi gas rumah kaca global setiap tahunnya (FAO, 2015). Situasi ini akan menambah kesulitan bagi pemerintah Indonesia untuk mencapai target SDG 12.3, yaitu

mengurangi 50% limbah dan kehilangan makanan serta mengurangi emisi darinya.

Kehilangan ikan juga menghambat transisi ke sistem pangan yang ramah lingkungan. Sistem pangan sirkuler diperlukan untuk menghindari dan meminimalkan kehilangan ikan.

a. Ancaman dari Jumlah Limbah Ikan yang Tinggi

Meningkatnya kehilangan ikan dan PHL menyebabkan masalah berupa pencemaran lingkungan pada lahan di wilayah pesisir. Akumulasi kehilangan ikan (yang mati/terbuang) dan limbah ikan memproduksi gas metana sebagai hasil dari proses anaerobik. Gas metana tersebut akan berdampak pada lapisan ozon yang dapat berkontribusi terhadap pemanasan global (Rachman & Septiana, 2020). Selain itu, limbah ikan dapat menyebabkan pencemaran karena proses penguraian protein ikan. Kotoran ikan dapat menjadi sumber penyakit menular bagi manusia yang ditularkan oleh lalat, misalnya diare dan muntah (Siswati et al., 2010). Masalah tersebut diperburuk oleh sikap dan kurangnya kemampuan beberapa masyarakat pesisir untuk menanganinya, misalnya mendaur ulang atau menggunakannya kembali untuk produk sampingan.

b. Intensifikasi Penangkapan: Eksploitasi dan *Destructive Fishing*

Susut hasil produksi ikan menyebabkan kebutuhan untuk melakukan lebih banyak kegiatan budi daya dan penangkapan ikan dengan teknik yang berbeda. Sebuah studi menemukan bahwa status ekosistem di wilayah pengelolaan perikanan di Indonesia dikategorikan buruk berdasarkan beberapa indikator, yaitu sumber daya ikan, habitat, sosial ekonomi nelayan, dan lain-lain. Tingkat pemanfaatan ikan pelagis kecil diklasifikasikan sepenuhnya tereksplorasi (KEPMEN-KP No. 47 Tahun 2016) dengan komoditas unggulan seperti ikan makerel, ikan kembung, dan ikan lemuru (Hakim et al., 2020). Eksploitasi sumber daya ini berkontribusi pada penipisan sumber daya dan beberapa dampak lingkungan, termasuk peningkatan emisi gas rumah kaca.

Perikanan jaring ikan (*trawl*) dasar tersebar luas dan menyebabkan kematian invertebrata benthik, yang pada saatnya nanti, dapat menyebabkan penurunan ketersediaan mangsa bagi spesies ikan target. Eksploitasi juga mengurangi kelimpahan spesies ikan itu sendiri. Studi pemodelan telah menunjukkan bahwa jaring ikan dasar dapat menyebabkan peningkatan dan penurunan produksi ikan.

Metode penangkapan ikan yang merusak lainnya adalah jaring tarik dan penggunaan dinamit yang menimbulkan masalah serius karena merusak habitat penting bagi ikan dan organisme lainnya. Dalam jangka panjang, ada kecenderungan sumber daya perikanan dipanen secara berlebihan (Jiddawi & Öhman, 2002). Selain itu, fenomena jaring hantu (*ghost net*), yaitu jaring yang ditinggalkan setelah penangkapan ikan, juga menimbulkan dampak lingkungan yang serius, terutama hilangnya keanekaragaman hayati.

Penggunaan alat tangkap cantrang juga menyebabkan lebih banyak hari penangkapan ikan, lebih banyak penggunaan sumber daya, dan lebih banyak emisi. Sebuah studi menunjukkan bahwa ada banyak ruang untuk meningkatkan keuntungan bersih alat tangkap cantrang dengan menambah jumlah hari penangkapan dan wilayah operasi di Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Lampung, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan. Studi ini menemukan bahwa cantrang mekanis membutuhkan penambahan jumlah hari penangkapan untuk mencapai produksi yang optimal (Saksono et al., 2020). Pro dan kontra kebijakan pemerintah tentang penggunaan alat tangkap dan jaring perusak saat ini sedang didiskusikan oleh beberapa pemangku kepentingan (*stakeholders*).

c. Inefisiensi Unit Pengolahan Ikan

Makin banyak aktivitas penangkapan ikan maka akan makin banyak pula kegiatan di unit pengolahan ikan. Hal ini menimbulkan masalah baru seperti penurunan kualitas lingkungan. Indonesia melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup memasukkan prinsip partisipatif sebagai salah satu prinsip dalam perumusan setiap kebijakan yang

berkaitan dengan lingkungan. Sebuah studi menganalisis tingkat partisipasi dan persepsi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan di unit pengolahan ikan di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Persepsi masyarakat terhadap pengelolaan lingkungan ditemukan cukup baik, namun partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan di kawasan unit pengolahan ikan di Kecamatan Kaliore masih tergolong rendah (Ayuningrum & Purnaweni, 2020).

Selain itu, perbedaan skala sarana penangkapan ikan juga berpotensi memengaruhi penggunaan input dan output serta dampak lingkungan yang ditimbulkan. Fasilitas penangkapan ikan berskala kecil membutuhkan energi dan menghasilkan emisi yang lebih tinggi untuk mengangkut 1 kg produk ikan segar dibandingkan fasilitas yang lebih besar. Namun, untuk setiap perjalanan, dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh skala tersebut lebih rendah dibandingkan fasilitas penangkapan ikan skala besar (Fatehah et al., 2016).

Sebuah studi menunjukkan bahwa usaha pengolahan ikan asin skala kecil di Kota Pekalongan masih belum efisien. Hal ini dinyatakan dengan nilai rata-rata efisiensi teknis, yaitu 0,73397. Dari kondisi tersebut, penambahan variabel input untuk meningkatkan hasil produksi yang optimal masih memungkinkan. Beberapa variabel yang dapat memberi pengaruh secara signifikan terhadap hasil produksi pengolahan ikan asin di antaranya adalah bahan baku, peralatan, dan luas usaha (Sutanto & Imaningati, 2014).

C. Dampak Susut Hasil Produksi Ikan

Ada dua jenis dampak negatif yang ditimbulkan dari susut hasil produksi ikan, yakni dampak lingkungan dan dampak sosial.

1. Dampak Lingkungan

Dampak Lingkungan dari susut hasil produksi ikan mencakup peningkatan emisi GRK, limbah dari proses produksi, perubahan siklus nutrien; kerusakan ekosistem perairan dan pesisir; kehilangan biodiversitas, dan gangguan terhadap kawasan laut lindung.

a. Peningkatan GRK, Limbah, dan Perubahan Siklus Nutrien

Pemanasan global merupakan kategori dampak terbesar yang ditimbulkan selama siklus hidup produk ikan segar dalam berbagai skala fasilitas perikanan tangkap. Makin banyak kegiatan penangkapan ikan akan menyebabkan makin banyak emisi dan produksi limbah. Armada penangkapan ikan nasional dengan emisi GRK keseluruhan terbesar berbasis di Tiongkok, Indonesia, Vietnam, Amerika Serikat, dan Jepang. Kelima negara ini menyumbang 37% dari pendaratan, 49% dari total emisi pada tahun 2011 dan bersama-sama menghasilkan 81 juta ton CO₂-eq (Parker et al., 2018).

Pertumbuhan produksi ikan yang berkelanjutan, perbaikan saluran distribusi, serta kurangnya kontrol dan ketertiban limbah yang dihasilkan di atas kapal juga berkontribusi terhadap penumpukan limbah dari kapal penangkap ikan. Oleh karena itu, pembuangan limbah ke laut oleh kapal penangkap ikan mengkhawatirkan dan harus disikapi (González-Zevallos et al., 2020).

Selain itu, penangkapan ikan berlebihan mengubah siklus nutrien. Produksi ikan global (penangkapan dan akuakultur) telah meningkat dengan cepat, yang telah mengubah aliran fosfor (P) global. Setelah tahun 1986, aliran P ke darat menurun secara signifikan dan menjadi negatif sekitar tahun 2004. Artinya, manusia menghabiskan lebih banyak P untuk memproduksi/budi daya ikan daripada P saat panen dalam kegiatan penangkapan ikan. Jalur ideal untuk kembali ke aliran P antropogenik yang seimbang akan membutuhkan rata-rata efisiensi penggunaan fosfor (rasio panen terhadap input P) budi daya yang lebih tinggi dari nilai saat ini, yaitu 20% menjadi setidaknya 48% pada tahun 2050 (Huang et al., 2020).

b. Perusakan Ekosistem dan Defisit Ekologi

Penangkapan ikan yang berlebihan memiliki pengaruh ekologis pada ekosistem perairan. Lebih banyak aktivitas penangkapan ikan akan menyebabkan lebih banyak kerusakan ekosistem. Ikan dengan riwayat hidup dan perilaku spasial yang bertentangan dengan pemanenan

dihilangkan secara selektif, baik di dalam maupun di antara spesies. Hilangnya spesies kunci dan penggantian sumber daya demersal bernilai tinggi dengan spesies pelagis, pergantian cepat, bernilai rendah mengubah sifat ekosistem, dibuktikan dengan percepatan kepunahan lokal dan penurunan tingkat trofik di seluruh dunia (Pitcher, 2001).

Penangkapan ikan yang berlebihan membawa kerusakan pada terumbu karang. Perikanan terumbu karang berkontribusi besar terhadap ketahanan pangan dan mata pencaharian masyarakat pesisir, yang merupakan sektor ekonomi termiskin dan paling rawan pangan. Ada juga potensi pertumbuhan yang signifikan dalam perikanan dekat pantai yang dapat ditangkap dengan bekerja untuk memulihkan ekosistem terumbu karang yang saat ini terdegradasi (Cabral & Geronimo, 2018). Penangkapan ikan berlebihan adalah salah satu faktor sebagai pemicu stres yang memengaruhi terumbu karang (Alvarez-Filip et al., 2011).

Potensi kerusakan lainnya adalah terhadap ekosistem lamun. Lamun membentuk ekosistem pesisir dengan produktivitas tinggi, menyediakan habitat bagi banyak organisme, termasuk spesies bernilai komersial. Mereka memainkan peran penting sebagai sumber makanan langsung untuk herbivor dan juga memasuki jaring makanan detritus (Vizzini, 2009).

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa perikanan tangkap dan pengumpulan biota laut lainnya, baik spesies krustasea maupun moluska yang berasosiasi dengan ekosistem lamun dimanfaatkan langsung oleh masyarakat pesisir di Pulau Derawan, Kalimantan Timur, Indonesia (Kurniawan et al., 2020). Selain itu, mangrove juga terancam oleh aktivitas akuakultur. Ada aliran tinggi layanan ekosistem (makanan laut dan organisme umpan) dari badan air dan bakau (Owuor et al., 2017).

Singkatnya, penangkapan ikan berlebihan berkontribusi pada defisit jejak ekologis dan biokapasitas (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010). Rusaknya ekosistem laut dan pesisir akan memengaruhi

pemilihan lokasi pemijahan dan waktu reproduksi yang memengaruhi produktivitas stok dan struktur pada ikan laut (Lowerre-Barbieri et al., 2016).

c. Kehilangan Keanekaragaman Hayati

Perikanan tangkap yang intensif dan merusak ekosistem berkontribusi terhadap kehilangan keanekaragaman hayati di lingkungan laut. Perikanan tangkap yang intensif menyebabkan tangkapan sampingan (*bycatch*) yang dapat didefinisikan sebagai tangkapan insidental yang tidak ditargetkan, tetapi dipertahankan dan dipasarkan oleh nelayan. Ini adalah salah satu ancaman terbesar dan paling luas bagi kehidupan laut serta menimbulkan masalah besar dalam pengelolaan perikanan. Alat tangkap modern, praktik manajemen yang buruk, dan kebijakan perikanan yang tidak diterapkan adalah penyebab utama pendaratan dan pembuangan tangkapan sampingan. Contoh tangkapan sampingan termasuk lumba-lumba, penyu laut, burung laut, karang, bintang laut, hiu, ikan remaja, dan ikan kecil dengan sedikit atau tanpa nilai komersial.

Meskipun nilai tangkapan sampingan tinggi, kerugian telah diminimalkan dengan pemanfaatannya secara maksimal untuk makanan manusia dan pakan ternak. Di beberapa negara Asia Tenggara, seperti Myanmar, Thailand, Vietnam, semua *bycatch* dimanfaatkan secara maksimal. Tangkapan sampingan Asia dicirikan oleh keanekaragaman hayati yang kaya, termasuk sejumlah besar spesies ikan, udang, kepiting, cumi-cumi, sotong, dan udang terasi. Jumlah spesies ikan berkisar antara 30 hingga lebih dari seratus (Sultana et al., 2014).

Hewan yang lepas dari alat tangkap atau dibuang dari kapal sering dipindahkan dari habitat yang sesuai untuk berlindung dan mungkin mengalami pemangsaan di dekat permukaan laut dan di kolom air (Subehi et al., 2017). Berdasarkan data FAO, tangkapan sampingan dibuang sekitar 27 juta ton setiap tahun, secara global. Sebagian hasil tangkapan sampingan dimanfaatkan dan sebagian lagi dibuang bersama limbah lainnya dari kegiatan penangkapan ke perairan (Taurusman et al., 2020).

Semua perikanan tangkap, tangkapan sampingan, dan buangan yang diintensifkan berkontribusi pada pengurangan stok ikan (Hilborn et al., 2020). Hal ini ditemukan di Riau dan Sulawesi Tenggara. Di Bengkalis, Riau, *Sergeles similis* merupakan spesies yang dominan tertangkap oleh alat tangkap gombang (98,455%). Hasil tangkapan utama untuk *Escualosa thoracata* mencapai 1,354%. Selain itu, hasil tangkapan utama, yaitu *Metapenaeus monocerus*, *Parapenaeopsis* sp., *Panulirus* sp., dan *Paneeus monodon* tertangkap dengan persentase hasil tangkapan berkisar 0,011%–0,024%. Persentase hasil tangkapan sampingan mencapai 0,04%–0,00004% dari 24 spesies yang tertangkap dan hasil tangkapan yang dibuang berkisar 0,001%–0,0005% dari tiga spesies yang tertangkap (Nofrizal et al., 2018). Di perikanan rajungan Teluk Lasongko dan Kendari, Sulawesi Tenggara, ditemukan 67 jenis ikan *bycatch*, yang terdiri dari 41 jenis bernilai ekonomis dan 26 jenis dibuang (38% jenis) (Hamid & Kamri, 2019)

d. Gangguan terhadap Kawasan Laut Lindung

Eksplorasi sumber daya laut yang berlebihan dan degradasi ekosistem juga mencapai kawasan perlindungan laut. Berkurangnya produksi ikan dan tingginya kehilangan ikan menyebabkan sebagian nelayan mengeksploitasi lebih banyak kawasan termasuk kawasan lindung, untuk mendapatkan hasil yang lebih banyak.

Ekosistem laut memainkan peran penting dalam penghidupan banyak orang di wilayah segitiga terumbu karang. Ada peningkatan penekanan di kawasan ini pada penggunaan kawasan konservasi perairan (KKP) sebagai alat pengelolaan dan konservasi perikanan (van Beukering et al., 2010).

KKP memainkan peran penting untuk mencapai konservasi keanekaragaman hayati, tujuan pengelolaan perikanan, dan sebagai alat utama untuk pendekatan ekosistem untuk pengelolaan perikanan (*ecosystem approach to fisheries management/EAFM*). Pemerintah Indonesia sudah mengalokasikan 28,08 juta hektare atau 377 kawasan konservasi dengan luas 12,9 juta hektare atau sebanyak 64 kawasan konservasi (Rusandi et al., 2021), tetapi hasilnya masih belum optimal.

Indeks *overfishing* di KKP lebih rendah dibandingkan indeks perairan pada tingkat kabupaten dan WPP. Pembentukan KKP memiliki dampak signifikan terhadap penurunan indeks *overfishing*. Saat ini pemerintah memperluas kawasan KKP di Indonesia (Yunanto et al., 2018). Pada tahun 2020, tutupan karang secara keseluruhan telah meningkat dari 42% menjadi 45% di semua KKP (Ceccarelli et al., 2022).

Namun, sejumlah studi lain, termasuk di Papua dan Maluku, menunjukkan hasil yang berbeda. Rata-rata biomassa ikan target di area KKP telah mengalami penurunan signifikan sekitar 48%, yaitu menurun sebesar 1.709 kg per hektare pada tahun 2017 menjadi 884 kg per hektare pada tahun 2020. Penurunan yang besar dan signifikan pada banyak famili ikan sasaran di berbagai KKP mencerminkan tingkat eksploitasi yang tidak berkelanjutan (Ceccarelli et al., 2022). Di Kaimana, Papua, hasil monitoring kesehatan karang tahun 2019 menunjukkan bahwa secara umum, jenis dan jumlah ikan yang ditemukan relatif sedikit dan lebih rendah jika dibandingkan kawasan konservasi lain, seperti Bentang Laut Kepala Burung. Beberapa titik penyelaman seperti Reef Keramat, Reep Taruri 2, Buka Karu, Saban Reef, dan Niney tercatat memiliki jumlah ikan yang relatif lebih banyak jika dibandingkan titik penyelaman lainnya. Sedikitnya jumlah dan jenis ikan yang ditemukan pada saat penyelaman diperkirakan akibat penangkapan ikan yang berlebihan dari nelayan luar (Purwanto, *et.al.*, 2019). *Destructive fishing* juga masih terjadi di kawasan konservasi laut Pulau Pombo Provinsi Maluku di mana ditemukan delapan jenis alat tangkap yang termasuk dalam empat kategori, yaitu (1) sangat ramah lingkungan (pancing), (2) ramah lingkungan (bubu, jaring insang permukaan), (3) merusak (jala, jaring insang dasar), dan (4) sangat merusak (bom, bius, dan bameti) (Latuconsina, 2010). Hal yang sama juga ditemukan di Raja Ampat, penangkapan ikan dengan bahan peledak, sianida, dan “orang luar” dianggap sebagai penyebab penurunan jumlah ikan dan ancaman berkelanjutan terbesar terhadap sumber daya perikanan (Larsen et al., 2018).

Sebuah studi kasus di Kalimantan Timur menunjukkan bahwa belum ada lembaga yang bertanggung jawab untuk mengelola KKP. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014, Pemda masih memiliki peluang untuk mengelola KKP meskipun kawasan ini menjadi kewenangan Pemprov. Kewenangan Kota Bontang (sebuah kota di Provinsi Kalimantan Timur) untuk mengelola KPP masih melekat pada beberapa instansi pemerintah daerah, seperti Badan Lingkungan Hidup, Dinas Pemberdayaan Masyarakat dan Desa, dan Dinas Perikanan (Solihin et al., 2020).

2. Dampak Sosial

Perubahan iklim berdampak besar pada keamanan pangan global, kesehatan manusia, dan pembangunan ekonomi, khususnya di wilayah pesisir (Panjaitan et al., 2016). Potensi penurunan daya dukung laut untuk mendukung produksi ikan pada masa mendatang mengancam persediaan nutrisi bagi masyarakat dan kesejahteraan masyarakat pesisir, khususnya keluarga nelayan.

Kajian di Sumenep dan Bengkulu menemukan bahwa nelayan tangkap laut sangat rentan terhadap perubahan iklim karena memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap sektor perikanan tangkap. Penurunan produksi ikan akibat perubahan iklim tentunya akan menurunkan produktivitas mata pencaharian dan tingkat pendapatan nelayan sehingga meningkatkan kerentanan mata pencaharian mereka (Mulyasari et al., 2020). Di Sumenep, perubahan iklim dan dampaknya telah dirasakan oleh masyarakat di Kecamatan Bluto. Dampak yang dirasakan oleh masyarakat, antara lain berkurangnya pendapatan untuk mencukupi kebutuhan ekonomi mereka karena selain berkurangnya hasil dari laut sebagai nelayan, juga tidak bisa memperoleh tambahan dari darat karena tidak bisa menanam tembakau. Strategi adaptasi yang dilakukan oleh nelayan adalah melakukan budi daya rumput laut dan bertanam cabai jamu (Indrawasih, 2015).

Kemampuan adaptasi nelayan terhadap memori kelembagaan sangat terbatas karena hanya memiliki pengetahuan lokal sebagai nelayan dan tidak memiliki pengetahuan atau keterampilan lainnya. Kemiskinan, tingkat pendidikan yang rendah, dan rendahnya keterhubungan atau *bridging relation* turut menyebabkan terbatasnya memori institusional yang mengakibatkan rendahnya kemampuan beradaptasi (pembelajaran inovatif) terhadap perubahan lingkungan. Sesungguhnya, para nelayan mengetahui bahwa perubahan iklim berdampak pada musim yang tidak menentu dan menurunkan hasil tangkapan di laut. Namun, para nelayan tetap bekerja seperti biasa untuk mendapatkan uang walaupun tidak bisa memenuhi kebutuhan keluarga. Tidak ada aksi kolektif dari komunitas nelayan untuk menciptakan aktivitas baru terkait mata pencaharian yang lebih adaptif terkait perubahan iklim (Panjaitan et al., 2016).

Dampak sosial makin besar ketika nelayan memiliki kemampuan adaptasi yang rendah. Hal ini ditemukan di Bengkulu, Jawa Timur, dan Jawa Tengah. Di Bengkulu, hanya sedikit nelayan yang melakukan tindakan adaptasi. Keterbatasan pemahaman mereka tentang perubahan iklim dan dampaknya membatasi kemampuan strategi mereka beradaptasi terhadap perubahan iklim (Irawan et al., 2022). Di Probolinggo, dampak perubahan iklim membuat nelayan mengalami permasalahan sosial ekonomi. Dalam persoalan ekonomi, masyarakat nelayan tidak dapat memenuhi kebutuhan hidup dan rentan terhadap kemiskinan. Nelayan tidak dapat menentukan musim yang terjadi karena cuaca yang tidak dapat diprediksi, jarak yang ditempuh untuk mencari ikan lebih jauh, dan sumber daya perikanan berkurang (Ulfa, 2018). Sementara itu, di Jawa Tengah, sejak tahun 2015, rumah nelayan mengalami dampak dari perubahan iklim berupa kenaikan muka air laut, banjir rob, dan perubahan cuaca. Tahun 2020, kenaikan muka air laut telah menggenangi rumah warga dan fasilitas umum sepanjang hari. Adaptasi nelayan Desa Pecakaran terhadap banjir rob masih sebatas adaptasi fisik rumah (Maurizka & Adiwibowo, 2021).

Situasi tersebut diperparah dengan kenyataan bahwa kerentanan masyarakat pesisir tidak hanya disebabkan oleh penurunan produksi ikan dan perubahan iklim, tetapi juga karena tekanan lain, seperti penambangan pasir dan nelayan nonlokal. Selain itu, penurunan produksi ikan akan menjadi ancaman nyata terhadap penyediaan nutrisi dari ikan sebagai sumber utama protein hewani.

D. Penutup

Bab ini mengemukakan 17 aspek terkait penyebab dari lingkungan terhadap penurunan produksi ikan, kehilangan ikan, dan penurunan konsumsi ikan. Aspek tersebut terdiri dari tiga aspek penggerak (kurangnya kebijakan yang relevan, teknologi serta energi, dan air bersih) yang memicu enam aktivitas (pengambilan keputusan nelayan, sanitasi kebersihan, pengolahan ikan, pariwisata, industri, dan sistem rantai dingin). Kurangnya kebijakan yang relevan, penegakannya, dan kesenjangan spasial dalam pengelolaan pesisir dan laut yang berkelanjutan oleh pemangku kepentingan, terutama pada komponen teknologi, investasi modal, dan pengetahuan memengaruhi kemampuan nelayan dan masyarakat pesisir dalam mengambil keputusan dalam kegiatan produksi ikannya. Enam aktivitas di atas berkontribusi pada delapan jenis tekanan lingkungan yang saling terkait (perubahan iklim, ENSO, polusi bahan kimia, ikan predator, eutrofikasi, jumlah fitoplankton, bencana alam, degradasi ekosistem). Tekanan lingkungan yang paling signifikan datang dari perubahan iklim (ENSO dan variabilitas monsun) dan polusi kimia (termasuk plastik). Perubahan iklim ditemukan memengaruhi banyak kegiatan dan memperburuk tekanan lingkungan lainnya, termasuk polusi kimia.

Tekanan-tekanan lingkungan di atas berkontribusi pada peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian bencana alam yang mengganggu ekosistem laut, stok ikan, dan stabilitas masyarakat pesisir dalam produksi ikan. Selain itu, tekanan-tekanan tersebut juga berkontribusi pada penurunan produksi ikan, kehilangan ikan pascapanen, dan penurunan konsumsi ikan di tingkat konsumen. Berkurangnya

produksi ikan dan kehilangan ikan (*fish losses*) menyebabkan lebih banyak kegiatan penangkapan ikan dan aktivitas budi daya yang menyebabkan tujuh dampak lingkungan yang saling terkait. Dampak lingkungan yang paling signifikan adalah lebih banyak eksploitasi sumber daya (termasuk di KKP) yang menyebabkan degradasi/defisit ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati, dan berkurangnya stok ikan. Aspek-aspek tersebut berpotensi menurunkan produksi ikan, persediaan nutrisi, dan kerentanan masyarakat pesisir (termasuk mata pencaharian dan pendapatan mereka), pada masa depan. Proses ini akan terjadi dalam lingkaran dan memberikan dampak terburuk jika tidak dicegah.

Berikut adalah beberapa rekomendasi yang dapat ditempuh sebagai hasil dari pembahasan pada bab ini.

- 1) Menegakkan implementasi pendekatan *ecosystem approach to fisheries* (EAF) (terutama untuk ikan kerapu dan kakap) dengan konsensus mengenai kepastian ruang lingkup indikator, perbaikan dan integrasi tata kelola institusi, serta SDM untuk mengurangi kapasitas penangkapan ikan di daerah dengan defisit ekologis. Strategi harus spesifik sesuai area, misalnya, secara eksplisit mengalokasikan hak antara perikanan skala kecil dan industri.
- 2) Membuat pedoman yang dapat digunakan untuk memprioritaskan penempatan terumbu karang buatan sebagai bagian dari program pengelolaan pesisir, memandu optimalisasi penyebaran, dan pengelolannya. Pengembangan pengelolaan perikanan yang menargetkan organisme pendatang yang merambat ke wilayah baru dan strategi evolusi dan migrasi terbantu untuk memfasilitasi dominasi pembentuk habitat besar, seperti karang atau rumput laut, serta integrasi dengan ekowisata (mangrove) dan pengikutsertaan masyarakat.
- 3) Menjamin keberlanjutan program-program perikanan berkelanjutan (Aquaculture Stewardship Council, Marine Stewardship Council, dan lain-lain). Pemerintah mengadopsi dan meng-

- hubungkan konsensus kemitraan dengan industri, ilmuwan, organisasi nonpemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya.
- 4) Menghubungkan kebijakan perlindungan laut dengan kebijakan pemerintah tentang subsidi pestisida dan pupuk di sekitar kawasan konservasi laut. Meningkatkan program pengendalian hama terpadu oleh pemerintah provinsi dan kabupaten (mengikuti panduan dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian) dan mengintegrasikannya dengan sistem manajemen gudang baru yang diusulkan oleh Asosiasi Rantai Pendingin Indonesia (ARPI).
 - 5) Mencari praktik manajemen terkait EAF seperti penempatan terumbu karang buatan yang dapat mengurangi perubahan struktural dan fungsional yang diprediksi atau memanfaatkan peluang baru yang mungkin muncul di terumbu karang yang mengalami perubahan.
 - 6) Penguatan institusi kawasan konservasi perikanan (KKP) lokal, dalam jangka pendek, melalui pembentukan kelompok kerja yang melibatkan pemerintah provinsi dan pemerintah kota/kabupaten. Sementara itu, dalam jangka panjang, antara lain mendirikan institusi baru, yaitu unit pelaksana teknis di bawah Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi. Pengembangan sistem zonasi KKP dengan mempertimbangkan alokasi optimal keberadaan ekosistem yang menjamin proses metabolisme alami dari sistem perikanan di teluk. Meningkatkan keterlibatan pemangku kepentingan dalam pengelolaan KKP dan pantai terpadu, melibatkan masyarakat di wilayah pesisir, menciptakan peluang kerja baru menggunakan skema mikro Kredit, dan menciptakan kesadaran lingkungan di kalangan warga desa.
 - 7) Meningkatkan program pelatihan bagi keluarga nelayan, minimal sekali dalam satu musim panen/periode tangkap, dengan *exit strategy* di akhir program. Materi pelatihan yang diberikan, antara lain
 - a) EAF, termasuk keuntungan keberadaan ekosistem terumbu karang yang sehat dan *good fishing practices*;

- b) pelatihan *climate adaptation*; mengoptimalkan penggunaan teknologi (*big data* terkait perubahan iklim, memonitor kondisi laut, eutrofikasi) untuk *precision capture fisheries* bagi kelompok nelayan;
 - c) keterlibatan perempuan dalam rantai nilai perikanan, yaitu dalam hal pengambilan keputusan, perencanaan konservasi, dan perikanan; memberikan hak, pengakuan, perlindungan (*wellbeing*), dan pemberdayaan perempuan nelayan dengan membuka akses bagi perempuan nelayan untuk mendapatkan kartu nelayan;
 - d) cara pengolahan ikan yang baik dan benar dengan memanfaatkan teknologi pada kelompok pengolah ikan melalui pengabdian kepada masyarakat untuk memberikan keterampilan dan pengetahuan tentang mutu serta sanitasi dan hygiene di seluruh tahapan proses pengolahan ikan, proses dimulai dari penerimaan bahan baku, penyiangan, pencucian, penyusunan dalam wadah, perebusan, pendinginan/penirisan, dan pengepakan; memahami pengaruh faktor lingkungan, seperti perubahan iklim dan deforestasi terhadap pengolahan ikan;
 - e) pengembangan inovasi sosial untuk merubah perilaku nelayan terkait *bycatch*.
- 8) Memperbaiki sistem logistik di rantai pasok:
- a) mengoptimalkan Sistem Logistik Ikan Nasional (SLIN) dengan mendukung sinergi antara semua entitas yang terlibat dalam setiap aktivitas mulai dari hulu (sisi produksi) hingga hilir (sisi konsumsi) untuk mengatasi kendala faktor musiman, keterpencilan, serta karakteristik komoditas ikan yang rusak;
 - b) menciptakan komitmen untuk mendukung konsep konektivitas antarwilayah, yaitu menyediakan pasokan secara berkelanjutan, memanfaatkan potensi secara optimal, dan mengoordinasikan integrasi ketersediaan ikan di pusat-

- pusat produksi dan/atau pusat-pusat pengumpulan atau pusat distribusi;
- c) menambah fasilitas dan infrastruktur pelabuhan ikan, melakukan integrasi antara pelabuhan ikan, dan menambah diversifikasi produk.
- 9) Menerapkan kebijakan pengelolaan limbah plastik, membuat bank plastik/limbah, mendukung pembuatan infrastruktur daur ulang, membayar tarif premium untuk limbah plastik, serta memastikan pendapatan yang konsisten dan layak bagi para pengumpulnya.
 - 10) Kerja sama antara KKP, KESDM, dan sektor swasta untuk mengembangkan dan memastikan pasokan energi terbarukan di daerah pesisir dan perikanan.
 - 11) Penelitian lanjutan untuk kasus spesifik di daerah tertentu guna melihat *system dynamics* dari aspek sosial dan lingkungan terhadap sumber daya ikan.

Referensi

- Abdullah, A., Nurilmala, M., Muttaqin, E., & Yulianto, I. (2020). DNA-based analysis of shark products sold on the Indonesian market towards seafood labelling accuracy program. *Biodiversitas*, 21(4), 1385–1390. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210416>
- Adawiah, S. R., Amalia, V., & Purnamaningtyas, S. E. (2021). Analisis kesuburan perairan di daerah keramba jaring apung berdasarkan kandungan unsur hara (nitrat dan fosfat) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jatiluhur Purwakarta. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2), 96–105. <https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.90>
- Affognon, H., Mutungi, C., Sanginga, P., & Borgemeister, C. (2015). Unpacking postharvest losses in Sub-Saharan Africa: A meta-analysis. *World Development*, 66, 49–68. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.002>

- Alvarez-Filip, L., Côté, I. M., Gill, J. A., Watkinson, A. R., & Dulvy, N. K. (2011). Region-wide temporal and spatial variation in Caribbean reef architecture: Is coral cover the whole story? *Global Change Biology*, 17(7), 2470–2477. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02385.x>
- Amin, A., & Purnomo, T. (2021). Biomonitoring kualitas perairan pesisir Pantai Lembung, Pamekasan menggunakan bioindikator fitoplankton. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 106–114. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p106-114>
- Ayuningrum, T. V., & Purnaweni, H. (2020). Study level of community participation in environmental management in fish processing units (Case study: Kaliiori District, Rembang Regency). *E3S Web Conf.*, 202, Artikel 06029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020206029>
- Ballón, M., Bertrand, A., Lebourges-Dhaussy, A., Gutiérrez, M., Ayón, P., Grados, D., & Gerlotto, F. (2011). Is there enough zooplankton to feed forage fish populations off Peru? An acoustic (positive) answer. *Progress in Oceanography*, 91(4), 360–381. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.03.001>
- Basavaraju, Y., Prasad, D. T., Rani, K., Kumar, S. P., Naika, U. D., Jahageerdar, S., Srivastava, P. P., Penman, D. J., & Mair, G. C. (2007). Genetic diversity in common carp stocks assayed by random-amplified polymorphic DNA markers. *Aquaculture Research*, 38(2), 147–155. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01639.x>
- Bauer, B., Markus Meier, H. E., Casini, M., Hoff, A., Margoński, P., Orío, A., Saraiva, S., Steenbeek, J., & Tomczak, M. T. (2018). Reducing eutrophication increases spatial extent of communities supporting commercial fisheries: A model case study. *ICES Journal of Marine Science*, 75(4), 1306–1317. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy003>
- Blanchard, J. L., Jennings, S., Holmes, R., Harle, J., Merino, G., Allen, J. I., Holt, J., Dulvy, N. K., & Barange, M. (2012). Potential

- consequences of climate change for primary production and fish production in large marine ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1605), 2979–2989. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0231>
- Cabral, R. B., & Geronimo, R. C. (2018). How important are coral reefs to food security in the Philippines? Diving deeper than national aggregates and averages. *Marine Policy*, 91, 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.007>
- Ceccarelli, D. M., Lestari, A. P., Fnu, R., & White, A. T. (2022). Emerging marine protected areas of eastern Indonesia: Coral reef trends and priorities for management. *Marine Policy*, 141(2), Artikel 105091. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105091>
- Chust, G., Allen, J. I., Bopp, L., Schrum, C., Holt, J., Tsiaras, K., Zavatarelli, M., Chifflet, M., Cannaby, H., Dadou, I., Daewel, U., Wakelin, S. L., Machu, E., Pushpadas, D., Butenschon, M., Artioli, Y., Petihakis, G., Smith, C., Garcon, V.,...Irigoiien, X. (2014). Biomass changes and trophic amplification of plankton in a warmer ocean. *Global Change Biology*, 20(7), 2124–2139. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.12562>
- Dewey, A., & Drahota, A. (2016). *Introduction to systematic reviews: online learning module*. Cochrane Training.
- Diei-Ouadi, Y., & Mgawe, Y. I. (2011). *Post-harvest fish loss assessment in small-scale fisheries: A guide for the extension officer* (Technical Paper 559). FAO Fisheries and Aquaculture. <https://www.fao.org/3/i2241e/i2241e.pdf>
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. (2022, 30 Juni). Program penangkapan ikan terukur diminati investor. Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. <https://kkp.go.id/djpt/artikel/41871-program-penangkapan-ikan-terukur-diminati-investor>
- Disney, L. (2007). Wave of relief: the power of public-private partnership in speeding critical supplies to tsunami-ravaged villages. *Industrial Engineer*, 39(2), 24–29. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-40249091386&partnerID=40&md5=809f2f064c0b0f9121c10714703bccab>

- Escobar, L. E., Escobar-Dodero, J., & Phelps, N. B. D. (2018). Infectious disease in fish: Global risk of viral hemorrhagic septicemia virus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28(3), 637–655. <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9524-3>
- Faiqoh, E., Ayu, I. P., Subhan, B., Syamsuni, Y. F., Anggoro, A. W., & Sembiring, A. (2015). Variasi geografik kelimpahan zooplankton di perairan terganggu, Kepulauan Seribu, Indonesia. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 1(1), 19–22. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmas/article/view/16663/10937>
- Fatehah, L., Suwondo, E., Guritno, A. D., & Supartono, W. (2016). Life cycle assessment of fresh fish product in various scale of capture fisheries facilities. *AIP Conf. Proc.* 1755, Artikel 130017. <https://doi.org/10.1063/1.4958561>
- Firdaniza, & Gusriani, N. (2018). Markov chain model for demersal fish catch analysis in Indonesia. Dalam *IOP conf. ser.: Mater. sci. eng.* (332, Artikel 012022). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/332/1/012022>
- González-Zevallos, D. R., Góngora, M. E., & Romero, C. D. (2020). Socio-environmental approach with emphasis on solid waste generated by the fishing fleet of rawson, Argentine Patagonia. *Interciencia*, 45(3), 142–149.
- Haiyqal, S. V., Ismanto, A., Indrayanti, E., & Andrianto, R. (2023). Karakteristik tinggi gelombang laut pada saat periode normal, El Niño dan La Niña di Selat Makassar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 190–202. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.17003>.
- Hakim, A. A., Kurniavandi, D. F., Mashar, A., Butet, N. A., Zairion, Maduppa, H., & Wardiatno, Y. (2020). Study on stock structure of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier, 1816) in fisheries management area 712 of Indonesia using morphological characters with truss network analysis approach. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (414, Artikel 012006). <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012006>.
- Hamid, A., & Kamri, S. (2019). Keanekaragaman jenis ikan hasil tangkapan sampingan (*Bycatch*) perikanan rajungan di Teluk

- Lasongko dan Kendari Sulawesi Tenggara. *Marine Fisheries*, 10(2), 215–224. <https://doi.org/10.29244/jmf.v10i2.30855>
- Handayani, C., Soepardjo, A. H., & Aldrian, E. (2019). Impact of a El-Nino Southern Oscillation (ENSO) to fluctuation of skipjack catch production in Southern East Java. *J Phys Conf Ser*, 1217, Artikel 012170. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012170>.
- Hansen, A. R., Keenan, C., & Ronning, E. (2020). *Weathering the pandemic to build back better: Options for supporting SMEs in low-and middle-income countries* (Option Paper No. 1). Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN). <https://www.gainhealth.org/sites/default/files/publications/documents/weathering-the-pandemic-to-build-back-better-options-for-supporting-agri-food-smes-in-low-and-middle-income-countries.pdf>
- Hartati, V., & Islamiati, F. A. (2019). Analysis of location selection of fish collection center using AHP method in national fish logistic system. *Civil Engineering and Architecture*, 7(3), 41–49. <https://doi.org/10.13189/cea.2019.071307>
- Hasan, V., & Widodo, M. S. (2021). Parachromis managunesis (Günther, 1867): Keberadaan ikan predator asing di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(2), 180–189. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i2.1292>
- Hilborn, R., Amoroso, R. O., Anderson, C. M., Baum, J. K., Branch, T. A., Costello, C., De Moor, C. L., Faraj, A., Hively, D., Jensen, O. P., Kurota, H., Little, L. R., Mace, P., McClanahan, T., Melnychuk, M. C., Minto, C., Osio, G. C., Parma, A. M., Pons, M.,...Ye, Y. (2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. Dalam N. C. Stenseth (Ed.), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(4), 2218–2224. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909726116>.
- Huang, Y., Ciais, P., Goll, D. S., Sardans, J., Peñuelas, J., Cresto-Aleina, F., & Zhang, H. (2020). The shift of phosphorus transfers in global fisheries and aquaculture. *Nature Communications*, 11(1), Article 355. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14242-7>

- Indrawasih, R. (2012). Gejala perubahan iklim, dampak dan strategi adaptasinya pada wilayah dan komunitas nelayan di Kecamatan Bluto, Kabupaten Sumenep. *Jurnal Masyarakat & Budaya*, 14(3), 439–466. <https://jmb.lipi.go.id/jmb/article/download/101/82/193>
- Irawan, A., Romdhon, M., & Juniarni, D. (2022). *Nelayan dan perubahan iklim (Fisherman and climate change)*. Badan Penerbitan Fakultas Pertanian (BPFP) Universitas Bengkulu.
- Jiddawi, N. S., & Öhman, M. C. (2002). Marine fisheries in Tanzania. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 31(7), 518–527. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.7.518>
- JP2GI. (2020). *Policy intervention to reduce post-harvest and nutrition losses in the fisheries sector* (Working paper series 3-Indonesia Post-Harvest Loss Alliance for Nutrition).
- Karningsih, P. D., Anggrahini, D., Kurniati, N., Suef, M., Fachrur, A. R., & Syahroni, N. (2018). Mapping risks of Indonesian tuna supply chain. Dalam *IOP conf. ser.: Mater. sci. eng.* (337, Artikel 012035). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012035>
- Kementerian Pertanian. (2019). *Konsep kebijakan strategis ketahanan pangan & gizi (2020–2024)*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). Ecological footprint of Indonesia. https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Indonesia_Footprint_Review.pdf
- Kurniawan, F., Arkham, M. N., Rustam, A., Rahayu, Y. P., Adi, N. S., Adrianto, L., & Damar, A. (2020). An ecosystem services perspective for the economic value of seafood production supported by seagrass ecosystems: An exercise in Derawan Island, Indonesia. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (414, Artikel 012008). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012008>
- Larsen, S. N., Leisher, C., Mangubhai, S., Muljadi, A., & Tapilatu, R. F. (2018). Fisher perceptions of threats and fisheries decline in the heart of the coral triangle. *Indo Pacific Journal of Ocean Life*, 2(2), 41–46. <https://doi.org/10.13057/oceanlife/o020201>
- Latuconsina, H. (2010). Identifikasi alat penangkapan ikan ramah lingkungan di kawasan onservasi laut Pulau Pombo Provinsi

- Maluku. *Agrikan: Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*, 3, 23. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.3.2.23-30>
- Lestari, I. (2021). *Dampak limbah organik tambak udang vaname super intensif terhadap tingkat eutrofikasi perairan pantai Desa Palajau Kecamatan Arungkeke Kabupaten Jeneponto* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Hasanuddin.
- Lowerre-Barbieri, S. K., Walters Burnsed, S. L., & Bickford, J. W. (2016). Assessing reproductive behavior important to fisheries management: A case study with red drum. *Sciaenops ocellatus. Ecological Applications*, 26(4), 979–995. <https://doi.org/10.1890/15-0497>
- Malik, A., Lan, J., & Lenzen, M. (2016). Trends in global greenhouse gas emissions from 1990 to 2010. *Environmental Science and Technology*, 50(9), 4722–4730. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06162>
- Maurizka, I. S., & Adiwibowo, S. (2021). Strategi adaptasi nelayan menghadapi dampak perubahan iklim. *Jurnal Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat [JSKPM]*, 5(4), 496–508.
- Maxim, L., Spangenberg, J. H., & O'Connor, M. (2009). An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. *Ecological Economics*, 69(1), 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.03.017>.
- Meenakshi, V., Narayanan, K., & Venkataraman, R. (2010). Evaluation of organoleptic and biochemical status of the fish, *Cyprinus carpio* at different storage temperatures. *Journal of Biomedical Sciences and Research*, 2(4), 254–257.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & Prisma-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1–9.
- Mulyasari, G., Irham, Waluyati, L. R., & Suryantini, A. (2020). Livelihood vulnerability to climate change of fishermen in the coastal area of Bengkulu Province, Indonesia. *AACL Bioflux*,

- 13(3), 1242–1254. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2020.1242-1254.pdf>
- Naylor, R., & Burke, M. (2005). Aquaculture and ocean resources: Raising tigers of the sea. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 185–218. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.081804.121034>.
- Novitasari, A. D., Desrina, & Agustini, T. W. (2019). Detection of the Red Sea Bream Iridovirus (RSIVD) and quality of frozen mackerel (*Scomber japonicus*) imported through the port of Tanjung Mas Semarang. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (246, Artikel 012067). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/246/1/012067>
- Nurdiana, R., Pribadi, T. D. K., & Ihsan, Y. N. (2020). Estimasi produktivitas primer fitoplankton di kawasan hutan mangrove batukaras Pangandaran, Provinsi Jawa Barat. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(2), 274–280. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.02.11>
- Olii, S. V. (2022). *Strategi integrasi potensi wisata hiu paus dan perikanan tangkap di Desa Botubarani Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Negeri Gorontalo
- Oliver, J. D., & Jones, J. L. (2015). Chapter 66: *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus*. Dalam Y. Tang, M. Sussman, D. Liu, I. Poxton, & Schwartzman (Ed.), *Molecular medical microbiology* (Edisi kedua) (1169–1186). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397169-2.00066-4>
- Orinaldi, M. (2020). Relasi antara omnibus law di era pandemi Covid-19 dan perekonomian di Indonesia. *J-MAS (Jurnal Manajemen dan Sains)*, 5(2), 269–275. <http://jmas.unbari.ac.id/index.php/jmas/article/view/194>
- Owuor, M. A., Icelly, J., Newton, A., Nyunja, J., Otieno, P., Tuda, A. O., & Oduor, N. (2017). Mapping of ecosystem services flow in Mida Creek, Kenya. *Ocean and Coastal Management*, 140, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.02.013>

- Panjaitan, N. K., Adriana, G., Virianita, R., Karlita, N., & Cahyani, R. I. (2016). Kapasitas adaptasi komunitas pesisir pada kondisi rawan pangan akibat perubahan iklim (Kasus sebuah komunitas nelayan di Jawa Barat). *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 4(3), 281–290. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/sodality/article/download/14736/10885>.
- Parker, R. W., Blanchard, J. L., Gardner, C., Green, B. S., Hartmann, K., Tyedmers, P. H., & Watson, R. A. (2018). Fuel use and greenhouse gas emissions of world fisheries. *Nature Climate Change*, 8(4), 333–337. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0117-x>.
- Pasha, W. A., Amron, A., & Pranowo, W. S. (2022). Pengaruh ENSO (El Niño Southern Oscillation) terhadap suhu dan salinitas di perairan utara Aceh. *Jurnal Hidropilar*, 8(2), 61–74. <https://jurnal.sttalhidros.ac.id/index.php/hidropilar/article/view/247>
- Pasopati, G. (2015, 3 November). *KKP putar otak pangkas susut panen perikanan Rp 30 triliun*. CNN Indonesia. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20151103104545-92-89096/kkp-putar-otak-pangkas-susut-panen-perikanan-rp-30-triliun>
- Patrício, J., Elliott, M., Mazik, K., Papadopoulou, K.-N., & Smith, C. J. (2016). DPSIR—two decades of trying to develop a unifying framework for marine environmental management? *Frontiers in Marine Science*, 3(177). <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00177>
- Pauly, D., Christensen, V., & Walters, C. (2000). Ecopath, ecosim, and ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 697–706. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0726>
- Phelan, A. A., Ross, H., Setianto, N. A., Fielding, K., & Pradipta, L. (2020). Ocean plastic crisis—Mental models of plastic pollution from remote Indonesian coastal communities. *PLOS ONE*, 15, Article e0236149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236149>
- Pitcher, T. J. (2001). Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to salvage the future. *Ecological Applications*, 11(2), 601–617. <https://doi.org/10.2307/3060912>

- Prayitno, H. B., & Afdal. (2019). Spatial distributions of nutrients and chlorophyll-a: A possible occurrence of phosphorus as a eutrophication determinant of the Jakarta Bay. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 1–12. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/21971>
- Purnomo, D., Kusumastuti, N., Anas, M., Aisyah, S., & Shaari, M. S. (2020). Evaluating the economy growth by supply chain strategies and testing the validity of Okun's laws in Indonesia [Article]. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 826–831. <https://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/view/4407/2239>
- Purwanto, Matualage, D., Rumengan, I., Monim, H. Y., Awaludinnoer, Mambrasar, R., Maulana, N., Mulyadi, Hamid, L., & Orisu, D. (2019). *Status dan tren ekologi Kawasan Konservasi Perairan Daerah Buruway, Kaimana* [Laporan]. Universitas Papua, The Nature Conservancy, Conservation International, & Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00Z8G2.pdf
- Puspasari, R., Triharyuni, S., Alimi, T., Campbell, S. J., Jakub, R., Suherfian, W., de la Rosa, E., & Setiawan, H. (2021). Pengaruh ENSO terhadap lingkungan perairan dan perikanan di Perairan Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 27(2), 95–106. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi/article/view/10376/7646>
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Fauziyah, Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65–74. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/18861>
- Rachman, I., & Septiana, A. I. (2020). Food waste control recommendations in Indonesia based on public opinion related to the target SDGs. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 4(1), 25–30. <http://journal.unpas.ac.id/index.php/temali/article/view/2334>

- Rani, C., Nessa, M. N., Faizal, A., Werorilangi, S., Tahir, A., & Jompa, J. (2018). Temporal dynamics of eutrophication level and sedimentation rate in coral reef area of Spermonde and Sembilan Islands, South Sulawesi. *Spermonde: Jurnal Ilmu Kelautan*, 4(1), 12–19. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jiks/article/view/3799>
- Ratnasari, D., Takarina, N. D., & Siswantining, T. (2018). The heavy metal analysis of mercury (Hg) and chromium (Cr) on frozen escolar *Lepidocybium flavobrunneum* collected from fisheries management area 573. *AIP Conf. Proc*, 2023, Artikel 020121. <https://doi.org/10.1063/1.5064118>
- Rizal, M., Amarullah, T., & Rahma, E. A. (2019). Role of national fish logistic system (SLIN) based on the fishing port in supporting food security in Simeulue Island, Aceh Province, Indonesia. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (348, Artikel 012024). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/348/1/012024>
- Rusandi, A., Hakim, A., Wiryawan, B., Sarmintohadi, S., & Yulianto, I. (2021). Pengembangan kawasan konservasi untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan di Indonesia. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 12(2), 137–147. <https://doi.org/10.29244/jmf.v12i2.37047>
- Sabihaini, Pratomo, A. H., Rustamaji, H. C., & Sudaryatie. (2020). The impact of climate change on pampus argenteus fish production in Depok Village, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1471, Article 012065.
- Saksono, P. N., Rompas, R. M., Luasunaung, A., Reppie, E., Kawung, N. J., & Rumampuk, N. D. C. (2020). Economic efficiency of input utilization and business analysis of fishing gear ‘cantrang’ at fisheries management area 712 in Indonesia. *AAFL Bioflux*, 13(4), 2152–2160. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2020.2152-2160.pdf>
- Sambunjak, D., Cumpston, M., & Watts, C. (2017). Modul 1: Introduction to conducting systematic reviews. Dalam *Cochrane interactive learning: Conducting an intervention review*. Cochrane.

- <https://training.cochrane.org/interactivelearning/module-1-introduction-conducting-systematic-reviews>.
- Siswati, N. D., Zain, A., & Mohammad. (2010). Animal feed making from tuna fish waste with fermentation process. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(2), 309–313. <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekkim/article/view/128>
- Solihin, A., Isdahartati, Damar, A., & Erwiantono. (2020). Strengthening of local marine protected area (MPA) in local autonomy era: Case of Bontang City East Kalimantan Province, Indonesia. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (414, Artikel 012024). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012024>
- Stobutzki, I. C., Silvestre, G. T., & Garces, L. R. (2006). Key issues in coastal fisheries in South and Southeast Asia, outcomes of a regional initiative. *Fisheries Research*, 78(2-3), 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.02.002>
- Subehi, S., Boesono, H., & Dewi, D. A. N. N. (2017). Analisis alat penangkap ikan ramah lingkungan berbasis code of conduct for responsible fisheries (CCRF) di TPI Kedung Malang Jepara. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 1(3), 1–10. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/juperta/article/view/1874/1224>
- Sultana, R., Jamil, K., & Khan, S. I. (2014). Bycatch utilization in Asia. Dalam S. K. Kim (Ed.), *Seafood processing by-products: Trends and applications*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9590-1_13
- Surahman, Z. M., Hanningtyas, I., Aristi, D., Cahyaningrum, F., & Laelasari, E. (2019). Factors related to the presence of formaldehyde in the salted fish trade in Ciputat, Indonesia. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 15(3), 89–94. https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/2019100109004113_MJMHMS_0399.pdf
- Suryaningtyas, O. (2019). *Perlindungan hukum satwa perairan atas ancaman ikan predator arapaima gigas di sungai brantas* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Wijayakusuma Surabaya.

- Sutanto, H. A., & Imaningati, S. (2014). Tingkat efisiensi produksi dan pendapatan pada usaha pengolahan ikan asin skala kecil. *Jejak*, 7(1), 73-84.
- Taurusman, A. A., Wiryawan, B., Besweni, & Isdahartati. (2020). Dampak penangkapan terhadap ekosistem: landasan pengelolaan perikanan berkelanjutan. *Albacore: Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 4(1), 109–118. <https://doi.org/10.29244/core.4.1.109-118>.
- Taylor, M. H., Tam, J., Blaskovic, V., Espinoza, P., Michael Ballón, R., Wosnitza-Mendo, C., Argüelles, J., Díaz, E., Purca, S., Ochoa, N., Ayón, P., Goya, E., Gutiérrez, D., Quipuzcoa, L., & Wolff, M. (2008). Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part II: Elucidating ecosystem dynamics from 1995 to 2004 with a focus on the impact of ENSO. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 366–378. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.008>
- Ulfa, M. (2018). Persepsi masyarakat nelayan dalam menghadapi perubahan iklim (Ditinjau dalam aspek sosial ekonomi). *Jurnal Pendidikan Geografi*, 23(1), 41–49. <https://doi.org/10.17977/um017v23i12018p041>
- Ulfah, U. A. (2022). *Kerja sama Conservation International dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam konservasi hiu di Indonesia* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Lampung.
- Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah. 2014. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38685/uu-no-23-tahun-2014>
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (2009). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38771/uu-no-32-tahun-2009>
- van Beukering, P. J. H., Scherl, L. M., & Leisher, C. (2010). The role of marine protected areas in alleviating poverty in the Asia-Pacific. Dalam *Nature's wealth: The economics of ecosystem services and poverty* (115–133). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139225311.007>

- Vaughan, B. E., & Strand, J. A. (1970). Biological implications of a marine release of ⁹⁰Sr. *Health Physics*, 18(1), 25-41. <https://doi.org/10.1097/00004032-197001000-00003>
- Vincentius, A., Nessa, M. N., Jompa, J., Saru, A., Nurdin, N., & Rani, C. (2018). Influential factors analysis towards mangrove cover and production of demersal fish in Maumere Bay, Indonesia. *AACL Bioflux*, 11(3), 810–822. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2018.810-822.pdf>
- Vizzini, S. (2009). Analysis of the trophic role of Mediterranean seagrasses in marine coastal ecosystems: A review. *Botanica Marina*, 52(5), 383–393. <https://doi.org/10.1515/BOT.2009.056>
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. Dalam *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering* (1–10). Association for Computing Machinery. <http://dx.doi.org/10.1145/2601248.2601268>
- Yunanto, A., Wiguna, H. J., Endo, S., Yusrizal, & Krisnafi, Y. (2018). Do marine protected areas have lower overfishing level? *AALC Bioflux*, 11(5), 1672–1679. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2018.1672-1679.pdf>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 5

Mewaspadaai Kolapsnya Perikanan Teripang (Timun Laut; Holothuriidae) di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat

Neri Kautsari

A. Teripang yang Makin Menghilang

Teripang adalah kelompok hewan laut yang sejak zaman kuno telah dimanfaatkan sebagai makanan dan obat tradisional di dunia khususnya di Asia (Kiew & Don, 2012). Secara nutrisi, teripang mengandung kadar protein yang tinggi (40%–60%), lipid (asam lemak tak jenuh ganda/PUFA), mineral (misalnya, kalsium, seng, besi, dan magnesium), dan vitamin (A, B1, B2, dan B3) (Gajdosechova et al., 2020). Teripang juga mengandung senyawa bioaktif, termasuk glikosida triterpen (saponin), fenolik (flavonoid dan asam fenolik), polisakarida, protein (kolagen dan peptida), serebrosida, dan sphingoid yang menunjukkan aktivitas antioksidan, antikanker,

N. Kautsari

Universitas Samawa, *e-mail*: nerikautsari040185@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Kautsari, N. (2023). Mewaspadaai kolapsnya perikanan teripang (timun laut; Holothuriidae) di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (145–188). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908. 6756 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

antihipertensi, antiinflamasi, antitrombotik, antidiabetes, antiobesitas, dan antimikrob (Hossain et al., 2020). Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa teripang merupakan makanan laut yang kaya kolagen sehingga bermanfaat dalam bidang medis dan kecantikan (Gao et al., 2015; Li et al., 2021). Teripang juga telah dimanfaatkan sebagai obat dari beberapa jenis penyakit, antara lain, rematik, gangguan ginjal, gangguan reproduksi, lemah syahwat, asma, nyeri sendi, nyeri punggung, hipertensi, luka gores, luka bakar, dan sembelit (Wen & Hu., 2010). Produk yang berasal dari teripang umumnya tersedia dalam bentuk tablet kering, cair, dan lainnya (Hossain et al., 2020).

Tingginya manfaat teripang bagi manusia telah berdampak pada peningkatan jumlah konsumen teripang dalam beberapa tahun terakhir. Purcell et al. (2013) melaporkan bahwa konsumen teripang di Asia mencapai lebih dari 1 miliar. Tambahan lagi, Bordbar et al. (2011) menyatakan bahwa teripang memiliki nilai komersial tertinggi di Asia dan Timur Tengah. Teripang Indonesia yang diekspor dapat mencapai harga tertinggi US\$25 per kg, di pasar Tiongkok harganya berkisar dari US\$106 hingga US\$2.950 per kg (Bordbar et al., 2011; Purcell, 2014). Harga teripang di pasar global dipengaruhi, salah satunya, oleh jenis dan ukuran teripang (Robinson & Lovatelli, 2015). Spesies teripang tropis yang memiliki harga tertinggi adalah teripang pasir (*Holothuria scabra*) dengan bobot segar mulai dari 1,5 sampai 2 kg. Harganya mencapai US\$1.800 per kg di salah satu toko di Hong Kong. *H. atra* adalah jenis teripang tropis yang memiliki harga terendah di pasar Guangzhou (US\$31 per kg), sedangkan *Actinopyga palauensis* dan *Sticopus naso* adalah dua jenis yang memiliki harga paling rendah di pasar Hong Kong (Purcell et al., 2018). Harga teripang pasir dengan ukuran panjang rata-rata 9 cm (ukuran kering) dan bobot 41 g (bobot kering) mencapai US\$303 per kg dengan harga tertinggi sekitar S\$1.668 per kg, sementara harga teripang jenis lainnya (*H. atra*, *H. fuscogilva*, *A. lecanora*, *A. palauensis*, *B. vitiensis*, *H. whitmaei*, *S. herrmanni*, *S. Naso*, dan lain-lain) berada jauh di bawah harga tersebut (Purcell, 2018).

Meningkatnya permintaan teripang di pasar Asia (Hong Kong dan Singapura) menyebabkan menipisnya populasi teripang di wilayah Tiongkok (Anderson et al., 2011). Hal ini telah mendorong permintaan teripang dari wilayah Asia lainnya termasuk Indonesia (Bruckner, 2006; Conand, 2004; Purcell et al., 2010; Toral-Granda et al., 2008). Saat ini, penangkapan teripang telah dilakukan di seluruh dunia dengan beberapa populasi dilaporkan mengalami penangkapan berlebih (*overfishing*) (Conand & Muthiga, 2007; Lovatelli et al., 2004; Toral-Granda et al., 2008; Uthicke & Conand, 2005), bahkan jenis teripang yang awalnya bernilai ekonomi rendah dan bukan tangkapan utama telah menjadi target utama penangkapan. Penangkapan teripang di berbagai negara bertujuan memenuhi kebutuhan ekspor dan hanya sedikit yang digunakan untuk keperluan domestik. Pasar teripang didorong oleh pengusaha dari Asia (seperti Hongkong) yang merupakan orang yang menetapkan harga teripang di pasar ekspor.

Eksplorasi yang tinggi tanpa diikuti dengan pengelolaan yang baik telah berdampak pada penurunan stok teripang di alam. Penurunan populasi teripang ini telah terjadi di berbagai perairan dunia termasuk di Indonesia. Beberapa lokasi perairan di Indonesia yang diketahui mengalami penurunan populasi teripang, antara lain, perairan Kepulauan Seribu (Taurusman et al., 2018; Hasanah et al., 2012), Sulawesi (Anderson et al., 2011), Sumbawa (Kautsari et al., 2019), dan berbagai perairan lainnya. Eksploitasi teripang di Kabupaten Sumbawa dilakukan di beberapa lokasi, yaitu perairan Teluk Saleh, Pulau Bungin, Pulau Moyo, Desa Labuhan Bajo, dan sebagainya. Penangkapan teripang di perairan Teluk Saleh telah dilakukan jauh sebelum tahun 1997. Meskipun perikanan teripang telah ada sejak lama, hingga saat ini belum terdapat aturan ataupun regulasi yang mengelola perikanan teripang secara komprehensif (Kautsari et al., 2019). Tidak adanya aturan atau regulasi terkait perikanan teripang menyebabkan eksploitasi terus dilakukan tanpa memperhatikan aspek kelestarian. Kondisi ini telah menyebabkan terjadinya penurunan jumlah populasi, khususnya teripang pasir (*H. scabra*), baik di Kabupaten Sumbawa maupun wilayah perairan Indonesia lainnya.

Kautsari et al. (2019) melaporkan bahwa populasi teripang pasir di perairan Teluk Saleh, Sumbawa, telah mengalami penurunan. Hal ini ditunjukkan dengan beberapa indikator, yaitu (1) adanya jumlah hasil tangkapan yang menurun dalam sepuluh tahun terakhir, (2) ukuran teripang yang tertangkap mengecil dari tahun ke tahun, (3) perubahan jangkauan daerah penangkapan, (4) menurunnya jumlah nelayan penangkap teripang, dan (5) adanya penangkapan jenis teripang yang memiliki nilai ekonomi rendah. Jika penangkapan terus dilakukan tanpa mempertimbangkan kondisi stok dan aspek kelestarian, akan berakibat pada kepunahan spesies. Sebagaimana menurut Branch et al. (2013) bahwa eksploitasi yang tidak lestari merupakan faktor utama penyebab kepunahan spesies.

Penurunan jumlah stok teripang menjadi suatu permasalahan perikanan yang harus segera diatasi karena dapat memberikan dampak yang luas pada bidang ekonomi, ekologi, maupun sosial. Secara ekonomi, penurunan jumlah stok teripang berdampak pada penurunan jumlah pendapatan nelayan, pengepul, maupun pihak-pihak yang terlibat dalam sistem bisnis perikanan, bahkan berdampak pada penurunan devisa negara karena berpotensi menurunkan nilai dan volume ekspor produk teripang di pasaran dunia. Secara ekologis, kehilangan suatu spesies akan menghilangkan fungsi spesies tersebut dalam ekosistem. Teripang memiliki beberapa peran penting dalam ekosistem perairan, antara lain, sebagai deposit dan *filter feeder* (penyaring makanan), memengaruhi siklus nutrisi, dan menstimulasi pertumbuhan makroalga serta berperan dalam pencampuran sedimen di dasar perairan (MacTavish et al., 2012). Berdasarkan peranan tersebut, penurunan populasi teripang berdampak pada penurunan fungsinya di alam, seperti dapat mengganggu siklus nutrisi di dasar perairan, menurunkan biomassa alga sehingga meningkatkan jumlah bahan organik di perairan dan menurunkan populasi hewan yang berada pada tingkat tropik di atasnya (contohnya gastropoda). Secara umum, dampak yang terjadi ialah terganggunya keseimbangan ekosistem laut.

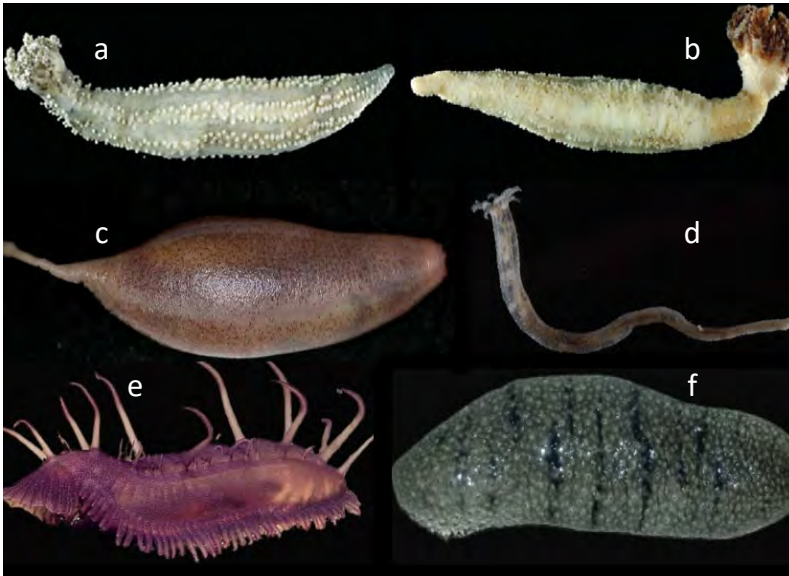
Dalam upaya mengatasi penurunan stok teripang di alam, pemerintah Indonesia telah merancang Rencana Aksi Nasional (RAN) Konservasi Teripang yang dijadikan sebagai dasar dalam merancang strategi pengelolaan teripang di daerah-daerah yang mengalami penurunan stok teripang. Hingga saat ini, pengelolaan perikanan teripang di Indonesia belum dilakukan secara optimal, padahal pengelolaan perikanan teripang merupakan tindakan urgen yang harus dilakukan oleh pemerintah Indonesia, baik pemerintah daerah maupun pemerintah pusat.

Bab ini membahas peran penting pengelolaan perikanan teripang berdasarkan tinjauan berbagai aspek yang penting untuk diketahui dan dipahami dengan baik oleh seluruh *stakeholder*. Pengelolaan ini meliputi jenis-jenis teripang, sejarah eksploitasi teripang, peranan teripang, studi kasus penangkapan dan pengolahan teripang di Sumbawa, keterancaman perikanan teripang, kerentanan penurunan stok dan kepunahan teripang di alam, tantangan dan kendala pengelolaan teripang, serta strategi pengelolaan perikanan teripang.

B. Jenis-Jenis Teripang Bernilai Ekonomi Penting

Teripang termasuk salah satu dari 1.200 spesies invertebrata laut. Dalam sistematika, teripang masuk filum Echinodermata, kelas Holothuroidea. Pada kelas Holothuroidea terdapat enam ordo, lima di antaranya adalah Dendrochirotida, Aspidochirotida, Molpadida, Apodida, dan Elaspodida. Contoh masing-masing ordo disajikan pada Gambar 5.1. Ordo yang paling banyak dimanfaatkan dalam perikanan ialah Dendrochirotida dan Aspidochirotida. Dendrochirotida memiliki dinding tubuh yang besar lunak atau keras dan memiliki tentakel yang bercabang pada bagian ujung mulut, sedangkan Aspidochirotida memiliki dinding tubuh yang tebal dan simetri bilateral yang mencolok. Terdapat banyak kaki tabung pada permukaan ventral tubuh. Kaki tabung pada permukaan dorsal sering termodifikasi membentuk papila. Aspidochirotidids memiliki

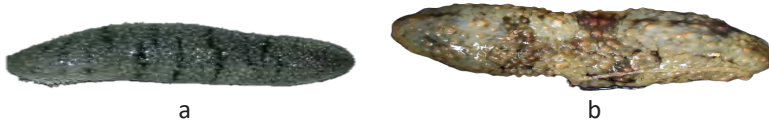
10 sampai 30 (umumnya 20) tentakel. Aspidochirotida termasuk *deposit feeder*, menggunakan tentakel pendek untuk menyalurkan makanan ke mulut. Pada ordo Aspidochirotida terdapat dua famili yang dieksploitasi, yaitu Holothuriidae dan Stichopodidae (Gambar 5.2), sedangkan pada kelompok Dendrochirotida hanya ada satu famili, yaitu Cucumaridae.



Keterangan: (a) *Neoamphicyclus materiae* sp. dan (b) *Neocucumella turnerae* sp. mewakili ordo Dendrochirotida; (c) *Molpadia musculus* mewakili ordo Malpadida; (d) *Apodida brandt* mewakili ordo Apodida; (e) Elaspodida; dan (f) *Holothuria scabra* mewakili ordo Aspidochirotida

Sumber: (a, b) O'loughlin (2007); (c) Museums Victoria Collections (t.t.); (d) Moorea Biocode (2010); (e) NOAA Photo Library (2018); (f) Kautsari (2019)

Gambar 5.1 Contoh Spesies Teripang pada Masing-Masing Ordo



Keterangan: (a) Famili Holothuriidae; (b) Famili Stichopodidae
Foto: Neri Kautsari (2019)

Gambar 5.2 Morfologi Teripang dari Famili Holothuriidae dan Stichopodidae

Teripang yang dipasarkan dalam keadaan kering disebut dengan *bêche-de-mer*. Terdapat 35 spesies yang dimanfaatkan untuk memproduksi *bêche-de-mer*. Teripang yang dijadikan *bêche-de-mer* adalah spesies berdinding tebal yang merupakan famili Holothuriidae (genus *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Pearsonothuria*, dan *Holothuria*) dan Stichopodidae (genus *Stichopus* dan *Thelenota*). Jenis teripang yang umumnya dipasarkan secara global disajikan pada Tabel 5.1. Pemahaman jenis teripang yang memiliki nilai ekonomi sangat penting diketahui dalam pengelolaan, terutama dalam menentukan target prioritas yang akan dikelola.

Tabel 5.1 Jenis Teripang Yang Memiliki Nilai Ekonomi Tinggi

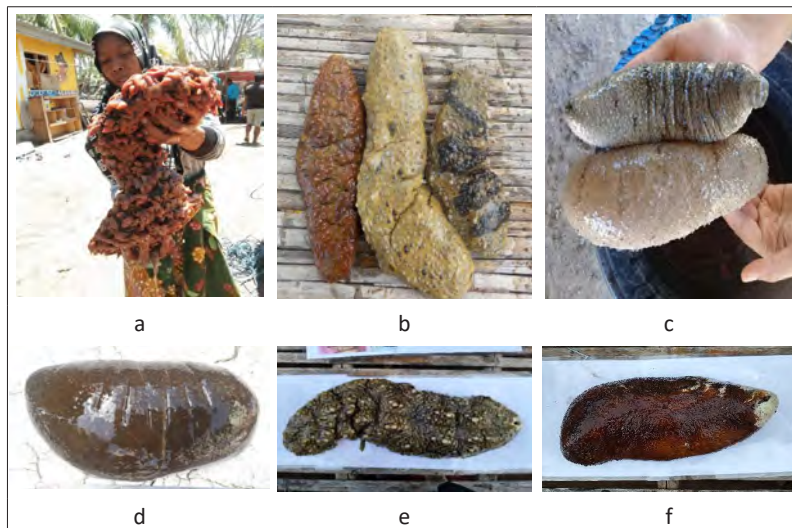
Aspidochirotida		Dendrochirotida
Holothuriidae	Stichopodidae	
<i>Actinopyga echinites</i>	<i>Apostichopus parvimensis</i>	<i>Cucumaria frondosa</i>
<i>Actinopyga lecanora</i>	<i>Astichopus multifidus</i>	<i>Cucumaria japonica</i>
<i>Actinopyga mauritiana</i>	<i>Australostichopus mollis</i>	
<i>Actinopyga miliaris</i>	<i>Isostichopus badionotus</i>	
<i>Actinopyga palauensis</i>	<i>Isostichopus fuscus</i>	
<i>Actinopyga spinea</i>	<i>Parastichopus californicus</i>	
<i>Actinopyga sp. affn. flammea</i>	<i>Stichopus chloronotus</i>	
<i>Bohadschia argus</i>	<i>Stichopus herrmanni</i>	
<i>Bohadschia atra</i>	<i>Stichopus horrens</i>	

Aspidochirotida		Dendrochirotida
Holothuriidae	Stichopodidae	
<i>Bohadschia marmorata</i>	<i>Stichopus monotuberculatus</i>	
<i>Bohadschia subrubra</i>	<i>Stichopus naso</i>	
<i>Bohadschia vitiensis</i>	<i>Stichopus ocellatus</i>	
<i>Pearsonothuria graeffei</i>	<i>Stichopus pseudohorrens</i>	
<i>Holothuria arenicola</i>	<i>Stichopus vastus</i>	
<i>Holothuria atra</i>	<i>Thelenota ananas</i>	
<i>Holothuria cinerascens</i>	<i>Thelenota anax</i>	
<i>Holothuria coluber</i>	<i>Thelenota rubralineata</i>	
<i>Holothuria edulis</i>		
<i>Holothuria flavomaculata</i>		
<i>Holothuria fuscocinerea</i>		
<i>Holothuria fuscogilva</i>		
<i>Holothuria fuscopunctata</i>		
<i>Holothuria hilla</i>		
<i>Holothuria impatiens</i>		
<i>Holothuria kefersteini</i>		
<i>Holothuria lessoni</i>		
<i>Holothuria leucospilota</i>		
<i>Holothuria mexicana</i>		
<i>Holothuria nobilis</i>		
<i>Holothuria sp</i>		
<i>Holothuria pardalis</i>		
<i>Holothuria pervicax</i>		
<i>Holothuria scabra</i>		
<i>Holothuria spinifera</i>		
<i>Holothuria whitmaei</i>		

Sumber: Purcell (2012)

Beberapa spesies teripang komersial yang dieksploitasi di Indonesia adalah *Actinopyga echinites*, *A. mauritiana*, *A. miliaris*, *Bohadschia argus*, *B. vitiensis*, *Holothuria atra*, *H. edulis*, *H. fuscogilva*, *H. fuscopunctata*, *H. whitmaei*, *H. scabra*, *H. lessoni*, *H. coluber*, *Stichopus chloronotus*, *S. herrmanni*, *Thelenota ananas*, dan *T. anax*

(Tuwo, 2004). Jenis-jenis teripang ini juga ditemukan sebagai target tangkapan di Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Berikut adalah gambar jenis-jenis teripang yang ditangkap oleh nelayan di Sumbawa.



Keterangan: (a) Teripang nanas (*Thelenota ananas*); (b) Teripang gamat (Stichopodidae); (c) Teripang pasir (banting) (*Holothuria scabra*); (d) Teripang kapuk (*Actinopyga miliaris*); (e) Teripang kasur (*Stichopus vastus*); (f) Teripang kapok atau teripang sepatu (*Actinopyga lecanora*)

Foto: Neri Kautsari (2022, 2023)

Gambar 5.3 Beberapa Jenis Teripang yang Tertangkap oleh Nelayan di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat

C. Sejarah Eksploitasi, Perdagangan, dan Pasar Ekspor Teripang

Eksploitasi invertebrata laut termasuk teripang telah dilakukan sejak beberapa abad yang lalu, tetapi sejarah penangkapannya tidak terdokumentasi dengan baik seperti halnya penangkapan ikan. Teripang dari famili Holothuriidae maupun Stichopodidae telah

dieksploitasi secara komersial kurang lebih satu juta tahun yang lalu. Terdapat perbedaan catatan terkait dengan waktu pertama kali terjadinya eksploitasi teripang. Beberapa catatan menyatakan bahwa teripang telah ditangkap (dieksploitasi) selama lebih dari 1.000 tahun di kawasan Indo-Pasifik. Bukti yang terdokumentasi hanya tersedia selama 400 tahun terakhir. Catatan dari Belanda paling awal menyebutkan bahwa teripang mulai dieksploitasi di Makassar sejak Juni 1710. Pemanfaatan teripang diduga muncul pada tahun 1720. Pada pertengahan abad ke-18, telah tersedia referensi pengumpulan dan pemrosesan teripang di Asia Tenggara dengan pusat perdagangan di Makassar (Sulawesi Selatan).

Teripang dieksploitasi untuk diambil dinding tubuhnya (*body wall*) yang kemudian dimanfaatkan sebagai makanan maupun obat-obatan. Statistik dunia mulai memperhatikan penangkapan teripang sejak tahun 1978 (Conand, 1989). Tangkapan teripang global dinyatakan meningkat selama enam dekade terakhir. Pada tahun 1950, jumlah berat basah teripang yang ditangkap dan terdata pada 19 negara adalah 2.300 ton berat basah. Pada tahun 2006, data teripang pada pasar global meningkat sebanyak 30.500 ton berat basah. Tahun tersebut disebut sebagai puncak peningkatan eksploitasi teripang secara global. Secara historis, perdagangan teripang dilakukan oleh orang dari Makassar, Bugis, dan Bajo. Sejarah penangkapan dan perdagangan teripang dimulai di Asia Tenggara. Pada waktu itu, Makassar menjadi pusat perdagangan utama teripang. Penangkapan teripang didorong oleh permintaan yang kuat dari Tiongkok dan negara oriental lainnya. Produk kering dari teripang biasanya disebut *bêche-de-mer*, teripang, atau haisom. Bagi masyarakat Tiongkok, teripang dianggap sebagai makanan lezat dan obat. Konsumen dari negara tersebut menganggap teripang merupakan kuliner yang memiliki kelezatan yang luar biasa serta disebut sebagai makanan mewah. Teripang pertama kali diimpor dari Jepang dan kemudian dari Asia Tenggara. Bukti dokumenter dari Asia Tenggara menegaskan rentang waktu antara akhir abad ke-17 dan awal abad ke-18 sebagai abad munculnya perdagangan teripang di wilayah Asia. Pada tahun 1990, Indonesia tercatat sebagai negara

pengekspor utama teripang di dunia. Pada tahun itu, Indonesia mampu mengekspor teripang sebanyak 3.438 ton. Data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2019 menunjukkan bahwa volume ekspor teripang tahun 2019 adalah 429.525 kilogram dengan nilai US\$981.312. Pada rentang tahun 2014 hingga 2019, ekspor teripang mengalami fluktuasi. Ekspor tertinggi terjadi pada tahun 2016, yaitu sebanyak 1.395.828 kilogram yang bernilai US\$6.745.334. Pada bulan Agustus tahun 2022, nilai ekspor teripang adalah US\$6,41 juta (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2022).

Dalam perdagangan makanan laut internasional, *bêche-de-mer* atau teripang menjadi komoditas perdagangan yang penting secara global sejak abad ke-16. Adapun pasar utama dari teripang adalah sebagai berikut.

1) Pasar Hong Kong

Hong Kong merupakan pasar *bêche-de-mer* utama dunia. Hong Kong mengimpor sebagian besar dari sepuluh negara, yaitu Indonesia, Singapura, Filipina, Fiji, Republik Rakyat Tiongkok, Maladewa, Kepulauan Solomon, Papua Nugini, Madagaskar, dan Kaledonia Baru. *Bêche-de-mer* yang diimpor dari Filipina dan Indonesia dihargai rendah, sedangkan produk dari Kepulauan Pasifik harganya sedikit lebih tinggi. Sementara itu, teripang dari Samudra Hindia Barat (Madagaskar, Tanzania, Mozambik) memiliki harga tertinggi.

2) Pasar Singapura

Singapura adalah pasar terbesar kedua untuk impor dan ekspor kembali. Saat ini, pemasok utama ke pasar Singapura adalah Kepulauan Maladewa, Kepulauan Pasifik, Tanzania, dan Malaysia. Baru-baru ini, pemasok utama adalah Sri Lanka, India, dan Filipina. Singapura kemudian mengekspor kembali teripang-teripang tersebut ke Hong Kong.

3) Pasar lainnya

Teripang ditangkap di Sabah, selain dikonsumsi secara lokal, lalu diekspor terutama ke Semenanjung Malaysia, Sarawak,

Singapura, Thailand, Hong Kong SAR, Taiwan, dan Tiongkok. Teripang dari Indonesia dan Filipina juga diimpor ke Sabah dan diekspor kembali setelah diproses. Namun, sejak 1990-an, volume impor telah menurun secara drastis (Conand, 1989).

D. Peranan Teripang dalam Berbagai Aspek

Eksplorasi teripang yang berlebihan telah mengancam stok ketersediaan hewan ini. Hal ini sangat mengkhawatirkan karena teripang memiliki begitu banyak manfaat. Selain memainkan peran penting bagi ekosistemnya, teripang juga berkontribusi besar bagi perekonomian masyarakat.

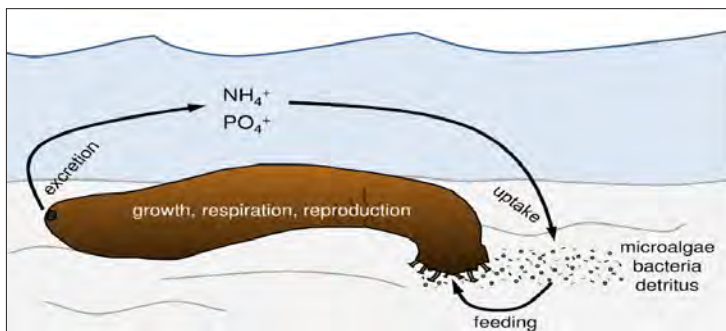
1. Peran Ekologis

Pemahaman peran ekologis teripang, terutama jenis yang dieksploitasi, sangat penting dalam pengelolaan perikanan berbasis ekosistem (*ecosystem-based fisheries management/EBFM*). Pemahaman tersebut dapat menjadi dasar dalam meningkatkan pemahaman bagaimana spesies teripang yang dieksploitasi tersebut memengaruhi proses ekosistem. Pemahaman seperti itu membantu merancang peraturan khusus untuk spesies kunci dan menginformasikan kebijakan untuk pengelolaan perikanan yang bertanggung jawab. Secara ringkas, peran penting teripang secara ekologis adalah sebagai berikut.

- 1) Berkontribusi dalam peningkatan zat hara dan produktivitas alga. Teripang merupakan salah satu organisme yang memiliki kontribusi besar pada biomassa komunitas bentik di perairan laut. Pergerakan teripang di dasar perairan berperan penting dalam penyebaran zat hara yang ada di dasar perairan. Zat hara yang berada di dasar perairan akan terangkat ke kolom perairan melalui gerakan pengadukan yang dilakukan teripang (bioturbasi). Setelah itu, unsur hara ini akan dimanfaatkan oleh komunitas bentik lainnya, seperti alga. Oleh karena itu,

produktivitas makroalga maupun mikroalga sangat dipengaruhi bioturbasi yang dilakukan teripang di dasar perairan.

- 2) Berkontribusi pada kualitas fisika-kimia perairan. Teripang memiliki pengaruh terhadap proses fisika-kimia perairan, khususnya di bagian dasar perairan dan ekosistem terumbu karang. Daur ulang bahan organik adalah fungsi utama Holothuroidea, terutama di ekosistem terumbu karang. Melalui sistem ekskresi, *Holothuria* mengeluarkan feses yang mengandung senyawa organik, seperti nitrogen dan fosfat (Gambar 5.4). Unsur hara yang dilepaskan oleh Holothuroidea dapat meningkatkan produktivitas produsen utama (contohnya fitoplankton atau alga lainnya).

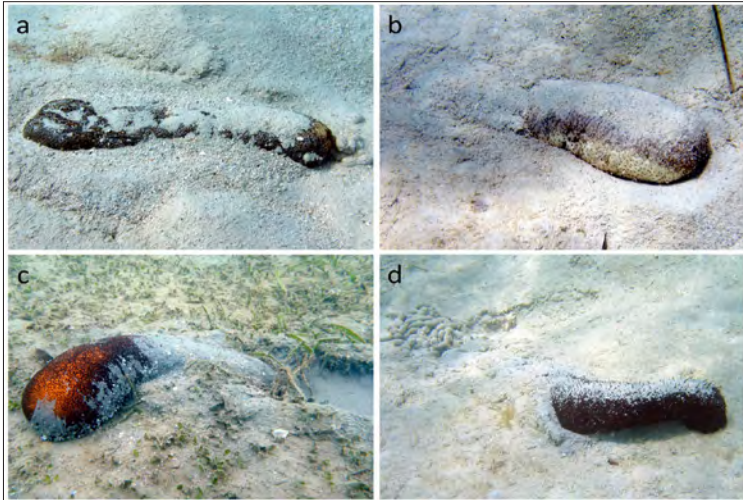


Sumber: Purcell et al. (2016)

Gambar 5.4 Peran Teripang dalam Siklus Nutrien di Perairan

- 3) Berkontribusi pada pemeliharaan dan kesehatan sedimen. Sebagian besar teripang melakukan bioturbasi (mengaduk sedimen). Perilaku bioturbasi berdampak pada meningkatnya permeabilitas permukaan sedimen. Adanya peningkatan permeabilitas menyebabkan oksigen mudah masuk ke dalam sedimen sehingga konsentrasi oksigen di dalam sedimen menjadi meningkat. Bioturbasi juga menyebabkan sedimen yang berada pada lapisan bawah sedimen terangkat ke permukaan

dan berinteraksi dengan oksigen. Gerakan ini terbukti telah meningkatkan produktivitas primer, keanekaragaman hayati infauna, dan biomassa infauna (Solan et al., 2004).



Keterangan: (a) *Bohadschia argus*; (b) *Holothuria lessoni*; (c) *Bohadschia vitiensis*; (d) *Actinopyga spinea*

Sumber: Purcell et al. (2016)

Gambar 5.5 Bioturbasi Sedimen oleh Teripang

Teripang merupakan hewan yang menelan bahan organik di dalam sedimen. Tentakel pada spesies ini berfungsi untuk pengumpan suspensi dan menelan tanaman mikroskopis, seperti diatom dan ganggang uniseluler, hewan seperti protozoa, nematoda, ostrakoda, kopepoda, ubur-ubur, larva, serta partikel mikroskopis yang bersifat sebagai detritus. Sifat makan ini menjadikan teripang berperan dalam mengurangi bahan organik di dasar perairan sehingga berfungsi dalam menjaga kesehatan sedimen.

- 4) Berperan dalam rantai makanan. Teripang merupakan organisme benthik yang berperan dalam mentransfer energi dari mikroalga dan detritus ke konsumen di tingkat trofik yang lebih tinggi. Pada rantai makanan, teripang diketahui sebagai makanan dari \pm 19 spesies bintang laut, 17 spesies krustasea, beberapa gastropoda, dan \pm 30 spesies ikan (Francour, 1997). Pada beberapa kasus, teripang mengeluarkan organ dalamnya sebagai cara untuk membunuh mangsa. Organ dalam ini kemudian menjadi makanan bagi organisme lainnya. Berdasarkan peranannya pada rantai makanan, keberadaan teripang berpengaruh pada peningkatan populasi organisme lainnya, seperti bintang laut, gastropoda, dan beberapa ikan laut lainnya, serta meningkatkan kekayaan spesies.
- 5) Berperan dalam bioremediasi. Teripang memiliki peranan dalam mengurangi limbah bahan organik di perairan melalui bioremediasi. Teripang yang dieksploitasi secara komersial memiliki potensi untuk mengurangi pemuatan limbah dan sebagai makanan laut tambahan yang bernilai tinggi dan dapat dipanen. Limbah bahan organik dalam sedimen tempat hidup kerang yang dibudidayakan dapat dikurangi oleh beberapa aspidochiotes, seperti *Australostichopus mollis* (MacTavish et al., 2012; Slater & Carton, 2009; Zamora & Jeffs, 2012), *Parastichopus californicus* (Paltzat et al., 2008) dan *Apostichopus japonicus* (Zhou et al., 2006; Yuan et al., 2015).

2. Peran Ekonomi dan Sosial

Peranan utama teripang, yaitu meningkatkan perekonomian masyarakat. Perikanan teripang menjadi mata pencarian utama bagi beberapa komunitas masyarakat pesisir, contohnya di Gili Tapan, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Sebagian besar nelayan di Gili Tapan bermata pencarian sebagai nelayan teripang. Sebagian besar nelayan di Labuhan Kuris (Kabupaten Sumbawa), menyatakan bahwa penjualan teripang gamat (*Stichopus*) digunakan sebagai tabungan dalam

memenuhi kebutuhan tersier (misalnya untuk pembangunan rumah). Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (misalnya makanan), nelayan menggunakan penghasilan yang diperoleh dari penjualan ikan.

Informasi dari masyarakat setempat menyatakan bahwa teripang *H. fuscogilva* adalah teripang paling mahal sehingga menjadi target penangkapan utama para nelayan/pencari teripang. Menurut responden, harga teripang ini berkisar dari 600 ribu hingga satu juta rupiah per individu (berat basah), tergantung ukuran teripang tersebut. Makin besar ukuran teripang maka makin mahal harga pada tingkat pengepul. Tingginya harga teripang *H. fuscogilva* dipengaruhi oleh harganya pada perdagangan tingkat dunia. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa *H. fuscogilva* bersama dengan dua spesies lainnya (*H. nobilis* dan *H. scabra*) termasuk dalam kategori spesies teripang dengan nilai ekonomi tinggi (Purcell, 2014) dan bahkan teripang ini dijadikan sebagai prioritas utama yang harus dibudidayakan (Ivy et al., 2006). Oleh karena itu, jenis ini harus dikelola dengan baik karena spesies ini memiliki tingkat eksploitasi dan permintaan pasar yang tinggi (Branch et al., 2013)

Harga rata-rata teripang pasir kering yang dijual oleh nelayan berkisar mulai dari Rp150.000,00 hingga Rp200.000,00 per kg berat kering. Untuk mendapat 1 kg berat kering, nelayan memerlukan ratusan individu nelayan dikarenakan teripang pasir yang ditangkap memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga membutuhkan waktu kurang lebih satu minggu (5 hingga 6 kali upaya tangkap). Kondisi penangkapan tersebut mengakibatkan eksploitasi teripang pasir makin meningkat dan cenderung dilakukan dengan cara yang tidak lestari.

E. Penangkapan Teripang di Sumbawa

Penangkapan teripang di Indonesia, termasuk di pesisir Sumbawa, tergolong dalam perikanan skala kecil. Penangkapan tidak menggunakan alat modern, tetapi hanya dilakukan dengan menyelam atau memungut teripang di perairan dangkal. Untuk menuju lokasi

penangkapan, nelayan menggunakan perahu kayu atau perahu mesin, atau bahkan hanya dengan berjalan kaki. Perikanan dikategorikan berskala kecil jika cara penangkapan dominan melibatkan peralatan tradisional dengan perahu. Mayoritas perikanan teripang di dunia (66%) termasuk dalam perikanan skala kecil (Berkes et al., 2011). Dalam hal ini, skala kecil yang dimaksud menyangkut kesederhanaan alat tangkap, perahu, serta lokasi penangkapan masih di perairan dangkal.

Penangkapan teripang dilakukan dengan cara “memungut” teripang di dasar perairan. Teripang dari genus *Holothuria* umumnya hidup di perairan dangkal sehingga teripang ini diambil dengan memungut menggunakan tangan pada waktu air surut. Penangkapan teripang jenis ini umumnya dilakukan oleh wanita dan anak-anak. Sementara itu, teripang dari jenis *Stichopus* umumnya diambil dari perairan lebih dalam, biasanya di ekosistem terumbu karang. Nelayan melakukan penangkapan teripang jenis ini dengan cara menyelam ke dasar perairan. Penyelaman ini dibagi menjadi dua, yaitu menyelam dengan menggunakan bantuan kompresor dan tanpa menggunakan bantuan kompresor. Menyelam dengan menggunakan alat bantu kompresor adalah cara yang paling banyak digunakan oleh nelayan di pesisir Kabupaten Sumbawa. Nelayan menyelam hingga kedalaman 10 meter sehingga membutuhkan kompresor sebagai alat bantu pernapasan.

Conand (2008) dan Purcell et al. (2010) melaporkan bahwa penangkapan teripang di beberapa lokasi di dunia dilakukan dengan cara menyelam menggunakan *self-contained underwater breathing apparatus* (skuba). Walaupun demikian, di beberapa pesisir Indonesia tidak ditemukan nelayan yang menyelam dengan menggunakan alat bantu ini. Meskipun kompresor termasuk alat penangkapan yang dilarang, penggunaan alat ini masih digunakan oleh nelayan. Menurut nelayan, alat ini dapat membantu pernapasan saat menyelam hingga kedalaman yang diinginkan. Selain itu, penggunaan kompresor juga dianggap murah oleh nelayan. Penangkapan teripang umumnya

dilakukan secara berkelompok, terutama pada teripang-teripang yang ditangkap dengan cara menyelam. Selain menyelam, penangkapan teripang biasanya juga dilakukan dengan menggunakan jaring, tetapi teripang yang tertangkap bukan termasuk target tangkapan utama, melainkan hasil tangkapan sampingan (*bycatch*) dari aktivitas penangkapan ikan oleh masyarakat. Di beberapa daerah, spesies teripang yang memiliki harga rendah biasanya ditangkap menggunakan jaring.

Berdasarkan informasi dari masyarakat lokal, sebagian besar nelayan tidak melakukan penangkapan teripang setiap hari. Terdapat beberapa waktu yang tidak digunakan nelayan untuk menangkap teripang. Beberapa alasan nelayan berhenti sejenak menangkap teripang adalah (1) tradisi Turo (tidak melakukan penangkapan pada hari Jumat), (2) musim hujan, (3) bulan gelap, (4) ketika bertepatan dengan waktu bercocok tanam (padi dan jagung), dan (5) adanya pekerjaan lain (contohnya membuat perahu atau mendapat pekerjaan menjadi tukang kayu dan lain-lain).

Sebagian besar nelayan pergi ke lokasi yang cukup jauh dari pesisir pantai untuk menangkap teripang. Untuk ke lokasi penangkapan, nelayan menggunakan perahu kayu atau perahu mesin. Waktu tempuh nelayan ke lokasi penangkapan sangat bervariasi, paling cepat adalah 15 menit (0,25 jam) dan paling lama adalah 6 jam. Sebagian besar responden memiliki waktu tempuh ke lokasi penelitian selama satu jam. Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan oleh nelayan dalam satu kali upaya tangkap sangat bervariasi, yaitu mulai 1 hingga 90 liter per upaya tangkap (tergantung lokasi penangkapan). Total biaya yang dikeluarkan mulai dari Rp10.000,00 hingga Rp500.000,00. Biaya bahan bakar atau biaya perjalanan ini ditanggung oleh semua anggota kelompok (jika penangkapan dilakukan berkelompok) dan ditanggung sendiri jika penangkapan dilakukan sendiri.

Menurut responden, kegiatan pencarian dan pengambilan teripang di dalam air membutuhkan waktu yang berbeda antarnelayan. Sebagian kecil nelayan hanya menghabiskan waktu selama 1 jam di laut untuk mencari dan menangkap teripang, sebagian besar

(rata-rata) nelayan menghabiskan waktu selama 4,5 jam, sedangkan lainnya menghabiskan waktu selama 12 jam. Perbedaan durasi waktu ini dipengaruhi oleh jarak lokasi penangkapan, target tangkapan jenis teripang, dan jumlah hasil tangkapan. Terkait durasi waktu penangkapan, Tuwo dan Conand (1992) melaporkan bahwa perikanan teripang tradisional Indonesia dilakukan dengan dua teknik: (1) menggunakan kapal besar, di mana sekitar sepuluh nelayan tinggal pergi selama berbulan-bulan, menangkap teripang dengan bantuan peralatan menyelam, naik kembali ke kapal untuk mengolah teripang, dan akhirnya menjualnya di desa terdekat; (2) menggunakan perahu kecil, biasanya dilakukan oleh 2–4 nelayan, *one day trip*, dan pengolahan teripang dilakukan ketika mereka kembali ke rumah.

Berkaitan dengan gender, mayoritas penangkapan teripang Indonesia dilakukan oleh laki-laki dan hanya sedikit perempuan yang terlibat dalam penangkapan teripang. Laki-laki cenderung menangkap teripang dengan cara menyelam di perairan terumbu karang, sedangkan perempuan menangkap di perairan dangkal. Perbedaan daerah penangkapan ini menyebabkan terjadinya perbedaan jenis teripang yang ditangkap. Perempuan cenderung menangkap jenis-jenis teripang yang hidup di perairan dangkal, seperti *Holothuria scabra*, sedangkan laki-laki cenderung menangkap jenis *Stichopus*. Peranan wanita dalam penangkapan teripang sudah ada sejak dahulu. Beberapa penelitian melaporkan bahwa wanita dan anak-anak berperan penting dalam penangkapan teripang di beberapa daerah pesisir. Peranan wanita dalam penangkapan teripang didokumentasikan di beberapa lokasi, antara lain, Madagaskar, Kaledonia Baru, Oman, Filipina, dan Zanzibar (Conand, 2008).

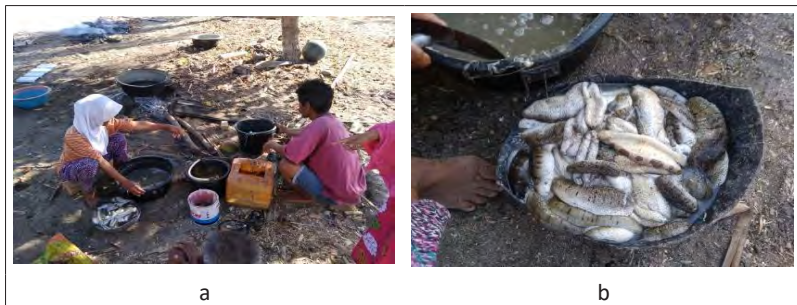
F. Pengolahan Teripang Pascapanen di Sumbawa

Pengolahan teripang pascapanen adalah informasi penting dalam pengelolaan perikanan teripang. Pengolahan yang kurang optimal akan menghasilkan produk yang memiliki harga jual rendah. Rendahnya harga jual akan berdampak pada peningkatan eksploitasi

di alam karena untuk memenuhi kebutuhan ekonomi, nelayan akan meningkatkan kuantitas produk. Oleh karenanya, untuk menekan penangkapan di alam, dibutuhkan strategi dalam pengolahan produk. Pada subbab ini akan dibahas gambaran pengolahan teripang pascapanen yang ada di perairan Indonesia dengan studi kasus di perairan Sumbawa. Selain itu, juga akan dibahas terkait pengolahan pascapanen di beberapa negara sebagai perbandingan.

Pada umumnya, teripang diolah menjadi produk kering yang disebut trepang atau *bêche-de-mer* atau haisom atau *iriko* (Jepang). Proses pengolahan yang buruk dapat mengakibatkan pembusukan sehingga tidak memenuhi kualitas produk untuk ekspor dan harga jual yang rendah. Secara tradisional, pengolahan teripang menjadi teripang kering umumnya dilakukan dengan cara direbus, lalu dijemur di bawah sinar matahari atau diasap di atas api.

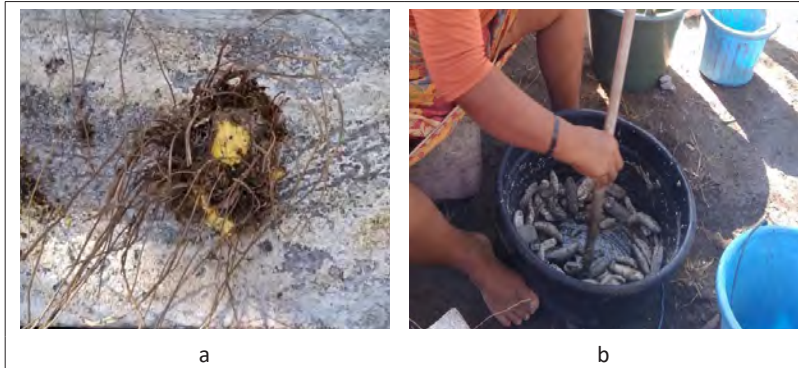
Pada umumnya, proses pengolahan teripang di pesisir Teluk Saleh dilakukan oleh perempuan. Langkah awal dalam proses pengolahan teripang, yaitu pengeluaran isi perut teripang. Proses ini dilakukan dengan cara membedah teripang pada bagian perut dengan menggunakan pisau (Gambar 5.6). Teripang dibersihkan dengan air laut lalu direbus dalam panci besar. Perebusan dilakukan dengan menggunakan sumber api dari kayu selama kurang lebih selama 1,5 jam.



Keterangan: (a) Proses pengeluaran isi perut teripang oleh nelayan; (b) Teripang yang telah dikeluarkan isi perutnya

Foto: Neri Kautsari (2019)

Gambar 5.6 Proses Pengolahan Teripang oleh Nelayan di Pesisir Teluk Saleh



Keterangan: (a) Umbi gadung; (b) Pengadukan parutan gadung menggunakan kayu pada teripang pasir

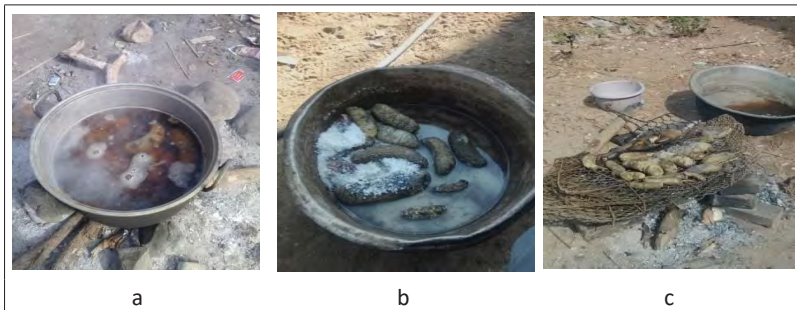
Foto: Neri Kautsari (2019)

Gambar 5.7 Proses Pengelupasan Kulit Teripang Jenis *Holothuria scabra* oleh Nelayan di Pesisir Teluk Saleh Sumbawa

Setelah dianggap matang, teripang dikeluarkan dari panci perebusan. Sesaat setelah diangkat dari panci perebusan, teripang kemudian dicampur dengan irisan daun pepaya atau parutan gadung. Tujuan pencampuran ini ialah untuk menghilangkan kulit terluar teripang pasir (Gambar 5.7). Pencampuran dilakukan dengan cara mengaduk-aduk campuran parutan gadung dan teripang menggunakan kayu. Pengadukan dilakukan selama ± 15 hingga 30 menit. Setelah kulit kasar bagian luar terlepas, teripang kemudian dicuci dengan menggunakan air laut. Proses pengelupasan kulit dengan daun pepaya atau gadung ini hanya dilakukan pada teripang yang memiliki permukaan kulit yang kasar. Umumnya teripang tersebut tergolong dalam genus *Holothuria*, seperti teripang pasir (*H. scabra*). Pada teripang gamat (*Stichopus*), proses pengelupasan kulit ini tidak dilakukan.

Teripang yang telah dicuci kemudian ditaburi garam dalam jumlah yang banyak (Gambar 5.8). Tujuan penggaraman ini ialah untuk mengawetkan serta menambah bobot teripang. Rata-rata nelayan menggarami teripang selama kurang lebih satu minggu.

Jumlah hari yang dibutuhkan untuk penggaraman juga dipengaruhi oleh jumlah teripang yang dikumpulkan oleh nelayan. Jika jumlah teripang yang dikumpulkan masih sangat sedikit (misalkan tiga sampai lima individu), penggaraman akan terus dilakukan hingga menunggu hasil tangkapan berikutnya. Setelah proses penggaraman, teripang direbus kembali dan dijemur. Pada proses perebusan kedua, air rebusan ditambahkan bubuk teh. Menurut nelayan, penambahan daun teh ini bertujuan untuk memberikan warna yang menarik pada teripang setelah proses perebusan. Setelah perebusan kedua, teripang kemudian dijemur. Penjemuran dilakukan di bawah sinar matahari hingga teripang pasir benar-benar kering. Jika sinar matahari kurang optimal, umumnya nelayan melakukan pengasapan teripang. Kegiatan pengasapan tersebut bertujuan untuk mengurangi kadar air pada teripang.



Keterangan: (a) Proses perebusan; (b) Proses penggaraman; dan (c) Proses pengasapan
Foto: Neri Kautsari (2019)

Gambar 5.8 Proses Pengolahan dan Pengeringan Teripang Gamat dari Jenis *Stichopus* oleh Nelayan di Pesisir Teluk Saleh, Sumbawa

Proses pengolahan teripang di Indonesia hampir sama dengan proses pengolahan teripang di Fiji. Purcell et al. (2016) melaporkan bahwa pengolahan teripang di Fiji terdiri dari empat tahap, yaitu pengeluaran isi perut, perebusan, penggaraman, dan pengeringan. Tahapan pengolahan ini juga mirip dengan proses pengolahan di

Sabah, Malaysia, tetapi di Sabah terdapat penambahan daun pepaya dan jeruk nipis pada saat perebusan (Choo, 2012).

G. Keterancaman Perikanan Teripang

Pada tahun 2009, FAO menyatakan bahwa dalam satu abad terakhir telah terjadi penurunan terhadap populasi ikan bersirip dan populasi invertebrata termasuk teripang (Purcell et al, 2013). Penurunan populasi teripang secara global, termasuk di Indonesia, belum dapat dijabarkan dalam bentuk data. Hal ini dikarenakan data terkait jumlah tangkapan serta jumlah dan volume ekspor belum terdata dengan baik, tetapi indikasi penurunan populasi teripang telah dirasakan oleh nelayan, pengepul, maupun pihak lainnya. Beberapa indikasi tersebut ialah sebagai berikut.

- 1) Berkembangnya daerah penangkapan teripang secara global
Sebelum tahun 1950, perikanan teripang utamanya berkembang di Asia. Akan tetapi, sejak tahun 1950, perikanan teripang cenderung berkembang makin jauh dari Asia. Hal ini dipicu karena jumlah tangkapan teripang di Asia belum mampu menyokong permintaan pasar global. Pada tahun 1990-an, perikanan teripang berkembang di hampir seluruh perairan dunia, termasuk di Indonesia. Di Indonesia, penangkapan teripang awal mulanya hanya terfokus di Pulau Sulawesi, tetapi seiring dengan banyaknya permintaan dan adanya penurunan jumlah tangkapan di Pulau Sulawesi, penangkapan teripang kemudian mengarah ke perairan lainnya (Anderson et al., 2011).
- 2) Terjadinya perubahan zona tangkapan nelayan di kawasan pesisir
Indikasi penurunan populasi teripang di beberapa perairan di Indonesia dapat dilihat dari perubahan daerah tangkapan nelayan. Beberapa contoh kasusnya ialah di perairan Prajak (Sumbawa) dan perairan Labuhan Kuris (Sumbawa). Pada mulanya, nelayan menuju lokasi penangkapan teripang hanya dengan berjalan kaki karena teripang (khususnya teripang pasir) sudah dapat ditemukan di pinggir pantai yang tidak jauh dari

rumah mereka. Pada saat ini, penangkapan teripang tidak lagi dilakukan di perairan yang berjarak dekat dari rumah mereka karena sudah tidak lagi ditemukan teripang. Oleh karena itu, nelayan mulai menggunakan perahu untuk melakukan penangkapan teripang di lokasi yang lebih jauh. Selain perubahan lokasi tangkapan secara horizontal, berkurangnya stok juga diindikasikan dengan perubahan penangkapan ke laut yang lebih dalam. Pada awalnya, nelayan tidak menggunakan alat bantu pernapasan dalam penangkapan teripang sebab penangkapan masih dilakukan di perairan yang dangkal, tetapi saat ini nelayan mulai menggunakan kompresor sebagai alat bantu pernapasan. Penggunaan kompresor ini mengindikasikan bahwa nelayan melakukan penyelaman hingga kedalaman tertentu. Di beberapa negara lain, indikasi ini juga terlihat dari banyaknya nelayan yang mulai menggunakan alat *snorkeling* dan skuba dalam penangkapan teripang (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015; Kautsari et al., 2019).

- 3) Menurunnya jumlah dan ukuran teripang hasil tangkapan nelayan

Jumlah teripang terutama yang memiliki nilai ekonomi tinggi, seperti *Holothuria scabra*, *H. whitmaei* dan *H. fuscogilva*, telah mengalami penurunan. Teripang jenis *H. whitmaei* sudah sangat jarang ditemukan di perairan Sumbawa. Teripang jenis *H. scabra* masih ditemukan, tetapi ukuran teripang yang tertangkap sangat kecil. Ukuran teripang yang tertangkap umumnya berada pada ukuran 100 g (berat basah). Pada tahun sebelumnya, teripang yang tertangkap memiliki ukuran mencapai 500 g per individu. Penurunan jumlah dan ukuran tangkapan teripang mengindikasikan bahwa teripang mengalami penurunan stok. Ukuran teripang *H. scabra* yang kecil menyebabkan peningkatan jumlah teripang yang dibutuhkan oleh nelayan untuk menghasilkan satu kilogram teripang kering. Untuk mencapai satu kilogram berat kering teripang *H. Scabra* dibutuhkan ± 250 individu teripang. Makin kecil ukuran teripang yang tertangkap

maka makin banyak teripang yang dieksploitasi (Kautsari et al., 2019). Penurunan jumlah teripang juga terjadi di beberapa perairan lainnya, antara lain, di Kepulauan Seribu. Albar et al. (2013) melaporkan bahwa nelayan hanya menghasilkan 0,1–4 kg berat basah teripang dalam satu trip penangkapan. Sementara itu, kepadatan teripang di perairan Tapanuli Tengah ditemukan antara 0,08 hingga 0,32 individu/m² (Wisesa et al., 2018). Hartati et al. (2001) melaporkan bahwa kepadatan teripang di Kepulauan Seribu makin menurun, yaitu hanya berkisar antara 0,016–0,189 individu/m².

- 4) Meningkatnya penangkapan spesies teripang yang bernilai ekonomi rendah

Berkurangnya hasil tangkapan teripang yang bernilai ekonomi tinggi (*Holothuria scabra*, *H. whitmaei*, dan *H. fuscogilva*) telah berdampak pada terjadinya peningkatan penangkapan teripang yang bernilai ekonomi rendah (contohnya *H. edulis*, *H. leucospilota*, *H. atra*, dan spesies lainnya). Informasi ini diperoleh dari hasil wawancara langsung dengan nelayan di Dusun Prajak, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat.

- 5) Adanya penurunan volume ekspor teripang Indonesia

Anderson et al. (2011) melaporkan bahwa volume ekspor teripang Indonesia mencapai 10.000 ton pada tahun 1990. Setelah tahun 1990, volume ekspor teripang turun menjadi 5.000 ton dan terus menurun. Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan (2021) melaporkan bahwa pada tahun 2014, volume ekspor teripang mencapai 1.024,38 ton dan menurun hingga 429,52 ton pada tahun 2019.

H. Kerentanan Penurunan Stok dan Kepunahan Teripang di Alam

Teripang merupakan salah satu organisme yang dianggap rentan terhadap kepunahan di alam liar. Hal ini terjadi karena berbagai faktor, terutama faktor yang berasal dari biologis dan ekologis teripang.

Selain karena permintaan pasar yang tinggi, faktor-faktor tersebut menjadi pemicu dari kerentanan penurunan stok dan keterancamannya kepunahan teripang di alam. Adapun beberapa faktor tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Teripang termasuk sumber daya perikanan yang mudah ditangkap
Teripang merupakan organisme yang hidup di perairan dangkal serta memiliki pergerakan yang lambat. Keberadaan teripang di perairan dangkal menjadikan penangkapan teripang lebih mudah dibandingkan penangkapan sumber daya ikan lainnya. Umumnya untuk menangkap teripang, nelayan dan keluarganya hanya berjalan kaki pada saat air surut (Anderson et al., 2011). Gerakan teripang yang lambat membuat teripang sangat mudah ditangkap, bahkan oleh anak kecil. Perilaku teripang yang muncul ke permukaan pada malam hari saat air surut juga menjadi alasan mudahnya hewan ini ditangkap. Selain mudah ditangkap, penangkapan teripang juga tidak membutuhkan banyak biaya sebab nelayan biasanya hanya pergi menangkap dengan berjalan kaki atau menggunakan perahu kecil.
- 2) Pertumbuhan lambat dan tingkat rekrutmen yang rendah
Pertumbuhan teripang yang lambat dan rekrutmen yang rendah membuat penambahan populasi baru menjadi lambat. Larva-larva hasil pemijahan umumnya menjadi makanan bagi organisme lain sehingga menyebabkan rendahnya kelulushidupan teripang pada fase larva. Pada fase pentaktula (fase menempel), teripang juga mengalami ancaman terutama dari predasi. Hal ini menyebabkan rekrutmen teripang menjadi rendah (Mercier et al., 2000; Wolfe & Byrne, 2016). Oleh karena itu, dengan adanya faktor ini, penangkapan teripang yang berlebihan (*overfishing*) akan berperan besar dalam menurunkan biomassa teripang di perairan.
- 3) Komposisi tubuh teripang yang didominasi oleh air
Tubuh teripang didominasi oleh air sehingga ketika direbus dan dikeringkan maka berat teripang menjadi sangat ringan.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan air pada tubuh teripang dapat mencapai 95% dari bobot basahnya. Nilai kadar air pada teripang nanas (*T. ananas*) mencapai 93,55% (One et al., 2020). Penelitian serupa oleh Ridhowati et al. (2018) dan Gianto et al. (2017) melaporkan bahwa kandungan air dalam teripang jenis *S. variegatus* dan *S. horrens* masing-masing sebesar 93,36% dan 93,84%. Chang-Lee et al. (1989) melaporkan bahwa kadar air dari teripang berkisar antara 82%–92,6%. Kondisi ini menyebabkan banyaknya jumlah individu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kilogram berat kering. Sebagai contoh, dibutuhkan 200 hingga 300 individu untuk menghasilkan satu kilogram berat kering teripang pasir (*H. scabra*) yang ditangkap di perairan Teluk Saleh, Sumbawa. Kondisi ini menyebabkan nelayan harus menangkap lebih banyak agar produksi teripang keringnya meningkat. Hal ini juga dipicu karena teripang pasir yang ditangkap oleh nelayan adalah teripang pasir yang berukuran 100 mm hingga 200 mm (ukuran kecil).

4) Pengolahan pascapanen teripang yang belum optimal

Pengolahan pascapanen teripang umumnya masih dilakukan secara tradisional. Kualitas hasil pengolahan menentukan harga teripang. Makin banyak teripang yang memiliki kualitas yang kurang baik maka pendapatan nelayan makin berkurang. Agar penghasilannya meningkat maka nelayan perlu mengeksploitasi lebih banyak teripang. Jika kualitas hasil pengolahan dalam kategori baik, nelayan hanya memerlukan sedikit jumlah teripang untuk mendapatkan keuntungan yang banyak. Dalam hasil wawancara dengan pengepul teripang kering di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (NTB), diperoleh informasi bahwa harga teripang didasarkan pada kualitas teripang yang dihasilkan. Teripang kering yang memiliki bentuk kurang sempurna akan dihargai rendah. Herliany et al. (2016) melaporkan bahwa teripang kering Indonesia memiliki kualitas yang beragam sehingga dihargai cukup rendah dibandingkan negara-negara lain.

- 5) Budi daya teripang belum dikembangkan secara optimal
Kajian terkait budi daya teripang sudah sejak lama dilakukan, tetapi hingga saat ini budi daya teripang belum banyak dikembangkan. Hal ini berdampak pada masih bergantungnya produk teripang pada hasil tangkapan di alam (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015).

I. Tantangan dan Kendala Pengelolaan Teripang

Pengelolaan teripang di Indonesia termasuk di Sumbawa, NTB, belum dilakukan secara optimal dan belum menjadi prioritas. Hal ini dikarenakan terdapat berbagai tantangan dan kendala dalam pengelolaan perikanan teripang, di antaranya ialah kurangnya ketersediaan data terkait teripang, sifat biologi teripang, serta berbagai aspek lainnya. Tantangan dan kendala pengelolaan perikanan teripang perlu diidentifikasi sebagai dasar dalam pengelolaan teripang. Berikut adalah tantangan dan kendala dalam pengelolaan teripang di Indonesia termasuk di Sumbawa, NTB.

- 1) Kurangnya data terkait teripang

Secara global, data terkait kelimpahan dan jumlah tangkapan, jumlah impor dan ekspor teripang dinyatakan kurang lengkap, termasuk di Indonesia (Purcell et al., 2013). Kekurangan data dan informasi terkait teripang di Indonesia adalah masalah utama dalam pengelolaan teripang di Indonesia (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015). Sebagian daerah di Indonesia, termasuk Sumbawa, belum memasukkan data jumlah tangkapan teripang ke dalam data statistik skala kabupaten. Selain itu, data terkait produksi dan penjualan teripang di Sumbawa belum terlapor dengan baik di dalam data statistik daerah. Selama ini, pendataan hasil tangkapan laut masih terfokus pada ikan bersirip, seperti kakap, kerapu, cumi-cumi, udang, mutiara, dan komoditas perikanan lainnya. Selain kekurangan data terkait jumlah hasil tangkapan beserta volume ekspor, data terkait penyebaran, jumlah jenis, dan pendugaan jumlah populasi juga belum tersedia

dengan baik. Kekurangan data terkait jumlah tangkapan, jenis, dan sebaran teripang di Sumbawa dapat dilihat dari minimnya hasil pencarian data teripang secara *online* (misal Google maupun *website* lainnya) serta secara *offline*.

Kekurangan data ini menjadi hambatan sekaligus tantangan dalam pengelolaan perikanan teripang. Ketidaktersediaan data menyulitkan dalam memprediksi jumlah stok, spesies yang hilang atau menurun, serta menyulitkan dalam penentuan strategi pengelolaan. Kebijakan terkait riset teripang perlu menjadi prioritas pada tingkat daerah maupun nasional agar data teripang dapat tersedia secara komprehensif. Walaupun demikian, hingga saat ini, riset terkait teripang bukan termasuk dalam riset prioritas, terutama pada tingkat daerah (kabupaten).

2) Sulitnya mengukur umur dan bobot teripang

Teripang termasuk jenis organisme yang sulit diprediksi umur, panjang, dan bobot tubuhnya. Hal ini dikarenakan bobot dan panjang tubuh teripang sangat dipengaruhi oleh lokasi dan cara penangkapan. Selain itu, ukuran tubuh teripang dapat memanjang atau memendek dalam keadaan stres sehingga terdapat perbedaan bobot dan panjang teripang pada keadaan stres dan tidak stres. Dengan demikian, kondisi ini akan berpengaruh terhadap upaya memprediksi umur teripang yang matang gonad dalam menentukan ukuran teripang dewasa (layak tangkap) berdasarkan panjang tubuh. Hal tersebut juga menyebabkan kurangnya pengetahuan tentang parameter biologis, seperti waktu dan musim dari pembentukan dan perkembangan larva, ukuran pertama kali tertangkap, dan kepadatan minimum yang diperlukan untuk keberhasilan reproduksi.

3) Belum adanya tata kelola perikanan teripang

Umumnya sebagian besar daerah di Indonesia, termasuk Sumbawa, belum memiliki rencana pengelolaan terhadap perikanan teripang. Saat ini, Indonesia baru memiliki RAN Konservasi Teripang. Minimnya data terkait teripang dan tata kelola perikanan teripang pada tingkat daerah maupun tingkat

nasional menjadikan teripang sebagai bagian perikanan yang jarang dikelola dengan baik karena teripang belum menjadi prioritas utama pengelolaan. Sebagian besar tata kelola perikanan masih terfokus pada tangkapan ikan, terumbu karang, dan kawasan konservasi laut.

4) Kemiskinan dan minimnya kegiatan penyuluhan

Salah satu alasan nelayan di pesisir Teluk Saleh melakukan penangkapan teripang adalah untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Sebagian besar nelayan di pesisir Teluk Saleh, Sumbawa, mengungkapkan bahwa hasil dari penjualan teripang jenis *Stichopus* dimanfaatkan untuk keperluan pembangunan rumah, sedangkan untuk kebutuhan pangan menggunakan hasil penjualan ikan. Sementara itu, nelayan lainnya memanfaatkan hasil penjualan teripang untuk kebutuhan sehari-hari. Penangkapan teripang ini terus dilakukan sebab dianggap sebagai penangkapan yang membutuhkan modal kecil. Sebagian besar nelayan hanya menggunakan perahu tanpa motor sehingga tidak membutuhkan bahan bakar. Selain karena faktor kemiskinan, penyuluhan terkait teripang masih sangat jarang dilakukan. Penyuluhan di daerah pesisir terfokus pada penyuluhan terkait alat tangkap, pengolahan hasil ikan, dan budi daya perikanan tambak. Penyuluhan terkait ukuran dan jenis teripang yang dilindungi masih sangat minim. Akibatnya, sebagian besar nelayan di pesisir Teluk Saleh belum mengetahui terkait peranan penting teripang secara ekologis maupun jenis-jenis teripang yang dilindungi.

5) Permintaan pasar yang kurang selektif dan harga rendah pada tingkat lokal

Sebagian besar pengepul (pembeli) teripang pada tingkat nelayan membeli teripang tanpa memperhatikan ukuran, bahkan teripang yang berukuran sangat kecil tetap dibeli dengan harga rendah. Contohnya, teripang pasir yang berukuran kurang dari 100 g (berat basah) dihargai dengan sangat rendah (Rp12.000,00/kg). Terdapat lebih dari seratus individu teripang dalam satu kilogram kering. Adanya permintaan terhadap teripang yang berukuran

kecil menyebabkan teripang tetap dieksploitasi. Harga teripang yang makin rendah pada tingkat nelayan menyebabkan nelayan makin meningkatkan jumlah tangkapannya sehingga akan berdampak pada penurunan populasi di alam. Oleh karena itu, pengelolaan teripang berdasarkan ukuran tangkap sulit dilakukan jika permintaan pasar selalu ada untuk setiap ukuran teripang.

J. Strategi Pengelolaan Perikanan Teripang

Perikanan teripang di Indonesia, termasuk di Sumbawa, NTB, belum dikelola secara spesifik. Beberapa alternatif pengelolaan perikanan yang dapat diadopsi, antara lain, sebagai berikut.

1) Penetapan ukuran tangkap minimum

Ukuran tangkap minimum adalah panjang atau berat minimum individu teripang yang dapat ditangkap secara legal atau diperdagangkan. Ukuran tangkap minimum dapat diukur dari berat segar teripang saat hidup atau berat setelah diproses menjadi *bêche-de-mer* (teripang kering) (Purcell, 2010). Selain itu, Purcell (2010) juga melaporkan bahwa penetapan ukuran tangkap minimum dapat dijadikan sebagai suatu strategi pengelolaan teripang. Batas ukuran minimum untuk teripang biasanya didasarkan pada ukuran kematangan seksual pertama. Teripang *H. scabra* sebagian besar matang gonad pada ukuran 300 gram. Penentuan ukuran pertama kali matang gonad pada teripang di Sumbawa perlu diteliti lebih mendalam karena minimnya data terkait ukuran pertama kali teripang matang gonad.

Selain berperan dalam menjaga keberlanjutan teripang, penangkapan teripang pada ukuran besar juga dapat meningkatkan nilai ekonomi nelayan. Teripang besar umumnya memiliki harga yang tinggi dalam pasar ekspor. Purcell (2018) melaporkan bahwa di pasar Hong Kong, ukuran teripang berbanding lurus dengan harga teripang. Contohnya pada tahun 2016, harga rata-rata *H. scabra* dengan panjang kurang dari 10 cm adalah sekitar US\$213 per kg dan US\$5,5 per individu, sedangkan untuk *H.*

scabra dengan panjang lebih dari 10 cm rata-rata dihargai sebesar US\$570 per kg dan US\$54 per individu.

2) Penetapan kuota tangkap

Pada dasarnya, masyarakat pesisir yang berada di negara-negara berkembang seperti Indonesia pendapatannya sangat bergantung pada hasil tangkapan sehingga penetapan kuota tangkap kurang efektif untuk diterapkan. Oleh karena itu, upaya penetapan kuota tangkap bukan strategi yang berhasil bagi banyak daerah, terutama tanpa pemerintahan yang kuat. Akan tetapi, jika strategi ini akan direalisasikan, penetapan kuota tangkap di Indonesia, termasuk di Sumbawa, perlu diawali dengan pengumpulan data yang komprehensif terkait stok, misalnya jumlah rekrutmen, jumlah kematian alami, dan prediksi stok berdasarkan kelimpahan, rasio kelamin, dan fekunditas. Jika kuota tangkap telah ditentukan, dibutuhkan pengawasan terhadap penangkapan teripang oleh nelayan.

3) Pengaturan alat tangkap/pendukung penangkapan

Definisi dari pengaturan alat tangkap/pendukung penangkapan adalah larangan atau pembatasan penggunaan jenis, ukuran, atau jumlah peralatan tertentu untuk menangkap teripang (Hilborn et al., 2005; Toral-Granda, 2008). Penangkapan teripang jenis *Stichopus* di Sumbawa dilakukan dengan menggunakan alat bantu kompresor. Sebenarnya, dalam pengelolaan penangkapan teripang di beberapa negara, penggunaan alat bantu pernapasan seperti kompresor adalah salah satu hal yang dilarang. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian terhadap penggunaan kompresor dalam penangkapan teripang di Indonesia.

4) Pembatasan upaya penangkapan

Hasil survei pada tingkat nelayan menunjukkan bahwa penurunan jumlah populasi teripang dikarenakan adanya peningkatan jumlah nelayan penangkap teripang. Jumlah nelayan meningkat ketika harga teripang meningkat, tetapi pada saat ini jumlah nelayan mulai menurun dikarenakan penurunan hasil tangkapan. Oleh

karena itu, perlu dilakukan penetapan jumlah dan kualifikasi nelayan yang diizinkan untuk melakukan penangkapan teripang. Purcell (2010) melaporkan bahwa pembatasan upaya tangkap pada perikanan teripang juga dapat dilakukan melalui pembatasan musim dan daerah penangkapan teripang, tetapi strategi ini sulit dilakukan pada negara-negara yang memiliki sistem pengawasan yang tidak kuat.

5) Pengelolaan habitat

Teripang merupakan organisme bentik yang hidup di daerah intertidal dangkal hingga palung samudra terdalam. Tahapan dewasa teripang bersifat bentik (hidup di dasar laut); beberapa spesies hidup di substrat yang keras, bebatuan, terumbu karang, atau sebagai *epizoites* (menempel pada organisme lain) pada tumbuhan atau invertebrata. Sebagian besar spesies mendiami substrat yang lembut di permukaan sedimen atau terkubur di dalam sedimen. Teripang menyebar dari zona intertidal hingga ekosistem terumbu karang. Teripang berasosiasi dengan vegetasi lamun, *Padina* sp. (makro alga), dan jenis lainnya. Umumnya teripang membenamkan diri di bawah sedimen. Perkembangan teripang dari fase planktonis hingga menjadi larva sangat dipengaruhi oleh habitatnya, terutama lamun (Darsono, 1994; Ivy et al., 2006; Hamel et al., 2001; James et al., 1994; Mercier et al., 2007). Keberadaan teripang di ekosistem lamun dan terumbu karang sangat dipengaruhi oleh kesehatan kedua ekosistem tersebut sehingga dalam pengelolaan teripang dibutuhkan pula pengelolaan terhadap ekosistem lamun dan terumbu karang yang merupakan habitat teripang. Restorasi habitat-habitat yang mengalami degradasi penting untuk dilakukan sebagai upaya pengelolaan teripang secara berkelanjutan.

6) Peningkatan pengetahuan dan peranan masyarakat dalam pengelolaan perikanan teripang

Sebagian besar penyebab terjadinya *overfishing* atau kegiatan lainnya yang berakibat merusak laut dan sumber dayanya

disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat terkait dampak dari perilaku yang diperbuat. Dalam hal ini, dibutuhkan upaya peningkatan pemahaman masyarakat terkait dampak masyarakat terhadap laut dan dampak laut terhadap masyarakat. Peningkatan pemahaman ini dapat dilakukan melalui kegiatan penyuluhan, pelibatan masyarakat dalam riset, maupun membentuk kelembagaan di tingkat masyarakat yang berperan dalam pengelolaan teripang. Tidak hanya pada masyarakat usia dewasa, pemahaman terkait perikanan berkelanjutan juga penting diberikan kepada anak-anak mulai tingkat sekolah dasar. Dengan demikian, pendidikan terkait kesadaran tentang perlindungan laut dan sumber dayanya perlu dimasukkan ke dalam kurikulum pendidikan dasar di Indonesia, terutama di daerah-daerah pesisir. Upaya ini telah dilakukan di Amerika Serikat, yaitu pembelajaran terkait *ocean literacy for all* telah dimasukkan ke dalam kurikulum pendidikannya.

7) Mengontrol perdagangan internasional

Peraturan internasional yang mengontrol perdagangan (seperti CITES Appendix II) diharapkan menjadi salah satu harapan terbaik bagi konservasi teripang. Saat ini, satu spesies (*Isostichopus fuscus*) terdaftar di CITES Appendix III dengan status terancam punah. Adapun nama-nama spesies yang terancam punah disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Jenis Teripang dan Statusnya dalam CITES

No	Status	
	Terancam (<i>Endangered</i>) atau Terancam Punah (<i>High Risk of Extinction</i>)	Rentan (<i>Vulnerable</i>)
1	<i>Apostichopus japonicus</i>	<i>Actinopyga echinites</i>
2	<i>Holothuria lessoni</i>	<i>Actinopyga mauritiana</i>
3	<i>Holothuria nobilis</i>	<i>Actinopyga miliaris</i>
4	<i>Holothuria scabra</i>	<i>Apostichopus parvimensis</i>
5	<i>Holothuria whitmaei</i>	<i>Bohadschia maculisparsa</i>
6	<i>Isostichopus fuscus</i>	<i>Holothuria arenacava</i>

No	Status	
	Terancam (<i>Endangered</i>) atau Terancam Punah (<i>High Risk of Extinction</i>)	Rentan (<i>Vulnerable</i>)
7	<i>Thelenota ananas</i>	<i>Holothuria fuscogilva</i>
8		<i>Holothuria platei</i>
9		<i>Stichopus hermanni</i>

Sumber: Diadaptasi dari Conand et al. (2014)

Sosialisasi terkait dengan status teripang terancam punah ini belum dilakukan secara optimal termasuk di Sumbawa, NTB. Sebagian besar masyarakat tidak mengetahui adanya kategori status teripang dalam CITES. Upaya strategi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan sosialisasi kepada masyarakat.

K. Penutup

Teripang merupakan salah satu sumber daya perikanan yang secara mutlak harus diperhatikan keberlanjutannya karena telah berdampak positif secara ekologi, ekonomi, maupun sosial. Meskipun berperan secara ekonomi maupun ekologi, perikanan teripang masih belum mendapat perhatian besar dalam pengelolaannya. Keterbatasan data terkait jumlah tangkapan, jumlah ekspor, ekologi, maupun biologinya telah menyebabkan sulitnya melakukan pengelolaan teripang. Pengelolaan teripang yang telah mengalami penurunan atau *overfishing* perlu dilakukan melalui beberapa strategi, sebagai berikut.

- 1) Pengumpulan data yang komprehensif terkait stok teripang di setiap wilayah sehingga dapat dilakukan pengaturan ukuran, kuota, dan waktu tangkap teripang. Walaupun penerapan ukuran, waktu, maupun kuota tangkap bukanlah aturan yang mudah untuk diterapkan di Indonesia, sistem regulasi dari pemerintahan yang kuat dibutuhkan, baik dalam hal sosialisasi maupun pengawasannya. Kebijakan terkait hal tersebut perlu sosialisasikan kepada nelayan maupun pelaku usaha teripang

(pengepul tingkat lokal maupun pelaku ekspor) serta *stakeholder* lainnya.

- 2) Penurunan jumlah tangkapan teripang pasir di alam dapat dilakukan melalui pembenihan dan budi daya secara intensif. Teripang pasir (*H. scabra*) adalah jenis teripang yang telah berhasil dibudidayakan di tambak maupun di kolam pemeliharaan.
- 3) Mengontrol perdagangan teripang melalui pembatasan ukuran teripang yang boleh diterima oleh pasar. Regulasi terkait hal ini perlu melibatkan pelaku usaha, pemerintah, dan nelayan teripang.
- 4) Pengelolaan habitat, terutama ekosistem lamun dan terumbu karang, merupakan hal penting dalam menjaga keberlanjutan perikanan teripang. Pengelolaan habitat dapat dilakukan melalui penetapan kawasan konservasi (*marine protected area*), termasuk di dalamnya terdapat zona larang tangkap.
- 5) Meningkatkan kapasitas dan pengetahuan masyarakat (nelayan) tentang teripang sehingga masyarakat memiliki pengetahuan terkait perlunya keberlanjutan perikanan teripang. Melalui peningkatan kapasitas, masyarakat dapat dilibatkan dalam merencanakan, melaksanakan, mengevaluasi, dan memonitoring (*co-management*) terkait regulasi-regulasi pengelolaan perikanan teripang berbasis ekosistem.

Penyelamatan perikanan teripang merupakan bagian dari menyelamatkan sumber daya laut lainnya dan mempertahankan perekonomian nelayan serta pihak-pihak lainnya yang terlibat dalam mata rantai perdagangan teripang. Ke depan, pembahasan terkait perikanan teripang akan difokuskan terkait strategi konservasi, budidaya teripang serta pemetaan potensi teripang Indonesia.

Referensi

- Albar, A. I. (2013). *Usaha perikanan teripang dan pengembangannya di Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta* [Skripsi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/65070>
- Anderson, S. C., Flemming, J. M., Watson, R., & Lotze, H. K. (2011). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*, 12(3), 317–339. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00397.x>
- Berkes, F., Mahon, R., & McConney, P. (2011). *Managing small-scale fisheries: Alternative directions and method*. IDRC. <https://idrc-crddi.ca/en/book/managing-small-scale-fisheries-alternative-directions-and-methods>
- Bordbar, S., Anwar, F., & Saari, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods—a review. *Marine Drugs Journal*, 9(10), 1761–1805. <https://doi.org/10.3390%2Fmd9101761>
- Branch, T., Lobo, A. S., & Purcell, S. W. (2013). Opportunistic exploitation: An overlooked pathway to extinction. *Trends Ecol Evol*, 28(7), 409–413. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.03.003>
- Bruckner, A. W. (Ed.). (2006). *The proceedings of the technical workshop on the conservation of sea cucumbers in the families holothuridae and stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 34. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/509>
- Chang-Lee, M. V., Price, R. J., & Lampila, L. E. (1989). Effect of processing on proximate composition and mineral content of sea cucumbers (*Parastichopus* spp.). *Journal of Food Science*, 54(3), 567–572. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb04653.x>
- Choo, P. S. (2012). The sea cucumber fishery in Semporna, Sabah, Malaysia. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 32, 43–48. http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/InfoBull/BDM/32/BDM32_43_Choo.pdf

- Conand, C. (1989). *Les holothuries Aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie: Biologie, écologie et exploitation*. Institut Français de recherche scientifique-pour le développement en coopération. <https://core.ac.uk/download/pdf/39865268.pdf>
- Conand, C. (2004). Present status of world sea cucumber resources and utilisation: An international overview. Dalam A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, H. Jean-François, & A. Mercier (Ed.), *Advances in sea cucumber aquaculture and management* (13–24). FAO. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/8b1a57f5-587c-5ff6-a0da-cd5b90d8b747/>
- Conand, C. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. Dalam V. Toral-Granda, A. Lovatelli, & M. Vasconcellos (Ed.), *Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade* (143–193). FAO. <https://www.fao.org/fishery/en/publication/47325>
- Conand, C., & Muthiga, N. A. (Ed.). (2007). *Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean*. Western Indian Ocean Marine Science Association. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/14801/Commercial%20Sea%20Cucumbers%20%20A%20Review%20for%20the%20Western%20Indian%20Ocean.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conand, C., Polidoro, B., Mercier, A., Gamboa, R., Hamel, J. F., & Purcell, S. (2014). The IUCN Red List assessment of aspidochirotid sea cucumbers and its implications. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 34(5), 3–7.
- Darsono, P. (1994). Usaha pembenihan untuk pelestarian sumberdaya teripang. *Oseana*, XIX(4), 13–21.
- Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. (2021). *Statistik ekspor hasil perikanan tahun 2016–2020*. https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/A_PDS2/Tahun%202021/Buku/Buku%20Statistik%20Ekspor%20Perikanan%20Tahun%20%202016-2020.pdf

- Encyclopedia of Life (EOL). (t.t). *Apodida Brandt 1835*. Diakses pada 1 Juni, 2023, dari <https://eol.org/pages/2013>.
- Francour, P. (1997). Predation on holothurians: a literature review. *Invertebrate Biology*, 116(1), 52–60. <https://doi.org/10.2307/3226924>
- Gajdosechova, Z., Palmer, C. H., Dave, D., Jiao, G., Zhao, Y., Tan, Z., Chisholm, J., Zhang, J., Stefanova, R., Hossain, A., & Mester, Z. (2020). Arsenic speciation in sea cucumbers: Identification and quantitation of water-extractable species. *Environ. Pollut*, 266(2), Artikel 115190. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115190>
- Gao, Y., Li, Z., Qi, Y., Guo, Z.M., Lin, Y., Li, W., Hu, Y., & Zhao, Q. (2015). Proximate composition and nutritional quality of deep sea growth sea cucumbers (*Stichopus japonicus*) from different origins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7), 2378–2383. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7353>
- Gianto, Suhandana, M., & Putri, R. M. S. (2017). Komposisi kandungan asam amino pada teripang emas (*Stichopus horrens*) di Perairan Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *FishTech-Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 6(2), 186–192. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v6i2.5850>
- Hamel, J-F., Conand, C., Pawson, D., & Mercier, A. (2001). The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): Its biology and exploitation as beche-de-mer. *Adv.Mar. Biol*, 41, 129–223. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(01\)41003-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(01)41003-0)
- Hartati, S. T., Wahyuni I. S., & Zainy, R. (2001). *Penelitian stok teripang dan lingkungan perairannya di Kep. Seribu* [Laporan kegiatan penelitian]. BPPL.
- Hasanah, U., Suryanti, & Sulardiono, B. (2012). Sebaran dan kepadatan teripang (Holothuridea) di perairan Pantai Pulau Pramuka, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.14710/marj.v1i1.214>

- Herliany, N. E., Nofridiansyah, E., & Sasongko, B. (2016). Studi pengolahan teripang kering. *Jurnal Enggano*, 1(2), 11–19. <https://doi.org/10.31186/jenggano.1.2.11-19>
- Hilborn, R., Orensanz, J. M., & Parma, A. M. (2005). Institutions, incentives and the future of fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, 360(1453), 47–57. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1569>
- Hossain, A., Dave, D., & Shahidi, F. (2020). Northern sea cucumber (*Cucumaria frondosa*): A potential candidate for functional food, nutraceutical, and pharmaceutical sector. *Mar. Drugs*, 18(5), Artikel 274. <https://doi.org/10.3390/md18050274>
- Ivy, G., Azari, D., & Giraspy, D. A. B. (2006). Development of large-scale hatchery production techniques for the commercially important sea cucumber *Holothuria scabra* var. *versicolor* (Conand, 1986) in Queensland, Australia. *SPC 28 Beche-de-Mer Information Bulletin*, 24, 28–34. <https://pacificdata.org/data/dataset/oai-www-spc-int-96e7c776-f184-404b-9930-104e33caea68>
- James, D. B., Rajapandian, M. E., Gopinathan, C. P., & Baskar, B. K. (1994). Breakthrough in induced breeding and rearing of the larvae and juveniles of *Holothuria (metriatyla) scabra* Jaeger at Tuticorin. *CMFRI Bull.*, 46, 66–70. http://eprints.cmfri.org.in/2849/1/Article_18.pdf
- Kautsari, N., Riani, E., Lumbanbatu, T. D., & Hariyadi, S. (2019). Sandfish (*Holothuria scabra*) fisheries in Saleh Bay: Stock status based on fishermen's perception and catches. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(2), 59–71. <https://doi.org/10.20473/jipk.v11i2.13432>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2015). *Rencana aksi nasional (RAN) konservasi teripang*. http://perpustakaan.kkp.go.id/union/index.php?p=show_detail&id=75340
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2022). *Commodity review ekspor & impor. Warta Daglu, Oktober 2022*. https://bkperdag.kemendag.go.id/media_content/2022/10/file_kajian_kinerja_perdagangan_ekspor_impор_202211021117532uqftk7j0p.pdf

- Kiew, P. L., & Don, M. M. (2012). Jewel of the seabed: Sea cucumbers as nutritional and drug candidates. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(5), 616–636. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.641944>
- Li, H., Yuan, Q., Lv, K., Ma, H., Gao, C., Liu, Y., Zhang, S., & Zhao, L. (2021). Low-molecular-weight fucosylated glycosaminoglycan and its oligosaccharides from sea cucumber as novel anticoagulants: A review. *Carbohydrate Polymers*, 251, Artikel 117034. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117034>
- Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., J.-F. H., & Mercier, A. (2004). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/fr/c/8b1a57f5-587c-5ff6-a0da-cd5b90d8b747/>
- MacTavish, T., Stenton-Dozey, J., Vopel, K., & Savage, C. (2012). Deposit-feeding sea cucumbers enhance mineralization and nutrient cycling in organically-enriched coastal sediments. *PLoS ONE*, 7(11), Artikel e50031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050031>
- Mercier, A., Battaglene, S. C., & Hamel, J.-F. (2000). Periodic movement, recruitment and size-related distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Solomon Islands. *Hydrobiologia*, 440, 81–100. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004121818691>
- Mercier, A., Ycaza, R. H., & Hamel, J.F. (2007). Long-term study of gamete release in a broadcast-spawning holothurian: Predictable lunar and diel periodicities. *Marine Ecology Progress Series*, 329, 179–189. <https://doi.org/10.3354/meps329179>
- Moorea Biocode. (2010). Image of Apodida Brandt 1835. EOL. Diakses pada 1 Juni, 2023, dari <https://eol.org/media/10081701>
- Museums Victoria Collections. (t.t.). *Molpadia musculus* Risso, 1826. Diakses pada 9 Januari, 2024, dari <https://collections.museumsvictoria.com.au/specimens/2236586>
- NOAA Photo Library. (2018). A purple spiky-looking holothurian. <https://www.flickr.com/photos/noaaphotolib/27947168129/>

- O'loughlin, P. M. (2007). New cucumariid species from southern Australia (Echinodermata: Holothuroidea: Dendrochirotida: Cucumariidae). *Memoirs of Museum Victoria*, 64, 23–34. <https://museumsvictoria.com.au/media/4102/64-o-loughlin.pdf>
- One, N. S., Idiawati, N., Prayitno, D. I., Minsas, S., & Fajri, M. (2021). Identifikasi dan analisis proksimat dari teripang *Thelenota ananas* asal Pulau Kabung. *NATURALIS – Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(1), 46–52. <https://ejournal.unib.ac.id/naturalis/article/view/14787>
- Paltzat, D. L., Pearce, C. M., Barnes, P. A. & McKinley, R. S. (2008). Growth and production of California sea cucumbers (*Parastichopus californicus* Stimpson) co-cultured with suspended Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Aquaculture*, 275(1–4), 124–137. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.12.014>
- Purcell, S. W. (2010). *Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach* (A. Lovatelli, M. Vasconcellos, & Y. Ye, Ed.). FAO. <https://www.fao.org/3/i1384e/i1384e01.pdf>
- Purcell, S. W. (2014). Value, market preferences and trade of beche-de-mer from Pacific Island sea cucumbers. *PLoS One* 9(4), Artikel e95075. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095075>
- Purcell, S. W., Conand, C., Uthicke, S., & Byrne, M. (2016). *Ecological roles of exploited sea cucumbers*. Dalam R. N. Hughes, D. J. Hughes, I. P. Smith, & A. C. Dale (Ed.), *Oceanography and marine biology: An annual review volume 54*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315368597>
- Purcell, S. W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J-F., Toral-Granda, M. V., Lovatelli, A., & Uthicke, S. (2013). Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries*, 14(1), 34–59. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00443.x>
- Purcell, S. W., Williamsom, D. H., & Ngaluafe, P. (2018). Chinese market prices of beche-de-mer: Implications for fisheries and aquaculture. *Marine Policy*, 91, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.005>

- Ridhowati, S., Chasanah E., Syah D., & Zakaria F. R. (2018). A study on the nutrient substance of sea cucumber *Stichopus variegatus* flour using vacuum drying. *International Food Research Journal*, 25(4), 1419–1426. [http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20\(04\)%202018/\(13\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20(04)%202018/(13).pdf)
- Robinson, G., & Lovatelli, A. (2015). Global sea cucumber fisheries and aquaculture: FAO's inputs over the past few years. *FAO Aquaculture Newsletter* 53, 55–57. <https://www.fao.org/3/i4504e/i4504e.pdf>
- Slater, M. J. & Carton, A. G. (2009). Effect of sea cucumber (*Australostichopus mollis*) grazing on coastal sediments impacted by mussel farm deposition. *Marine Pollution Bulletin*, 58(8), 1123–1129. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.008>
- Solan, M., Cardinale, B. J., Downing, A. L., Engelhardt, K. A. M., Ruesink, J. L., & Srivastava, D. S. (2004). Extinction and ecosystem function in the marine benthos. *Science*, 306(5699), 1177–1180. <https://doi.org/10.1126/science.1103960>
- Taurusman, A. A., Shafrudin, D., Nurani, T. W., & Komarudin, D. (2018). Pemulihan stok tangkapan perikanan teripang di Kepulauan Seribu: Suatu pendekatan ekosistem. *Marine Fisheries*, 9(2), 235–244. <https://doi.org/10.29244/jmf.9.2.235-244>
- Toral-Granda, V. (2008). Galápagos islands: A hotspot of sea cucumber fisheries in Latin America and the Caribbean. Dalam V. Toral-Granda, A. Lovatelli, & M. Vasconcellos (Ed.), *Sea cucumbers: A global review on fisheries and trade* (231–253). FAO. <https://www.fao.org/3/I0375E/i0375e.pdf>
- Toral-Granda, V., Lovatelli, A., & Vasconcellos, M. (Ed.). (2008). *Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade*. FAO. <https://www.fao.org/fishery/en/publication/47325>
- Tuwo, A. (2004). Status of sea cucumber fisheries and farming in Indonesia. Dalam A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J-F Hamel, & A. Mercier (Ed.), *Advances in sea cucumber aquaculture and management* (49–56). FAO. <https://www.fao.org/3/y5501e/y5501e.pdf>

- Tuwo, A., & Conand, C. (1992). Developments in beche-de-mer production in Indonesia during the last decade. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 4, 2–4. https://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/InfoBull/BDM/4/BDM4_02_Tuwo.html
- Uthicke, S., & Conand, C. (2005). Local examples of beche-de-mer overfishing: An initial summary and request for information. *SPC Beche-de-Mer Information Bulletin*, 21(3), 9–14. <http://coastfish.spc.int/News/BDM/21/Uthicke-Conand.pdf>
- Wen, J., & Hu, C. (2010). Elemental composition of commercial sea cucumbers (holothurians). *Food Additives & Contaminants: Part B*, 3(4), 246–252. <https://doi.org/10.1080/19393210.2010.520340>
- Wisesa, M. M., Bakti, D., & Fadhilah, A. (2018). Abundance of sea cucumbers on the ecosystem of seagrasses in Unggeh Island, Tapanuli Tengah Regency, North Sumatera Province. Dalam *IOP conference series: Earth and environment science* (122, Artikel 012107). <http://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012107>
- Wolfe, K., & Byrne, M. (2016). Population biology and recruitment of a vulnerable sea cucumber, *Stichopus herrmanni*, on a protected reef. *Marine Ecology*, 38(1), Artikel e12397. <https://doi.org/10.1111/maec.12397>
- Yuan, X., Zhou, Y., & Mao, Y. (2015). *Apostichopus japonicus*: A key species in integrated polyculture systems. Dalam H. Yang, J-F. Hamel, & A. Mercier (Ed.), *The sea cucumber Apostichopus japonicus: History, biology and aquaculture* (323–332). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799953-1.00017-9>
- Zamora, L. N. & Jeffs, A. G. (2012). The ability of the deposit-feeding sea cucumber *Australostichopus mollis* to use natural variation in the biodeposits beneath mussel farms. *Aquaculture*, 326–329, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.11.015>
- Zhou, Y., Yang, H., Liu, S., Yuan, X., Mao, Y., Liu, Y., Xu, X., & Zhang, F. (2006). Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Stichopus japonicus* Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. *Aquaculture*, 256(1–4), 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.02.005>



BAB 6

Dilema Sosial Ekonomi Perikanan Cantrang di Pantai Utara Jawa dan Solusinya

Achmad Zamroni, Andrian Ramadhan

A. Dinamika Perikanan Cantrang di Indonesia

Perikanan cantrang (*Danish seine fishery*) adalah kegiatan penangkapan ikan menggunakan pukat tarik (*trawls*) atau jaring hela (*seine nets*), yaitu jaring berlubang yang ditarik di belakang kapal mengikuti permukaan air untuk tujuan menangkap ikan, udang, dan jenis demersal lainnya. Alat tangkap jenis ini banyak beroperasi di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 712 Laut Jawa dan menjadi alat tangkap andalan di perairan ini karena tingkat produktivitasnya yang tinggi. Jaring cantrang merupakan alat tangkap tradisional yang telah lama beroperasi di Laut Jawa (Ernawati et al., 2011).

Alat penangkap ikan (API) cantrang menggunakan mata jaring (*mesh size*) berukuran relatif kecil, yaitu 1,5 inci. Spesifikasi mata

A. Zamroni* & A. Ramadhan

*Badan Riset dan Inovasi Nasional, e-mail: achm051@brin.go.id

© 2023 Editor & Penulis

Zamroni, A., & Ramadhan, A. (2023). Dilema sosial ekonomi perikanan cantrang di pantai utara Jawa dan solusinya. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (189–218). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c757
E-ISBN: 978-623-8372-50-8

jaring tersebut menyebabkan cantrang menjadi tidak selektif terhadap jenis ikan sasaran sehingga menangkap ikan dalam berbagai ukuran, termasuk ikan ukuran kecil (Nurfitriana et al., 2022). Hasil kajian Nurfitriana et al. (2022) juga menyebutkan bahwa ikan nontarget yang tertangkap cantrang (*bycatch*) biasanya dibuang, sedangkan ikan target yang masih berukuran kecil dijual dengan harga murah. Sekitar 46%–51% hasil tangkapan cantrang merupakan ikan target dan sisanya adalah ikan nontarget bernilai ekonomis rendah yang didominasi ikan rucah (Novaldy, 2017). WWF menyebut bahwa hanya sekitar 18%–40% hasil tangkapan *trawl* dan cantrang yang bernilai ekonomis dan dapat dikonsumsi (Hanya 18–40 persen, 2019).

Dampak negatif dari penggunaan cantrang adalah menjadikan populasi ikan tidak dapat berkembang biak karena *mesh size* cantrang yang kecil sering menangkap ikan yang masih berukuran kecil, terutama *juvenile*. Selain itu, API tersebut bersifat aktif dan beroperasi di dasar perairan (menyentuh dasar perairan) sehingga cantrang dianggap sebagai alat tangkap yang tidak ramah lingkungan karena berpotensi merusak habitat bentik dan mengancam keberlanjutan sumber daya ikan. Hal tersebut didukung oleh Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 jo. Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan yang menyebutkan bahwa setiap orang dilarang menggunakan alat penangkap ikan yang mengganggu dan merusak keberlanjutan sumber daya ikan.

Meskipun termasuk kategori alat tangkap yang bersifat merusak dan tidak selektif, cantrang memiliki laju produktivitas tinggi jika dibandingkan alat tangkap lainnya. Rata-rata hasil tangkapan cantrang sebanyak 27.298,6 kg/trip dengan rata-rata hasil tangkapan per *setting* sekitar 193 kg/*tawur* (Ernawati et al., 2011). Daerah yang banyak menggunakan cantrang di perairan pesisir utara Jawa meliputi Kabupaten Pekalongan, Rembang, Pati, Jepara (arad), Demak (arad), Batang, Tegal, Indramayu, dan Subang (Atmaja & Nugroho, 2012).

Pelarangan penggunaan cantrang sudah dilakukan sejak 1980 melalui Keputusan Presiden (Keppres) No. 39 Tahun 1980 yang membatasi dan menghentikan penggunaan pukat tarik dan pukat

hela. Meskipun demikian, di lapangan, penggunaan alat tangkap ini masih marak dan jumlahnya terus bertambah. Misalnya, di Jawa Tengah penggunaannya bertambah dari 3.209 kapal pada tahun 2004 menjadi 5.100 kapal pada tahun 2007 dengan ukuran kapal rata-rata di atas 30 *gross ton* (GT; Hasbullah, 2019). Akhirnya, pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan makin tegas dengan menerbitkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan (Permen KP) Nomor 2/PERMEN-KP/2015 yang menyatakan bahwa cantrang dilarang dioperasikan di seluruh wilayah kelautan NKRI.

Dasar pelarangan penggunaan cantrang adalah alat tangkap ini terbukti telah menimbulkan konflik sosial, mengancam keberlanjutan ekosistem, serta menyebabkan perikanan tangkap di Laut Jawa dalam beberapa tahun terakhir berada pada status *overfishing* (pemanfaatan berlebih). Namun, pada tahun 2020, larangan penggunaan cantrang dicabut melalui Permen KP Nomor 59 Tahun 2020 yang menyatakan bahwa cantrang termasuk dalam daftar API yang diperbolehkan beroperasi di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan laut lepas. Pengoperasian cantrang dibatasi pada zona penangkapan ikan tertentu dan dimensinya pun ditetapkan, termasuk panjang tali dan ukuran jaring. Hanya berselang satu tahun, Kementerian Kelautan dan Perikanan kembali merilis larangan penggunaan cantrang pada Permen KP Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Nelayan diimbau untuk beralih menggunakan API ramah lingkungan.

Bab ini membahas tentang dilema perikanan cantrang terutama sejak diterbitkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 2/PERMEN-KP/2015. Studi ini dilakukan di wilayah pantai utara Jawa, Tengah terutama di Kabupaten Rembang, Kabupaten Pati, Kabupaten Batang, Kota Tegal, dan Kabupaten Demak, oleh Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Kelima lokasi tersebut merupakan basis nelayan dan armada penangkapan yang menggunakan API cantrang. Selain itu, adanya resistensi pelaku perikanan cantrang terhadap Permen KP Nomor 2/PERMEN-

KP/2015 yang dianggap cukup tinggi dan menyebabkan gejolak sosial semenjak peraturan tersebut diterbitkan. Ada indikasi terjadi *mark down* terhadap ukuran atau GT kapal dan juga indikasi terjadinya potensi kredit macet dari para pelaku usaha perikanan cantrang di berbagai bank konvensional yang dapat berdampak pada keberlanjutan mata pencaharian pelaku usaha perikanan tangkap. Pembahasan juga meliputi intervensi kebijakan pemerintah menjawab tantangan ini beserta implikasinya di lapangan.

Pendekatan yang digunakan dalam studi ini adalah metode kualitatif dan analisis konten dan deskriptif. Analisis konten juga lazim disebut sebagai analisis dokumen kualitatif, yaitu upaya untuk mendeskripsikan dan menginterpretasikan bahan-bahan yang diproduksi oleh para aktor dan tidak berasal dari yang dihasilkan peneliti (Beaudry & Miller, 2016). Johnson dan Lamontagne (1993) menekankan pentingnya analisis ini untuk mengungkap informasi masa lalu yang berguna bagi proses pengambilan keputusan pada masa yang akan datang.

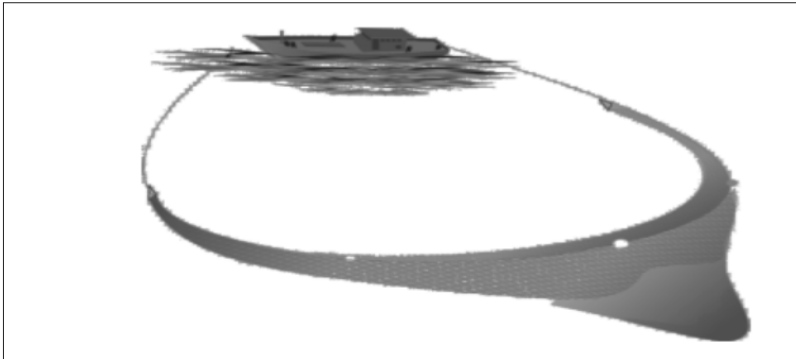
B. Spesifikasi dan Operasional Alat Tangkap Cantrang

Secara umum, cantrang dikategorikan sebagai alat tangkap yang sama atau menyerupai *trawl*. Karakteristik cantrang adalah alat tangkap yang menyerupai kantong besar terbuat dari bahan jaring berbentuk kerucut yang dioperasikan di dasar perairan dengan target ikan demersal. Menurut Balai Besar Penangkapan Ikan (BBPI; 2016), API cantrang adalah pukot tarik yang tidak memiliki medan jaring atas (*square*) dan memiliki sayap pendek serta tali selambar panjang; pengoperasiannya melingkari gerombolan ikan di dasar perairan, ditarik, dan diangkat ke atas kapal (*hauling*) dalam kondisi berhenti atau labuh jangkar dengan kode SNI 7797:2013. Alat tangkap cantrang terdiri dari bagian utama berupa sayap, badan, serta kantong. Sayap berfungsi sebagai penggiring ikan masuk ke dalam badan dan untuk

selanjutnya ikan akan masuk ke dalam kantong (Wardani & Zainuri, 2023).

Kapal yang digunakan untuk mengoperasikan cantrang adalah kapal kayu. Cantrang dioperasikan pada dasar perairan yang bersubstrat/berpasir dan tidak terdapat karang. Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI), terdapat banyak jaring *trawling* dengan modifikasi peralatan penangkapan. Sampai saat ini, kurang lebih ada sembilan nama untuk jaring cantrang, yaitu dogol, *edge trawls*, otok, *mini-trawling*, payang alit, sondong sombo, *basic lampara*, jaring arad, dan cantrang.

Dalam pengoperasiannya, cantrang merupakan alat penangkapan ikan yang bersifat aktif dengan menyentuh dasar perairan (Gambar 6.1). Cantrang dioperasikan dengan menebar tali selambar secara melingkar, dilanjutkan dengan menurunkan jaring cantrang, kemudian kedua ujung tali selambar dipertemukan. Kedua ujung tali tersebut kemudian ditarik ke arah kapal sampai seluruh bagian kantong jaring terangkat. Penggunaan tali selambar yang mencapai panjang lebih dari 1.000 m (sisi kanan dan kiri masing-masing 500 m) menyebabkan sapuan lintasan tali selambar sangat luas (Rahma, 2018).



Sumber: Permen KP Nomor 2/PERMEN-KP/2015 (2015)

Gambar 6.1 Alat Tangkap Cantrang

Ukuran cantrang dan panjang tali selambar yang digunakan tergantung ukuran kapal. Pada kapal berukuran di atas 30 GT yang dilengkapi dengan ruang penyimpanan berpendingin (*cold storage*), cantrang dioperasikan dengan tali selambar sepanjang 6.000 m. Dengan perhitungan sederhana, jika keliling lingkaran 6.000 m, akan diperoleh luas daerah sapuan tali selambar sebesar 289 ha. Penarikan jaring menyebabkan terjadinya pengadukan dasar perairan yang dapat menimbulkan kerusakan dasar perairan dan berpotensi menimbulkan dampak signifikan terhadap ekosistem dasar bawah laut (Novaldi, 2017).

Secara umum, kinerja produksi perikanan cantrang di utara Jawa dalam satu dekade terakhir menunjukkan peningkatan sekaligus dinamika yang dianggap dapat memberikan gambaran tentang status sumber daya ikan demersal di WPP 712 (Suman et al., 2018). Untuk wilayah timur Laut Jawa, kapal cantrang berpangkalan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong, Lamongan, dengan tangkapan utama ikan demersal, didominasi oleh kapal cantrang berukuran besar (20–30 GT), sedangkan di wilayah Jawa Tengah ukuran kapal cantrang bervariasi dari <10 GT hingga >150 GT, dengan ukuran kapal terbanyak ditemukan pada rentang 20–30 GT (Suman et al., 2018).

C. Perkembangan Perikanan Cantrang di Laut Jawa

Perikanan cantrang mulai berkembang sejak tahun 1989 (Ernawati et al., 2011). Atmaja dan Nugroho (2012) mengestimasi tidak kurang dari 1.000 kapal cantrang beroperasi di Jawa Tengah dengan sentra terbesar berada di enam lokasi, yaitu Tegal, Rembang, Pemalang, Batang, Juwana, dan Kendal. Plt. Dirjen Perikanan Tangkap KKP menyebut jumlah kapal cantrang secara nasional mendekati 7.000 unit dengan 860 unit berukuran di atas 30 GT dan secara total melibatkan 115.000 nelayan (Fajar, 2021). Perkembangan perikanan cantrang di Laut Jawa tidak terlepas dari produktivitas tangkapannya yang tinggi. Berdasarkan Nababan et al. (2018), produktivitas cantrang mencapai

lebih dari 50 kg hasil tangkapan dalam setiap tebaran atau *setting*, jauh lebih tinggi daripada alat tangkap lainnya yang berkisar mulai 2 sampai 20 kg per *setting*. Hasil ini serupa dengan hasil *scoring index* produktivitas API oleh Puslitbangkan pada tahun 2016, di mana produktivitas cantrang mencapai 62 kg per *setting*, sedangkan alat tangkap lainnya, seperti arad adalah 58 kg per *setting*, rawai dasar 20 kg per *setting*, jaring klitik 12 kg per *setting*, dan jaring loang 11 kg per *setting* (Asnawi, 2022).

Perkembangan alat tangkap cantrang dipengaruhi pula oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan pelemahan regulasi dan pengawasan. Salah satunya tahun 1998 ketika terjadi gejolak nasional yang mengakibatkan perubahan kekuasaan dan sistem pemerintahan. Pada saat tersebut terjadi pelemahan kontrol pemerintah atas penggunaan alat tangkap sehingga pertumbuhannya menjadi menjamur (Mursyidah & Widodo, 2021). Setelah itu, lahir pula beberapa kebijakan lain yang lebih longgar terhadap alat cantrang, seperti Peraturan Daerah Nomor 3 Tahun 2005, Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Tengah yang mengizinkan kapal-kapal berukuran kecil di bawah 30 GT mengoperasikan alat tangkap tersebut.

Perkembangan perikanan cantrang tidak hanya dari segi jumlah kapal, tetapi juga dalam hal pemanfaatan teknologi. Penggunaan poros untuk menggerakkan kapstan sebagai alat untuk menarik tali cantrang telah diterapkan oleh nelayan di Jawa Timur dan membuat cantrang menjadi alat tangkap yang aktif (Atmaja & Nugroho, 2011). Pada perikanan cantrang, kapal berukuran >30 GT umumnya sudah menggunakan sistem pendingin (pematat) di kapal untuk menjaga kualitas hasil tangkapan. Saat ini, API cantrang dioperasikan dengan menggunakan kapal-kapal dengan ukuran dan daya mesin yang sangat bervariasi. Desain dan konstruksi API cantrang relatif tidak berubah sejak awal pengembangannya, hanya taktik dan strategi perikanan cantrang (adopsi teknologi, cara operasi, perjalanan, area penangkapan, dan penanganan hasil tangkapan) yang terus mengalami perkembangan.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa komposisi hasil tangkapan cantrang relatif tidak berubah (Badrudin et al., 2011; Ernawati & Sumiono, 2009), yaitu kelompok ikan demersal. Hasil tangkapan cantrang didominasi oleh jenis ikan, seperti kuniran (*Upeneus* spp.), swanggi/mata besar (*Priacanthus* spp.), tuding (*Nemipterus* spp.), peperek (*Leiognathidae*), beloso (*Saurida* spp.), kapasan (*Gerres* spp.), *Scolopsis* spp., ikan tetangga (*Psettodes* spp.). Perubahan hanya terjadi dalam urutan dominansi jenis ikan berdasarkan wilayah (area penangkapan) dan waktu (musim). Bagian terbesar dari hasil tangkapan cantrang didominasi oleh jenis ikan yang memiliki siklus hidup relatif pendek (1–2 tahun).

Perkembangan cantrang yang makin meluas menimbulkan berbagai isu dan permasalahan pada praktiknya, sebagaimana terangkum dalam studi oleh Kurniasari et al. (2016):

- 1) adanya perkembangan jumlah unit API cantrang yang dioperasikan sampai melebihi jumlah yang direkomendasikan;
- 2) adanya modifikasi API cantrang yang berakibat pada peningkatan kapasitas penangkapan (*fishing capacity*) sehingga alat penangkapan ikan ini menarik minat pelaku usaha baru untuk berinvestasi di usaha penangkapan ikan;
- 3) maraknya *mark down* yang dilakukan oleh pelaku usaha sebagai akibat sulitnya perizinan pusat;
- 4) maraknya pemalsuan perizinan yang dilakukan oleh pelaku usaha yang tidak bertanggung jawab sehingga jumlah armada penangkapan yang secara faktual beroperasi jauh melebihi jumlah yang diizinkan;
- 5) adanya pelanggaran operasional penangkapan ikan di luar zonasi yang diizinkan;
- 6) terindikasi *overfishing* di perairan daerah penangkapan cantrang, yakni WPP 712, baik *biological* maupun *economical overfishing*;
- 7) penggunaan plastik sebagai bahan pengemas ikan hasil tangkapan menyebabkan penumpukan sampah plastik di pelabuhan pendaratan ikan;

- 8) maraknya hasil tangkapan yang tidak dilaporkan; dan
- 9) lemahnya penegakan peraturan perundangan yang berdampak pada kerugian secara ekonomi, sosial dan lingkungan.

BBPI tahun 2016 melakukan uji petik terhadap 18 kapal cantrang di 3 kabupaten/kota di Jawa Tengah dan menemukan beberapa hal, sebagai berikut.

- 1) Adanya ketidaksesuaian ukuran dimensi kapal dan spesifikasi teknis alat tangkap dari seluruh kapal yang diuji petik. Temuan tersebut dapat diduga ada penurunan ukuran GT kapal (*mark down*) dan penyimpangan ukuran serta cara pengoperasian alat penangkap ikan cantrang.
- 2) Akibat dari *mark down*, kapal yang berukuran besar dapat memperoleh izin cantrang dan beroperasi di perairan 4 sampai dengan 12 mil laut dan bahkan di perairan > 12 mil laut.
- 3) Penyimpangan ukuran, yaitu penggunaan *mesh size* sebesar 1 inci, panjang ris atas 18–55 meter dengan panjang tali selambar >3.000 meter yang terbuat dari limbah tekstil, dan diberi tulang berbahan marlon/PP mengakibatkan alat tangkap dapat dioperasikan menyerupai pukat hela.

Kondisi di atas berpotensi menyebabkan konflik dengan nelayan lain yang beroperasi pada wilayah yang berdekatan, seperti kasus antara nelayan cantrang dan nelayan tradisional di Kabupaten Rembang pada tahun 1996 (Mursyidah & Widodo, 2021). Pada kasus tersebut nelayan cantrang beroperasi di jalur penangkapan I yang dalamnya lebih dari 3 mil. Jalur ini merupakan jalur nelayan tradisional. Konflik terjadi pula di Tanjung Balai Asahan pantai timur Sumatra yang menyebabkan pembakaran kapal *trawl* pada tahun 2000 karena lokasi yang bersinggungan dengan nelayan lokal. Konflik seperti ini membenarkan pendapat Duadji dan Tresiana (2021) yang menyebut bahwa penggunaan cantrang telah menimbulkan beberapa risiko, yaitu konflik politik antar-pemangku kepentingan,

ketidakstabilan sosial nelayan, konflik horizontal antara nelayan dan kerusakan lingkungan, penurunan perekonomian nelayan, serta anggaran implementasi yang tinggi untuk mengatasi risiko tersebut.

D. Dinamika Regulasi sebagai Cerminan Dilema Kebijakan Perikanan Cantrang

Sejak tahun 1980, pemerintah telah memberikan perhatian terhadap alat tangkap yang bersifat merusak, seperti *trawl*, dengan dikeluarkannya Keputusan Presiden No. 39 Tahun 1980. Sebagai tindak lanjutnya, terbit Surat Keputusan Menteri Pertanian (SK Mentan) Nomor 503/Kpts/Um/7/1980 tentang Langkah-Langkah Pelaksanaan Penghapusan Jaring *Trawl*. Pada SK tersebut, berbagai jenis jaring yang serupa dengan *trawl*, seperti pukot harimau, pukot tarik, tangkul tarik, jaring tarik, pukot apolo, pukot langgai, harus berhenti beroperasi di Jawa, Bali, dan Sumatra paling lambat 31 Desember 1980. Selanjutnya, Instruksi Presiden Nomor 11 Tahun 1982 tentang Pelaksanaan Keputusan Presiden No. 39 Tahun 1980 diterbitkan, yang menyebutkan bahwa sejak Januari 1983 kapal *trawl* dilarang beroperasi di seluruh perairan Indonesia.

Pelarangan tersebut membuat nelayan memodifikasi *trawl*, salah satunya adalah lampara dasar. Uniknya, jenis alat tangkap ini diperbolehkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian (SK Mentan) Nomor 769/Kpts/HK/210/1988 tentang penggunaan Jaring Lampara Dasar. SK tersebut pada prinsipnya hanya mengatur ukuran bentangan sayap tidak lebih dari 60 meter dan ukuran kapal tidak lebih dari 12 meter dengan mesin berkekuatan tidak lebih dari 36 daya kuda. Padahal, lampara dasar memiliki prinsip kerja yang sama dengan *trawl*, yakni beroperasi dengan cara ditarik. Secara definisi, pukot tarik lampara dasar alat adalah penangkap ikan berbentuk kantong yang terbuat dari jaring dan terdiri dari (dua) bagian panel sayap, bagian badan, serta bagian kantong jaring (BSN, 2006). Pada tahun 1997 terbit Surat Keputusan Direktur Jenderal Perikanan (SK Dirjen Perikanan) Nomor IK.340/DJ.10106/97. Berdasarkan aturan ini, alat penangkap

ikan berbentuk kantong atau *trawl* yang dimodifikasi tidak termasuk klasifikasi jaring *trawl* yang terlarang. Bahkan, secara eksplisit, aturan ini membolehkan alat tangkap cantrang, arad, otok, garuk kerang, dan sejenisnya dapat secara bebas beroperasi tanpa khawatir mendapatkan penindakan dari petugas. Berbagai aturan yang muncul selanjutnya menyatakan bahwa alat tangkap *trawl* yang dimodifikasi, seperti cantrang, tetap dapat beroperasi. Contohnya, Peraturan Daerah Nomor 3 Tahun 2005, Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Tengah mengizinkan cantrang beroperasi pada kapal yang berbobot di bawah 30 GT sehingga berkontribusi terhadap pesatnya perkembangan alat tangkap ini (Atmaja & Nugroho, 2012).

Pengetatan larangan alat tangkap yang merusak baru muncul kembali melalui Permen KP Nomor 2/PERMEN-KP/2015 tentang Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (*Trawls*) dan Pukat Tarik (*Seine Nets*) di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Penerbitan Permen KP tersebut bertujuan menjaga potensi sumber daya ikan secara lestari atas dasar partisipatif aktif dan bermanfaat. Berdasarkan data Ditjen Perikanan Tangkap KKP, terdapat enam jenis alat tangkap tergolong *trawl* yang dilarang beroperasi di perairan Indonesia, yaitu (1) pukat tarik udang ganda, (2) pukat tarik udang tunggal, (3) pukat tarik berbingkai, (4) pukat tarik ikan, (5) payang (termasuk lampara), dan (6) dogol (termasuk lampara dasar, jaring arad, dan cantrang).

Permen KP No. 2/PERMEN-KP/2015 adalah salah satu intervensi pemerintah yang jauh lebih tegas dari peraturan-peraturan sebelumnya. Pemerintah tidak bergeming dengan berbagai tuntutan yang dilayangkan oleh masyarakat dan pelaku industri ini meski masuk di meja hukum. Pada tanggal 25 Juni 2015, KKP mendapat angin segar dengan keluarnya putusan Rekomendasi Ombudsman Republik Indonesia Nomor 0006/REK/0201.2015/PBP-24/VI/2015, terutama poin 3 (halaman 17), yang menegaskan bahwa prinsip kerja cantrang merusak sehingga mewajibkan nelayan untuk mengubah alat tangkapnya dengan masa transisi paling lama dua tahun, sebagai berikut:

... dan memberikan masa waktu transisi implementasi peraturan yang baru tersebut sekurang-kurangnya 2 (dua) tahun agar memberikan kesempatan kepada nelayan dan/atau pemilik kapal tangkap ikan untuk menyesuaikan perubahan alat tangkap ikan yang diatur dalam ketentuan tersebut.

Setelah merilis rekomendasi Ombudsman, Menteri Kelautan dan Perikanan (MKP) mengeluarkan Surat Edaran (SE) MKP Nomor 72/MEN-KP/II/2016 yang mengatur pembatasan penggunaan peralatan penangkapan cantrang di WPPNRI hingga 31 Desember 2016 (paragraf 3). Pembatasan API cantrang dalam SE ini dilakukan dengan lima ketentuan, yaitu

- 1) dilakukan oleh kapal penangkap ikan yang menggunakan API cantrang;
- 2) hanya dilakukan di perairan dalam wilayah perikanan provinsi hingga 12 mil;
- 3) ukuran selektivitas dan kapasitas cantrang dengan ukuran mata jaring minimum dua inci dan panjang ris pita atas minimal 60 meter;
- 4) prosedur pengoperasian sesuai dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP 06/MEN/2010 tentang API di WPPNRI; dan
- 5) tangkapan didaratkan dan dicatat di pelabuhan berdasarkan izin penangkapan ikan (SIPI). Berdasarkan SE ini, Peraturan Menteri No. 2/PERMEN-KP/2015 diberlakukan secara efektif oleh aparat penegak hukum, terutama otoritas pusat, mulai 1 Januari 2017.

Aturan dan implementasi Permen KP No. 2/PERMEN-KP/2015 yang tegas tersebut menimbulkan resistensi dari bisnis perikanan cantrang sehingga menimbulkan konflik vertikal dengan pemerintah dan konflik horizontal dengan nelayan noncantrang (seperti *purse seine*, jaring insang, alat pancing). Hal ini terjadi karena pelaku perikanan cantrang, terutama pemilik kapal tidak siap dan mampu untuk beralih menggunakan alat tangkap lainnya. Akibatnya, kapal-

kapal cantrang berhenti beroperasi dan menyebabkan perubahan dalam struktur ekonomi, jumlah dan struktur tenaga kerja, upaya perikanan turunan, serta kepemilikan aset.

Saat ini pemerintah telah memperbarui regulasi mengenai cantrang melalui Permen KP No. 18 tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas serta Penataan Andon Penangkapan Ikan. Berdasarkan aturan ini, cantrang tetap tergolong sebagai alat penangkapan ikan yang dilarang karena mengganggu dan merusak keberlanjutan sumber daya ikan. Namun, berdasarkan Pasal 6 ayat 1 (b) poin 4, penggunaan alat tangkap ikan jaring tarik berkantong yang secara prinsip bekerja seperti alat tangkap cantrang diperbolehkan beroperasi.

Dinamika regulasi yang terjadi terkait pelarangan alat tangkap ikan jenis *trawl* dan turunannya di atas menunjukkan bentuk dilema yang dihadapi oleh pemerintah. Dilema merupakan situasi di mana suatu pilihan sulit harus dibuat di tengah alternatif tindakan yang dapat dilakukan. Pada ranah perencanaan, dilema diartikan sebagai situasi pengambilan keputusan yang rumit karena perbedaan posisi, tetapi tetap harus ditemukan titik komprominya (Savini et al., 2014). Pada satu pihak, penggunaan alat tangkap tersebut membawa dampak positif yang besar terhadap tenaga kerja dan ekonomi perikanan demersal karena hasilnya yang melimpah (Bailey, 1997). Di pihak lain, penggunaannya juga berdampak negatif, khususnya dalam jangka panjang yang terlihat dari makin menurunnya kualitas lingkungan dan sumber daya ikan. Tidak hanya itu, konflik antarnelayan muncul di berbagai tempat karena kehadirannya mengganggu nelayan kecil yang menggunakan alat tangkap lain, seperti jaring dan pancing.

Salah satu bentuk dilema menurut Savini et al. (2014) adalah dilema regulasi yang menekankan adanya persaingan antara kebutuhan untuk menetapkan norma materi dan prosedur yang baku atas suatu perencanaan atau membuatnya menjadi lebih terbuka dan fleksibel. Pada konteks ini, substansi regulasi tentang *trawl* sebenarnya tidak pernah berubah dari masa ke masa, yaitu tetap dilarang.

Namun, tekanan terhadap para pengambil kebijakan atas regulasi yang dianggap kaku dan membatasi nelayan tersebut menyebabkan lahirnya aturan-aturan tambahan yang bersifat ambigu. Pada regulasi tersebut ditambahkan definisi-definisi turunan yang lebih fleksibel sehingga alat tangkap modifikasi yang prinsipnya sama dengan *trawl* tidak secara otomatis disamakan dengan *trawl*. Hal ini menyebabkan inkonsistensi antar-regulasi yang menunjukkan persaingan dan tekanan kepentingan yang begitu kuat, khususnya antara mereka yang membela konservasi dan membela eksploitasi sumber daya ikan.

Berdasarkan dinamika regulasi tersebut, dapat diketahui bahwa sikap pemerintah dalam menghadapi dilema ini sangat dipengaruhi oleh politik kebijakan yang dimainkan oleh kementerian terkait. Politik kebijakan yang kuat membela konservasi dan nelayan kecil ramah lingkungan tampak sangat terlihat pada periode kepemimpinan Menteri Kelautan dan Perikanan periode 2014–2019. Kebijakan yang dibuat menghilangkan kesan ambigu dari regulasi yang dikeluarkan pemerintah selama ini terkait pukut hela dan pukut tarik. Hal ini makin terbukti ketika terjadi pergantian menteri di periode 2019–2024 yang kembali mengeluarkan regulasi yang terkesan ambigu.

E. Dampak Sosial Ekonomi Pelarangan Penggunaan Cantrang

Hasil studi Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan menunjukkan bahwa penggunaan cantrang, hingga saat ini, telah menimbulkan tekanan pada sumber daya dan lingkungan karena jumlahnya yang tidak terkendali (Puslitbangkan, 2016). Sebagai ilustrasi, jika semua unit cantrang/dogol yang berbasis di pantura dioperasikan secara bersamaan di WPP 712, proporsi area penangkapan untuk setiap kapal cantrang cenderung makin kecil dari tahun ke tahun. Sejak tahun 1990-an, proporsi area penangkapan untuk setiap unit kapal cantrang/dogol di WPP 712 seluas $<5 \text{ km}^2$ /kapal. Tekanan penangkapan yang tinggi terkait dengan keterbatasan area penangkapan yang cocok untuk operasi cantrang. Selain itu,

tingkat tangkapan cantrang cenderung menurun dari tahun ke tahun. Sebagai contoh, tingkat tangkapan cantrang pada tahun 2002 di WPP 712 sebesar 156 kg/*setting* mengalami penurunan menjadi 60 kg/*setting* pada tahun 2015. Namun, hasil studi Kasim et al. (2021) menyatakan bahwa efisiensi armada cantrang mengalami peningkatan yang signifikan pada periode pascalarangan dengan cara memperpendek durasi perjalanan dan mengoptimalkan jumlah kru atau anak buah kapal (ABK) per kapal.

Analisis dampak ekonomi dan sosial dilakukan sekitar 1,5 tahun setelah diberlakukannya kebijakan terkait peralatan penangkapan cantrang, terutama yang terjadi pada para nelayan cantrang di wilayah pesisir utara Jawa. Dalam analisis dampak sosial akan dibahas perubahan hubungan sosial antara nelayan (pemilik) dan tenaga kerja (ABK, tenaga kerja nonnelayan, perbankan, serta penyedia fasilitas dan infrastruktur perikanan).

Sampling pada tiga kapal cantrang berbasis pendaratan di pesisir utara Jawa (Probolinggo, Rembang, dan Tegal) pada tahun 2015 yang dilakukan oleh para peneliti dari Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan ((PPSEKP; Kurniasari et al., 2016) menunjukkan beberapa dampak atas terbitnya Permen KP No. 2/PERMEN-KP/2015, sebagai berikut.

- 1) Kota Probolinggo mencatat adanya efek domino pada rantai ekonomi, mulai dari pemilik kapal, industri pengolahan surimi, pekerja angkut, anggota kru (ABK), pedagang/tukang timbangan, bengkel kapal, pembuatan kapal, pasar tradisional, serta perbankan terutama ancaman kredit macet.
- 2) Perikanan di Kabupaten Tegal memperlihatkan penurunan jumlah tangkapan ikan dan pendapatan para pelaku usaha (hulu-hilir) termasuk pemasok alat tangkap cantrang, alat operasional (penyedia ransum), pemilik kapal (nakhoda), ABK, pemasar, unit pengolahan ikan (UPI), dan konsumen. Pasokan bahan baku berkurang sehingga berdampak pada penurunan omzet usaha sebesar 30%–100%.

- 3) Kabupaten Rembang mencatat berhentinya operasi kapal penangkapan ikan yang terdiri dari 302 unit kapal cantrang, 1.430 unit kapal dogol, 4 unit kapal *boat*, dan 300 unit kapal unik. Potensi pengangguran ABK mencapai 12.424 orang (4.832 ABK kapal cantrang, 5.720 ABK kapal dogol, 72 ABK kapal *boat*, dan 300 ABK kapal unik). Selain itu, 10 perusahaan pengolahan ikan kekurangan bahan baku dan 7.000 karyawan berpotensi mengalami pemutusan hubungan kerja (PHK). Industri pengolahan ikan skala rumah tangga sebanyak 104 unit juga mengalami kekurangan bahan baku dan 5.200 orang berpotensi kehilangan sumber mata pencarian mereka.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat sepuluh kelompok pelaku usaha perikanan cantrang yang terkena dampak di lokasi penelitian. Kelompok pelaku usaha tersebut meliputi (1) nelayan pemilik, (2) nakhoda, (3) nelayan ABK, (4) pedagang pengumpul, (5) pengolah/UPI, (6) tenaga kerja UPI, (7) penyedia input dan jasa penunjang, (8) tenaga kerja pada penyedia input dan jasa penunjang, (9) tempat pendaratan ikan (TPI), dan 10) perbankan.

Derajat dampak sosial ekonomi larangan cantrang bervariasi untuk setiap pelaku usaha yang terdampak. Nelayan pemilik di semua lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai terdampak berat, ABK dan nakhoda diklasifikasikan sebagai terdampak sedang, sedangkan usaha pengolahan/UPI berada dalam rentang dampak dari sedang hingga berat. Penilaian tersebut didasarkan pada besaran kehilangan potensi pendapatan dari beberapa pelaku usaha. Makin besar pendapatan yang hilang, makin tinggi derajat dampak yang diterima. Tabel 6.1 memberikan gambaran tentang derajat dampak larangan cantrang per pelaku usaha di lokasi penelitian.

Tabel 6.1 Derajat Dampak Sosial Ekonomi Pelarangan Cantrang per Pelaku Usaha/ Aktor

No	Pelaku Usaha/Aktor	Lokasi Penelitian				
		Demak	Pati	Rembang	Batang	Tegal
1	Nelayan Pemilik	***	***	***	***	***
2	Nakhoda	***	**	**	**	**
3	Nelayan ABK	***	**	**	**	**
4	Pedagang	**	**	***	**	*
	Pengumpul	**	**	***	**	*
5	Pengolah/UPI	**	***	***	***	***
6	Tenaga Kerja UPI	*	***	***	**	**
7	Tenaga Kerja lainnya	*	**	*	*	*
8	Penyedia Input dan Jasa Penunjang	*	*	*	*	*
9	TPI	**	**	***	***	**
10	Perbankan	**	*	***	**	**

Keterangan:

- * : Ringan
- ** : Sedang
- *** : Berat

Sumber: Kurniasari et al. (2016)

Berdasarkan hasil penelitian dari PPSEKP (2016), nilai dampak sosial ekonomi di Kabupaten Demak, jika alat tangkap arad dilarang, sebesar Rp56.478.750.000 per tahun dengan jumlah terdampak sebanyak 325 orang. Besaran dampak sosial ekonomi di Kabupaten Pati sebesar Rp10.970.494.266.823 per tahun dengan jumlah terdampak sebanyak 35.627 orang. Sementara itu, nelayan cantrang di Kabupaten Rembang berpotensi terkena dampak sosial ekonomi sebesar Rp1.844.719.886.220 per tahun dengan jumlah terdampak sebanyak 7.791 orang. Sebanyak 8.258 orang di Kabupaten Batang berpotensi terkena dampak dengan proyeksi besaran dampak sosial ekonomi sejumlah Rp1.801.098.977.500 per tahun. Kota Tegal,

berdasarkan hasil analisis, juga berpotensi mengalami dampak sosial ekonomi sebesar Rp2.402.408.260.769 per tahun dengan jumlah terdampak sebanyak 22.944 orang (Tabel 6.2).

Tabel 6.2 Dampak Sosial Ekonomi di Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Jumlah Terdampak (Orang)	Dampak (Rp/tahun)	Deskripsi
1	Demak	325	56.478.750.000	Arad
2	Pati	35.627	10.970.494.266.823	Cantrang
3	Rembang	7.791	1.844.719.886.220	Cantrang
4	Batang	8.258	1.801.098.977.500	Cantrang
5	Tegal	22.944	2.402.408.260.769	Cantrang

Sumber: Kurniasari et al. (2016)

Pelarangan cantrang membuat masyarakat harus mencari alternatif penangkapan lainnya. Hal ini bagi sebagian nelayan, khususnya nelayan arad, sebenarnya tidak menjadi masalah besar mengingat mereka memiliki alat tangkap lain, yaitu bubu dan jaring udang. Namun, hasil tangkapan dengan alat tangkap lain akan berpengaruh terhadap jenis dan kuantitas ikan yang dibutuhkan oleh pihak UPI. Misalnya, kebutuhan pengolahan surimi akan bahan baku ikan menjadi tidak tercukupi karena pelarangan alat tangkap cantrang (Hikmayani et al., 2017). Oleh karena itu, mereka mendorong nelayan untuk menolak pelarangan cantrang.

Beberapa langkah yang bisa menjadi opsi, antara lain, alat tangkap cantrang tetap beroperasi, tetapi di luar WPP 712; alat tangkap yang dapat digunakan sebagai pengganti adalah *purse seine* dan untuk itu diperlukan pelatihan; cantrang tetap diizinkan untuk beroperasi disertai verifikasi terhadap API cantrang yang digunakan (sesuai dengan aturan alat tangkap, baik ukuran mata jaring maupun ukuran kapal); dan perpanjangan waktu penggunaan alat tangkap cantrang dilakukan sampai masa pelunasan pinjaman ke bank (2–3 tahun). Tambahan lagi, izin operasional API cantrang tetap diberikan untuk kapal ukuran <30 GT dan tidak diberikan lagi izin baru. Operasional alat tangkap >30 GT dialihkan ke WPP yang pemanfaatannya belum optimal.

Dampak lain pelarangan cantrang adalah kehilangan jaringan kerja dan keuangan antara pemilik dan penyedia kebutuhan kapal (Rachman, 2018). Nelayan juga kehilangan jaminan sosial pada saat tidak melaut sebagaimana biasa diperoleh. Selain itu, juga hilangnya jaringan pasokan dari pedagang pengumpul ke pengolah surimi. Berdasarkan studi Nababan et al. (2018), produktivitas pengolah hasil perikanan menurun sampai 62,5%. Terjadi pula perubahan pola hubungan kerja serta terhentinya fungsi TPI (khusus TPI cantrang). Dalam hal ini, proses pembangunan kembali jaringan sosial, dalam kaitannya juga dengan jaminan sosial, memerlukan waktu hampir satu tahun untuk dapat memantapkan relasi antarpihak yang berinteraksi dalam jaringan sosial yang terbentuk.

Merujuk pada kondisi di atas, perlu adanya insentif kepada nelayan/ABK untuk pemenuhan pangan mereka sehari-hari sebagaimana pernah dialami oleh para transmigran. Besaran insentif yang diberikan minimal Rp3.000.000,00 per bulan. Sama halnya juga dengan nelayan terdampak pelarangan cantrang yang kehilangan pendapatan dari alat tangkap cantrang. Nelayan yang sudah habis masa izinnya juga turut merugi karena tidak dapat memperpanjang izinnya sehingga tidak dapat beroperasi. Sementara itu, nelayan yang masih beroperasi harus sangat berhati-hati agar tidak tertangkap Angkatan Laut dan Polisi Air (Polair).

Pada kasus ini, secara prinsip, Angkatan Laut dan Polair menganggap bahwa Permen KP No. 2/PERMEN-KP/2015 tetap berlaku sehingga masyarakat nelayan yang menggunakan alat tangkap cantrang dianggap melanggar Permen KP tersebut. Pendapatan pengolahan surimi dan produk olahan lainnya berkurang dengan adanya pelarangan penggunaan cantrang. Sebanyak 3.468 orang pengolah, 19.281 orang nelayan, 189 orang nonnelayan (bakul), dan 6 orang penyedia sarana penangkapan kehilangan mata pencaharian. Hal ini telah diingatkan oleh Warren dan Steenbergen (2021) bahwa kegagalan rezim regulasi untuk mengendalikan penangkapan ikan berlebihan telah terbukti menjadi faktor utama penyebab keruntuhan ekonomi lokal.

F. Solusi dalam Dilema Perikanan Cantrang

Secara teknis, pemerintah perlu memberikan rekomendasi alat tangkap pengganti cantrang yang mempunyai kekuatan hukum positif. Beberapa opsi pengaturan operasional alat tangkap cantrang yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut.

1) Penggantian alat tangkap

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan (Puslitbangkan) 2016 merekomendasikan bahwa alat penangkapan ikan yang paling potensial sebagai pengganti cantrang, yaitu (a) jaring insang dasar (jaring milenium, jaring loang, jaring klitik), (b) jaring *trammel* (jaring tiga lapis), (c) bubu ikan, (d) pancing ulur, dan (e) pancing rawai dasar.

2) Penggunaan kapal cantrang

Kapal eks cantrang dapat digunakan untuk mengoperasikan alat penangkap ikan selain cantrang. Melihat desain dan konstruksinya, kapal eks cantrang dapat digunakan untuk mengoperasikan alat-alat penangkapan ikan lainnya, sesuai rekomendasi Puslitbangkan, dengan mengganti gardan yang sebelumnya sebagai pesawat bantu penarik tali cantrang. Apabila digunakan untuk mengoperasikan jaring insang dan jaring *trammel*, alat bantu penangkapan penggantinya adalah penarik jaring (*net hauler*). Namun, jika digunakan untuk mengoperasikan pancing ulur dan pancing rawai, kapal eks cantrang memerlukan penarik tali pancing (*line hauler*), sedangkan jika digunakan untuk mengoperasikan bubu ikan, tidak perlu dilakukan penggantian pesawat bantu karena tali bubu ikan dapat ditarik dengan gardan.

3) Pengaturan operasional peralatan penangkapan cantrang

Pengaturan operasional peralatan penangkapan cantrang yang dimaksud adalah memberikan izin operasional peralatan penangkapan cantrang berdasarkan GT kapal.

a) Kapal >30 GT, pemerintah perlu mewajibkan pemindahan penangkapan ikan ke perairan lepas pantai di atas 12 mil pada WPP yang relatif masih belum terlalu padat. Misalnya,

pada WPP 717, khususnya untuk penangkapan udang yang pemanfaatannya masih di bawah potensi lestari (Suhana, 2022). Langkah ini dilakukan bersama beberapa hal, yaitu (1) pertimbangan teknis dan lingkungan, (2) koordinasi dengan wilayah administrasi di WPP baru, (3) menetapkan kuota armada penangkapan ikan dan selektivitas peralatan penangkapan, (4) menyiapkan infrastruktur dan fasilitas pendaratan ikan, (5) pemerintah pusat harus tegas dalam penegakan hukum mulai dari pengawasan sampai dengan penindakan bagi yang terbukti melanggar, dan (6) memastikan pemasaran hasil tangkapan.

- b) Kapal 10–30 GT, pemerintah provinsi perlu menyusun ulang prosedur penangkapan ikan di wilayah 12 mil. Beberapa langkah yang perlu dilakukan adalah (1) menghentikan izin baru untuk peralatan penangkapan cantrang, (2) memperbesar ukuran jaring peralatan penangkapan cantrang, (3) mengawasi operasional cantrang dengan ketat, (4) membagi area penangkapan antara kapal 10–30 GT dan kapal <10 GT.
- c) Kapal <10 GT, pemerintah pusat perlu mengganti peralatan penangkapan yang tidak ramah lingkungan, seperti arad dan sejenisnya dengan peralatan penangkapan yang direkomendasikan. Meskipun demikian, pemerintah perlu memberikan periode transisi kepada para nelayan untuk beradaptasi dengan alat penangkapan baru terutama dari segi teknis. Sebagai contoh, di Tiongkok, penyelesaian masalah *trawl* (*bottom trawl*) dapat mendorong pemerintah beralih ke perikanan yang berkelanjutan melalui peningkatan investasi dalam program pengurangan kapasitas, perlindungan sumber daya perikanan, dan implementasi kebijakan (Zhang & Vincent, 2020). Solusi tersebut dapat diadopsi oleh negara lain yang mempunyai persoalan yang sama terkait dengan *trawl* termasuk Indonesia.

- 4) Penanggulangan dampak sosial ekonomi terhadap seluruh pelaku usaha terkena dampak

Penanggulangan dampak sosial ekonomi terhadap seluruh pelaku usaha yang terdampak perlu dilakukan mengingat struktur produksi perikanan tangkap memiliki kompleksitas jaringan sosial antarpelaku usaha atau aktor yang memiliki derajat dampak berbeda. Strategi yang dapat dilakukan adalah (1) menyusun rencana aksi dan program atau kegiatan penanggulangan dampak sosial ekonomi berdasarkan dimensi waktu dan derajat dampak dan (2) mendistribusikan tanggung jawab penanggulangan dampak sosial ekonomi kepada *stakeholder* pemerintah yang mempunyai tugas dan wewenang terkait.

G. Penutup

Alat tangkap cantrang yang selama ini beroperasi di Laut Jawa tidak terlepas dari diundangkannya Keppres Nomor 39 Tahun 1980 tentang Penghapusan Jaring Trawl yang melarang pengoperasian *trawl* di seluruh wilayah perairan Indonesia. Semenjak itu, modifikasi *trawl* banyak dilakukan yang intinya mengubah bagian utama, yaitu sayap, badan, dan kantong. Pengguna menyebar di sepanjang pantai utara Jawa (Kabupaten Lamongan, Rembang, Pati, Jepara (arad), Demak (arad), Batang, Tegal, Indramayu, Subang, Pekalongan). Cantrang merupakan salah satu hasil modifikasi *trawl* yang menjadi kontroversi akhir-akhir ini. Tingginya tekanan penangkapan tersebut terkait dengan terbatasnya luasan daerah penangkapan yang sesuai untuk pengoperasian cantrang. Lebih lanjut, nilai laju tangkap (*catch rate*) cantrang cenderung menurun dari tahun ke tahun.

Ada sepuluh kelompok pelaku usaha atau aktor berpotensi terkena dampak yang ada di lokasi penelitian. Kelompok pelaku usaha atau aktor tersebut adalah nelayan pemilik, nakhoda, nelayan ABK, pedagang pengumpul, pengolah/UPI, tenaga kerja UPI, tenaga kerja usaha lainnya, penyedia input dan jasa penunjang, TPI, serta perbankan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa pelaku usaha

nelayan pemilik di semua lokasi berada dalam kategori derajat dampak berat. Sementara itu, jika dilihat berdasarkan lokasi, Kabupaten Rembang, Pati, dan Batang merupakan lokasi yang diproyeksi terkena dampak lebih besar dibanding pelaku usaha perikanan di Kabupaten Demak dan Kota Tegal.

Pelarangan API cantrang dapat menyebabkan dampak sosial ekonomi yang terukur dari besaran kehilangan potensi pendapatan dari beberapa pelaku usaha. Derajat dampak pelarangan cantrang berbeda untuk setiap pelaku usaha yang terkena dampak. Nelayan pemilik di semua lokasi penelitian berada dalam kategori terdampak berat. ABK dan nakhoda berada pada kategori sedang, sedangkan pelaku pengolahan ikan/UPI berada pada rentang derajat dampak sedang hingga berat.

Dalam rangka mempertahankan keberlanjutan mata pencarian, ada tiga hal yang perlu dipertimbangkan untuk dilakukan, yaitu pertama, mengganti alat tangkap cantrang dengan alat tangkap ikan yang lebih ramah lingkungan, misalnya jaring insang dasar (jaring milenium, jaring loang, jaring klitik), jaring trammel (jaring tiga lapis), bubu ikan, pancing ulur, dan pancing rawai dasar; kedua, memodifikasi eks kapal cantrang dengan mengubah fungsi gardan atau penarik yang disesuaikan dengan fungsi alat tangkap ikan penggantinya; dan ketiga, melakukan pengaturan operasional alat tangkap cantrang sesuai dengan ukuran kapal. Namun, pemerintah juga perlu menyediakan pelatihan terhadap penggunaan alat tangkap baru sebagai proses transisi dari alat tangkap yang lama menjadi alat tangkap yang baru.

Referensi

Asnawi, A. (2022, 29 Juli). *Polemik cantrang: Nelayan Pantura enggan berganti alat tangkap (3)*. Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2022/07/29/polemik-cantrang-nelayan-pantura-enggan-berganti-alat-tangkap-3/>

- Atmaja, S. B., & Nugroho, D. (2011). Impact of the increasing catchability coefficient of the large purse seiner to the depletion of the small pelagic fish biomass in the Java Sea. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 17(1), 13–19. <http://dx.doi.org/10.15578/ifrj.17.1.2011.13-20>
- Atmaja, S. B., & Nugroho, D. (2012). Distribusi spasial upaya penangkapan kapal cantrang dan permasalahannya di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 18(4), 233–241. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi/article/view/945/884>
- Badrudin, Aisyah, & Ernawati, T. (2011). Kelimpahan stok sumber daya ikan demersal di perairan sub area Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 17(1), 11–21. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi/article/viewFile/1078/1008>
- Bailey, C. (1997). Lessons from Indonesia's 1980 trawler ban. *Marine Policy*, 21(3), 225–235. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(97\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(97)00003-1)
- Beaudry, J. S., & Miller, L. (2016). *Research literacy: A primer for understanding and using research*. Guilford Publications.
- BBPI. (2016). *Spesifikasi cantrang (dimensi dan komponen)* [Powerpoint salindia tidak diterbitkan].
- Duadji, N., & Tresiana, N. (2021). Cantrang and environment protection: Policy analysis of handling the risk of implementation of the Ban in Lampung Bay. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science* (739, 1, 1–7). <http://dx.doi.org/10.1088/17551315/739/1/012033>
- Ernawati, T., & Sumiono, B. (2009). Fluktuasi bulanan hasil tangkapan cantrang yang berbasis di pelabuhan perikanan Pantai Tegal Sari, Kota Tegal. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 15(1), 69–77. <https://doi.org/10.15578/jppi.15.1.2009.69-77>
- Ernawati, T., Nurulludin, & Atmadja, S. B. (2011). Produktivitas, komposisi hasil tangkapan dan daerah penangkapan jaring cantrang yang berbasis di PPP Tegalsari, Tegal. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 17(3), 193–200. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.17.3.2011.193-200>

- Fajar, T. (2021, 22 Januari). *KKP catat jumlah kapal cantrang di Indonesia capai 6.800*. Inews.id. <https://www.inews.id/finance/makro/kkp-catat-jumlah-kapal-cantrang-di-indonesia-capai-6800>
- Hanya 18–40 persen tangkapan cantrang bernilai ekonomis. (2019, 29 Maret). *Darilaut.id*. <https://darilaut.id/kajian/hanya-18-40-persen-tangkapan-cantrang-bernilai-ekonomis>
- Hasbullah. (2019). Dampak implementasi kebijakan Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan No. 2 Tahun 2015 (Larangan penggunaan penangkapan ikan puket hela dan puket tarik di wilayah perikanan Republik Indonesia. *Jurnal Yustitia*, 20(1), 67–82. <http://dx.doi.org/10.53712/yustitia.v20i1.564>
- Hikmayani, Y., Aprilliani, T., & Adi, T. R. (2017). Alternatif solusi bagi keberlanjutan industri surimi di Indonesia. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 3(1), 39–50. <https://doi.org/10.15578/marina.v3i1.6100>
- Instruksi Presiden Nomor 11 Tahun 1982 tentang Pelaksanaan Keputusan Presiden Nomor 39 Tahun 1980. (1982). <https://peraturan.go.id/files/ips11-1982.pdf>
- Johnson, L. J., & Lamontagne, M. J. (1993). Research methods using content analysis to examine the verbal or written communication of stakeholders within early intervention. *Journal of Early Intervention*, 17(1). <https://doi.org/10.1177/105381519301700108>.
- Kasim, K., Nugroho, D., Muawanah, U., Triharyuni, S., & Samusamu, A. S. (2021). Does cantrang trawl fishing become more efficient after the partial trawl ban? A case study of technical efficiency of cantrang fishery in the Java Sea-Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 322, Artikel 03005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132203005>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP 06/MEN/2010 tentang Alat Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2019). <https://pk2pm.files.wordpress.com/2010/01/kep-06-men-2010-alat-penangkapan-ikan-di-wpp-ri.pdf>

- Keputusan Presiden (Kepres) Nomor 39 Tahun 1980 tentang Penghapusan Jaring *Trawl*. (1980). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/67018/keppres-no-39-tahun-1980>
- Kurniasari, N., Nasution, Z., Adi, T. R., Koeshendrajana, S., Desfamita, A., Suryawati, S. H., Zamroni, A., Apriliani, T., Saptanto. S., Kurniawan, T., Mulyawan, I., Nurhayati, S., Yuliati, C., & Priyatna, F. N. (2016). *Kajian dampak sosial ekonomi pelarangan pengoperasian alat penangkapan ikan (API) cantrang di wilayah Propinsi Jawa Tengah*. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. http://perpustakaan.kkp.go.id/union/index.php?p=show_detail&id=48163
- Mursyidah, I., & Widodo, S. K. (2021). Dilema pelarangan cantrang: Konflik masyarakat nelayan di Kabupaten Rembang, 1996–2015. *Historiografi*, 2(2), 163–170. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/historiografi/article/view/37671>
- Nababan, B. A., Solihin, A., & Christian, Y. (2018). *Dampak sosial ekonomi kebijakan larangan pukot hela dan pukot tarik di pantai Utara Jawa*. Indonesia Marine Fellows Program-MFP. https://www.conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/MFP_Trawl_Ban_Java_Bahasa_Optimized.pdf
- Novaldi. (2017, 5 Juni). *Kenali cantrang, alat tangkap ikan yang dilarang*. Kominfo. https://www.kominfo.go.id/content/detail/9790/kenali-cantrang-alat-tangkap-ikan-yang-dilarang/0/sorotan_media
- Nurfitriana, N., Saputra, A., & Mukani. (2022). Perikanan cantrang di Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 16(1), 79–94. <https://doi.org/10.33378/jppik.v16i1.253>
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan (Puslitbangkan). (2016). *Kajian perikanan cantrang dan alternatif alat penangkapan ikan pengganti*.
- Peraturan Daerah (Perda) Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2005 tentang Perizinan Usaha Perikanan. (2005). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/225119/perda-prov-jawa-tengah-no-3-tahun-2005>

- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 2/PERMEN-KP/2015 Tahun 2015 tentang Larangan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Pukat Hela (*Trawls*) dan Pukat Tarik (*Seine nets*) di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2015). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/158420/permen-kkp-no-2permen-kp2015-tahun-2015>.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 59/PERMEN-KP/2020 Tahun 2020 tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Alat Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas. (2020). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/159488/permen-kkp-no-59permen-kp2020-tahun-2020>
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia dan Laut Lepas serta Penataan Andon Penangkapan Ikan. (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/190258/permen-kkp-no-18-tahun-2021>
- Rahma. (2018, 10 Januari). *Mengenal cantrang, alat penangkap ikan yang diributkan itu*. Tempo.co. <https://bisnis.tempo.co/read/1048914/mengenal-cantrang-alat-penangkap-ikan-yang-diributkan-itu>
- Rachman, F. F. (2018). *BPK: Larangan cantrang bisa ganggu ekonomi sektor perikanan*. detikfinance. <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-3951590/bpk-larangan-cantrang-bisa-ganggu-ekonomi-sektor-perikanan>
- Rekomendasi Ombudsman Republik Indonesia Nomor 0006/REK/0201.2015/PBP-24/VI/2015. (2015). https://ombudsman.go.id/produk/lihat/560/SUB_IM_5ff69f858b039_file_20210112_160605.pdf
- Savini, F., Majoor, S., & Salet, W. (2014). Dilemmas of planning: Intervention, regulation, and investment. *Planning Theory*, 14(3), 296–315. <https://doi.org/10.1177/1473095214531430>

- Suhana. (2022, April, 8). *Tingkat pemanfaatan ikan di WPPNRI dominan fully dan over exploited*. Literasi Ekonomi Kelautan. <https://suhana.web.id/2022/04/08/tingkat-pemanfaatan-ikan-di-wppnri-dominan-fully-dan-over-exploited/>
- Suman, A., Satria, F., Nugraha, B., Priatna, A., Amri, K., & Mahiswara. (2018). Status stok sumber daya ikan tahun 2016 di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) dan alternatif pengelolaannya. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10(2), 107–128. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpi>
- Surat Edaran Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 72/MEN-KP/II/2016 tentang Pembatasan Penggunaan Alat Penangkapan Ikan Cantrang di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2016).
- Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perikanan Nomor IK.340/DJ.10106/97 tentang Petunjuk Pelaksanaan SK Mentan No. 503/1980. (1980).
- Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 503/Kpts/Um/7/80 tentang Langkah-langkah Pelaksanaan Penghapusan Jaring Trawl Tahap Pertama. (1980).
- Surat Keputusan Menteri Pertanian (SK Mentan) No. 769/Kpts/HK/210/1988 tentang Penggunaan Jaring Lampara Dasar (1988).
- Undang-Undang (UU) Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan. (2004). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/40763/uu-no-31-tahun-2004>
- Undang-Undang (UU) Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan. (2009). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38790/uu-no-45-tahun-2009>
- Wardani, K. D. K., & Zainuri, M. (2023). Komposisi hasil tangkapan dari modifikasi cantrang di perairan Branta Kecamatan Tlanakan Kabupaten Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 3(4), 118–124. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i4.17510>

- Warren, C., & Steenbergen, D. J. (2021). Fisheries decline, local livelihoods and conflicted governance: An Indonesian case. *Ocean & Coastal Management*, 202(1), Artikel 105498. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105498>
- Zhang, X., & Vincent, A. C. J. (2020). China's policies on bottom trawl fisheries over seven decades (1949–2018). *Marine Policy*, 122, Artikel 104256. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104256>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAGIAN 2

Rezim Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 7

Implikasi *Upwelling* terhadap Produktivitas Perikanan Laut di Indonesia dan Upaya Konservasinya

Augy Syahailatua, Sam Wouthuyzen

A. Kondisi Lingkungan Laut Menentukan Kehidupan Ikan

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan luas wilayah laut yang dominan. Diperkirakan 70% dari luas wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia adalah lautan yang memiliki potensi sumber daya hayati dan nonhayati yang melimpah. Sebagian dari sumber daya laut tersebut telah dimanfaatkan bagi kesejahteraan masyarakat dan bangsa Indonesia, tetapi masih banyak sumber daya laut yang belum digarap secara optimal, bahkan kemungkinan besar belum diketahui, terutama di wilayah laut yang dalam (lebih dari 200 m). Dengan demikian, sumber daya laut di Indonesia masih merupakan salah satu aset penting bagi masa depan bangsa.

A. Syahailatua* & S. Wouthuyzen

*Badan Riset dan Inovasi Nasional, *e-mail*: augy001@brin.go.id

© 2023 Editor & Penulis

Syahailatua, A., & Wouthuyzen, S. (2023). Implikasi *upwelling* terhadap produktivitas perikanan laut di Indonesia dan upaya konservasinya. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (221–266). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c758 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

Sumber daya ikan laut merupakan salah satu potensi ekonomi kelautan yang penting (Suman et al., 2016) dan telah dimanfaatkan oleh bangsa Indonesia. Cadangan stok perikanan pernah mencapai 7,7 juta ton pada tahun 1990, kemudian pada tahun 1995 menjadi 3,67 juta ton, dan pada tahun 2013 adalah sebesar 6,5 juta ton (Kementerian PPN, 2013). Pada tahun 2017, informasi tentang stok ikan direvisi dan kemudian pada tahun 2022, Kementerian Kelautan dan Perikanan kembali merevisi data estimasi potensi ikan, dengan jumlah total 12,01 juta ton per tahun yang tersebar di sebelas Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) sebesar 8,6 juta ton per tahun yang tingkat eksploitasinya berbeda-beda di setiap WPP (Kepmen KP No. 19, 2022). Ada kecenderungan kondisi tangkap lebih (*overexploited*) yang dihadapi oleh usaha perikanan di Indonesia dan hal ini serupa dengan kondisi usaha perikanan secara global (FAO, 2014). Hasil analisis juga menyatakan stok sumber daya ikan tuna dan cakalang mengalami penurunan sebesar 2.828 ton per tahun selama periode 1992–2015, dengan nilai potensi kerugian atau kehilangan akibat penurunan stok mencapai 131,89 miliar rupiah per tahun (Firdaus et al., 2018). Di samping itu, pernah dicatat pada tahun 2014 bahwa ada indikasi penurunan produk olahan hasil perikanan yang pada tahun 2008 sebesar 40% dari produk perikanan nasional, menjadi hanya 20%–30% pada tahun 2013 (Kiara, 2014). Umumnya, kecenderungan penurunan produk hasil perikanan terjadi secara global maupun nasional dan untuk itu perlu adanya upaya yang lebih serius dalam pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan.

Ikan laut merupakan salah satu sumber daya alam yang penting terutama sebagai sumber protein hewani bagi masyarakat Indonesia. Berdasarkan informasi dari Fishbase, sebuah basis data daring spesies ikan secara global, di perairan Indonesia tercatat ada 4.715 jenis ikan dan 3.590 jenis hidup di laut (Froese & Pauly, 2022). Namun, jumlah jenis ikan yang biasanya dikonsumsi tercatat hanya 703 spesies. Ini berarti, hanya 14,9% dari jumlah total jenis ikan di Indonesia yang secara implisit perlu mendapat perhatian secara khusus.

Perhatian khusus perlu diberikan agar sumber daya ikan-ikan ini dapat dimanfaatkan secara bijaksana sesuai dengan kaidah-kaidah pemanfaatan yang berkelanjutan.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kelautan, telah diketahui bahwa proses-proses biologi ikan (reproduksi, pertumbuhan, pola makan, dan ruaya) sangat berhubungan erat dengan kondisi lingkungan di mana ikan tersebut hidup. Perlu ditambahkan bahwa kondisi lingkungan laut sangat ditentukan oleh berbagai dinamika laut yang terjadi terutama posisi matahari terhadap permukaan bumi yang memicu terjadinya perubahan pergerakan angin dan perubahan musim. Dengan demikian, lingkungan laut memiliki peranan penting dalam menentukan kelangsungan hidup dari ikan laut dan pada akhirnya menentukan stok perikanan.

Bab ini akan fokus membahas fenomena *upwelling*, yakni salah satu kondisi lingkungan laut yang turut menentukan keberlangsungan hidup awal dari ikan pada fase larva dan juvenil sehingga fenomena ini mesti menjadi salah satu fokus riset kelautan yang terkait dengan konservasi sumber daya ikan (Syahailatua, 2022). Observasi fenomena *upwelling* dapat dipelajari dengan melakukan pengukuran suhu laut, salinitas, dan produktivitas perairan terutama nitrogen dan fosfat (Ilahude, 1970; Wyrcki, 1958). Beberapa lokasi kejadian *upwelling* di Indonesia telah diketahui dengan baik, seperti di Laut Banda, Laut Arafura, Selat Makassar, dan selatan Jawa (Nontji, 1987; Susanto et al., 2001).

B. Kondisi Oseanografi Perairan Indonesia

Wilayah Indonesia yang terletak pada zona khatulistiwa cenderung memiliki kondisi oseanografi yang lebih stabil dengan sedikit variasi dibandingkan wilayah yang berada di lintang tinggi atau daerah bermusim sedang dan dingin. Umumnya, dua pola angin utama yang memengaruhi kondisi oseanografi di Indonesia, yaitu angin musim timur (*east monsoon*) dan angin musim barat (*west monsoon*)

yang kemudian lebih dikenal dengan musim timur dan musim barat (Nontji, 1987). Saat musim timur, angin berembus lebih banyak dari wilayah Indonesia bagian timur ke arah barat. Hal ini diakibatkan terjadinya tekanan tinggi di Benua Australia dan sebaliknya tekanan rendah di Benua Asia. Sementara pada musim barat terjadi sebaliknya, dimana angin berembus dari arah barat ke timur sebagai akibat dari tekanan tinggi di Benua Asia dan tekanan rendah di benua Australia. Musim timur terjadi pada bulan Juni–Agustus, sedangkan musim barat pada bulan Desember–Februari. Pada bulan Maret–Mei, dan September–November, masing-masing disebut sebagai musim peralihan atau dikenal juga dengan istilah pancaroba. Kecepatan angin di wilayah Indonesia rata-rata adalah 2,5–3.5 m/detik (Nontji, 1987).

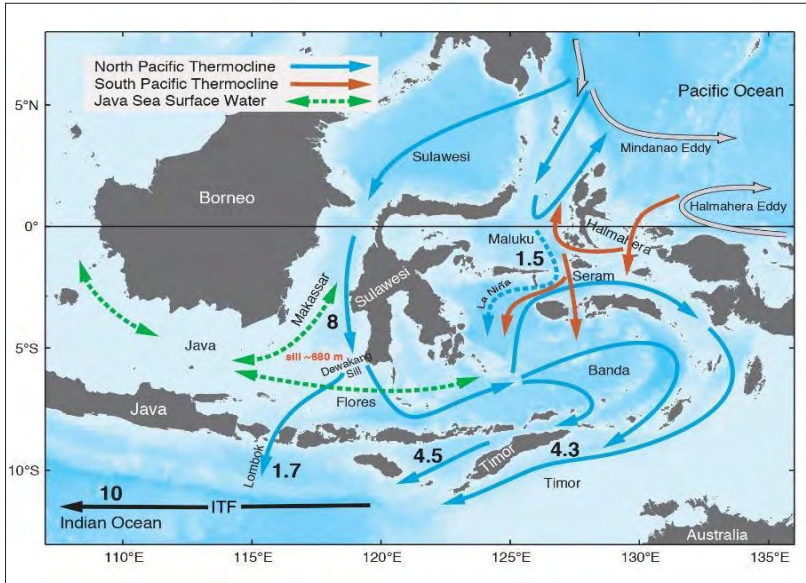
Arah angin yang berembus silih berganti setiap tiga bulan di wilayah Indonesia mengakibatkan pola arus laut, terutama di permukaan laut, juga mengalami perubahan arah dan kecepatannya. Akibatnya, kondisi oseanografi di perairan Indonesia sangat dipengaruhi oleh pola arus yang terjadi pada musim timur dan musim barat. Sebagaimana arah angin yang terjadi selama kedua musim tersebut, arus laut juga menunjukkan pola yang searah dengan arah angin. Oleh karena itu, pada musim timur arus laut bergerak dari timur atau tenggara ke barat Indonesia, sedangkan di musim barat, arus bergerak dari barat ke timur Indonesia (Ilahude, 1970, 1978; Nontji, 1987; Wyrтки, 1958, 1961).

Suhu dan salinitas di perairan Indonesia merupakan dua faktor oseanografi yang paling sering diamati dalam berbagai penelitian laut. Kedua faktor ini dapat memberikan indikasi sumber massa air laut yang berada di suatu perairan. Suhu air laut sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang diterima oleh permukaan laut, sedangkan salinitas lebih dipengaruhi oleh aliran air tawar yang masuk ke laut. Biasanya di musim penghujan, kondisi suhu dan salinitas agak menurun dari kondisi normal. Sebaliknya, di musim panas, suhu dan salinitas agak meningkat. Suhu permukaan laut di wilayah Indonesia berkisar antara 28–31°C, tetapi pada saat kejadian tertentu, seperti

upwelling, suhu permukaan dapat turun menjadi 25°C (Nontji, 1987; Wyrтки, 1958, 1961). Suhu akan menurun sesuai dengan stratifikasi kedalaman dan secara umum pada kedalaman lebih dari 1000 m, suhu air laut biasanya kurang dari 5°C. Sementara itu, salinitas di perairan Indonesia, rata-rata berkisar antara 30‰–34‰ dan sangat bervariasi antara satu wilayah dan wilayah lain. Sebagai contoh, rata-rata salinitas di Selat Malaka adalah 30‰, sedangkan di Laut Banda adalah 34‰ (Nontji, 1987).

Sejak dekade 90-an, peneliti kelautan banyak melakukan observasi laut terkait dengan *Arus Lintas Indonesia* atau dikenal dengan sebutan arlindo, atau sering disebut dalam bahasa Inggris *Indonesian throughflow* (ITF). Sampai saat ini, arlindo masih terus dikaji, dan sudah banyak publikasi ilmiah yang mengungkapkan secara detail tentang arlindo (Gordon, 2005; Gordon & Fine, 1996; Gordon et al., 1999; Gordon et al., 2003; Gordon et al., 2008). Arus ini tergolong sebagai arus perairan dalam yang bergerak dari Samudra Pasifik melewati perairan Indonesia menuju Samudra Hindia (Gambar 7.1). Kecepatannya diperkirakan sebesar 8–14 Sv (Gordon, 2005) dan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer terutama fenomena El Niño dan La Niña. Tambahan lagi, hasil riset mengenai pengaruh El Niño dan La Niña terhadap perikanan pelagis di Laut Jawa menunjukkan bahwa pada periode La Niña, musim penangkapan ikan pelagis lebih panjang dibandingkan saat periode El Niño (Kasim et al., 2011).

Pada saat fenomena El Niño, kecepatan arlindo agak melemah, sedangkan pada saat La Niña, kecepatannya lebih menguat (Gordon, 2005). Selanjutnya, arlindo juga berperan penting di beberapa lokasi utama *upwelling* di Indonesia karena lokasi-lokasi tersebut berada pada lintasan arlindo, seperti Laut Maluku, Laut Banda, Laut Arafura dan Laut Flores. Namun, belum banyak diungkapkan secara detail bagaimana dampak dari arlindo dan fenomena *upwelling* bagi pengayaan unsur hara di perairan-perairan tersebut dan implikasinya bagi perikanan.



Keterangan: Massa air dari Pasifik utara (biru), Pasifik selatan (merah), dan Laut Jawa (hijau). Angka menunjukkan jumlah massa air yang dipindahkan per detik dalam Sv ($1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3/\text{detik}$).

Sumber: Gordon (2005)

Gambar 7.1 Peta Arus Lintas Indonesia (Arlindo)

C. Fenomena *Upwelling*

Rotasi dan evolusi bumi mengakibatkan perubahan posisi permukaan bumi terhadap matahari. Situasi ini mengakibatkan suhu di permukaan bumi berubah-ubah sesuai dengan potensi dan lama radiasi matahari yang diterima. Perubahan suhu permukaan bumi mengakibatkan perubahan suhu udara dan mendorong terjadinya pergerakan udara. Selanjutnya, pergerakan udara yang lazimnya disebut angin mengakibatkan pergerakan massa air laut atau yang dikenal dengan istilah arus laut.

Di Indonesia, pergerakan arus laut ada yang bersifat horizontal, seperti arlindo, tetapi ada juga pergerakan arus yang bersifat vertikal, yaitu yang dikenal dengan istilah *upwelling* (taikan massa air) atau

downwelling (penenggelaman massa air). Arus yang bersifat horizontal maupun vertikal sangat memengaruhi kehidupan organisme di laut, termasuk sumber daya ikan. Migrasi ikan laut sangat dipengaruhi oleh pola arus laut karena hal ini juga berhubungan erat dengan distribusi dan kelimpahan pakan alamiah bagi ikan-ikan di laut. Dengan demikian, pengetahuan tentang peranan faktor oseanografi, seperti arus di laut bagi kelangsungan kehidupan ikan, menjadi sangat penting untuk diketahui dan dipahami.

Penaikan massa air atau taikan air atau yang lebih dikenal dengan istilah *upwelling* terjadi di laut ketika massa air berpindah dari lapisan jeluk (dalam) ke bagian permukaan. Pada mekanisme *upwelling*, massa air laut membawa serta suhu air laut yang agak dingin dan juga unsur-unsur hara yang terkandung pada dasar perairan dan kolom air laut tersebut (Largier, 2020; Mann & Lazier, 1996; Sverdrup et al., 1970). Akibatnya lokasi *upwelling* akan memiliki suhu permukaan yang relatif lebih rendah dari suhu permukaan air laut secara umum, tetapi mengandung konsentrasi unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan lokasi di sekitarnya, menjadikan daerah ini memiliki tingkat produktivitas perairan yang tinggi (Mann & Lazier, 1996; Sverdrup et al., 1970).

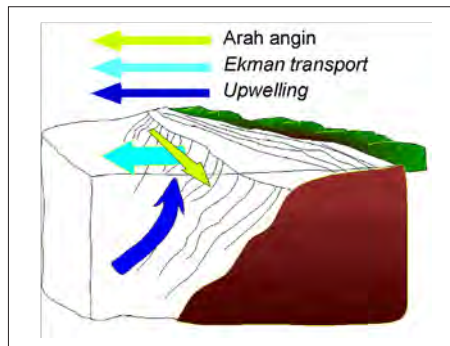
Upwelling dapat terjadi dengan beberapa mekanisme (Barnes & Hughes, 1988), sebagai berikut.

- 1) Apabila arus di dekat dasar laut bergerak cepat dan melewati rintangan akibat perbedaan kontur dasar laut, massa air akan terdorong ke permukaan laut.
- 2) Apabila terjadi pergerakan dua massa air laut secara berdampingan di wilayah Khatulistiwa—akibat gaya Coriolis, massa air laut di utara Khatulistiwa akan bergerak ke arah utara dan massa air di sebelah selatan Khatulistiwa akan bergerak ke arah selatan—kekosongan kolom air laut di permukaan akan diisi oleh air laut dari bagian bawah.
- 3) Apabila terjadi pergerakan air laut yang menjauhi daerah pantai, air laut di bagian bawah akan mengisi bagian permukaan yang kosong.

Sementara itu, apabila dilihat dari periode dan proses kejadiannya, ada tiga jenis *upwelling*, yaitu

- 1) periode tetap, yang terjadi sepanjang tahun dengan intensitas yang bervariasi, contohnya di perairan lepas pantai Peru (Amerika Selatan);
- 2) periode semusim (berkala), yang terjadi hanya pada musim tertentu, contohnya di selatan Jawa; dan
- 3) periode silih berganti (*alternating*), terjadi karena penaikan air (*upwelling*) pada musim timur (*east monsoon*) disusul oleh penenggelaman air permukaan (*downwelling*) pada musim barat (*west moonson*), contohnya di Laut Banda (Nontji, 1987).

Dengan demikian, kecepatan arus laut dan kondisi topografi dasar laut turut menentukan proses terjadinya *upwelling*, tetapi angin merupakan faktor utama penyebab terjadinya *upwelling* (Gambar 7.2).



Sumber: National Oceanographic (2017)

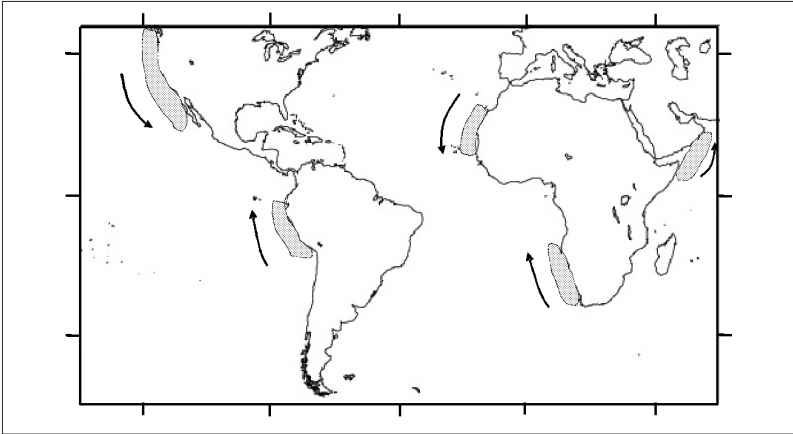
Gambar 7.2. Ilustrasi Mekanisme *Upwelling* yang Terjadi di Wilayah Pesisir Umumnya Ditentukan oleh Kecepatan dan Arah Angin serta *Ekman Transport*

Tingginya konsentrasi unsur hara di lokasi *upwelling*, terutama nitrat dan fosfat, dan laju fotosintesis yang bersumber dari sinar matahari menjadikan daerah *upwelling* sangat subur. Beberapa

penelitian memperkirakan peningkatan kesuburan perairan saat kejadian *upwelling* dapat mencapai sepuluh kali lipat dari kondisi normal (Mann & Lazier, 1996). Biasanya, kesuburan perairan tersebut turut memicu pertumbuhan fitoplankton (Chavez & Smith, 1994; Hallegraeff & Jeffrey, 1993) dan kelimpahan zooplankton (Hutchings et al., 1994). Secara umum, respons fitoplankton terhadap unsur hara terjadi lebih cepat dibandingkan dengan zooplankton (Hutchings et al., 1994; Mann & Lazier, 1996). Di samping itu, laju pertumbuhan *nauplii* menjadi kopepoda lebih cepat pada wilayah yang lebih hangat pada daerah lintang rendah dibandingkan wilayah yang lebih dingin di lintang tinggi (Steidinger & Walker, 1984). Perlu juga dicatat bahwa pertumbuhan cepat fitoplankton di lokasi *upwelling* dapat terjadi dalam 6–12 hari (Hutchings et al., 1994), sedangkan pertumbuhan *nauplii* atau *copepodites* menjadi dewasa pada suhu air laut antara 11–18°C dapat terjadi dalam 14–40 hari (Hutchings et al., 1994; Mann & Lazier, 1996).

Beberapa lokasi *upwelling* utama di dunia (Gambar 7.3) telah memiliki informasi yang lengkap karena sejak beberapa dekade lalu telah menjadi perhatian para ahli kelautan untuk riset-riset yang terkait dengan tingkat produktivitas perairan dan perikanan. Adapun lokasi-lokasi tersebut meliputi wilayah lepas pantai barat Amerika, dengan sistem arus California; lepas pantai semenanjung Iberia dan Afrika barat daya, dengan sistem arus Canary; pantai barat Afrika Selatan, dengan sistem arus Benguela; pantai barat Amerika Selatan, dengan sistem arus Peru; dan Samudra Hindia bagian barat, dengan sistem arus Somali (Mann & Lazier, 1996; Largier, 2020).

Pada semua lokasi utama ini, kejadian *upwelling* cenderung terjadi dengan frekuensi yang tinggi pada musim semi–panas dan merupakan daerah penangkapan ikan yang potensial. Perairan lepas pantai California (Amerika Serikat) merupakan daerah penangkapan *Sardinops* yang baik (Rykaczewski & Chekley Jr., 2008), begitu juga dengan lepas pantai Peru yang merupakan daerah penangkapan *anchovy*. Sementara itu, di pantai barat Afrika, jenis *Sardinella* spp. merupakan jenis ikan yang sangat dominan tertangkap (Mann &



Keterangan: → = arah angin

Sumber: Mann dan Lazier (1996)

Gambar 7.3 Lokasi Utama *Upwelling* yang Sering Mendapat Perhatian Para Peneliti Oseanografi di Dunia

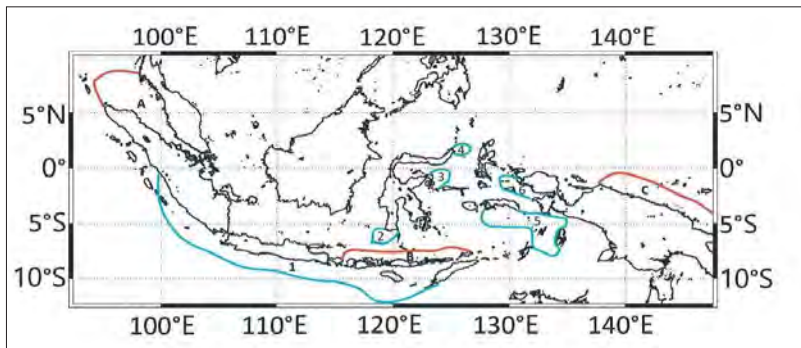
Lazier, 1996). Kelimpahan ikan-ikan pelagis kecil ini sangat berguna untuk mendukung industri perikanan karena umumnya jenis-jenis ikan tersebut dipergunakan untuk bahan baku tepung ikan, suplemen untuk pakan ternak, dan ikan umpan dalam perikanan tuna dan cakalang.

D. *Upwelling* di Indonesia

Fenomena *upwelling* di Indonesia pertama kali dilaporkan oleh Dr. Klaus Wyrтки di Laut Banda (Wyrтки, 1958), kemudian dilaporkan terjadi di Selat Makassar oleh P.Ch. Veen berdasarkan data suhu dan salinitas (Nontji, 1987), dan juga di Laut Arafura (Rochford, 1962). Umumnya, *upwelling* terjadi di Indonesia pada musim timur (*east monsoon*), di mana angin bertiup dari arah timur/tenggara ke barat/barat laut Indonesia. Fenomena ini terekam dengan intensitas yang cukup tinggi di Indonesia pada bulan Mei sampai dengan September. Namun, sebenarnya *upwelling* juga terjadi di saat musim barat (*west*

monsoon) di mana angin bertiup dari arah barat/barat laut ke arah timur/tenggara Indonesia (Wirasatriya et al., 2021).

Walaupun sudah diketahui sejak awal tahun 1960-an, *upwelling* baru mulai diobservasi secara lebih baik pada akhir dekade 60-an, yaitu dalam rangka pelaksanaan Program Pembangunan Lima Tahun Tahap I s/d VI. Dr. A.G. Ilahude dan rekan-rekan peneliti dari Lembaga Oseanologi Nasional (sekarang Pusat Riset Oseanografi BRIN) melaksanakan program penelitian oseanografi dengan memberikan perhatian khusus pada proses dan mekanisme *upwelling*. Parameter oseanografi yang diobservasi tidak hanya suhu dan salinitas air laut, tetapi juga diperluas dengan aspek kimia dan biologi khususnya konsentrasi fosfat, nitrat, silikat, kadar klorofil, serta kelimpahan fitoplankton dan zooplankton. Selanjutnya, pada pelaksanaan ekspedisi Snellius II (1984–1985) dan ekspedisi Arlindo Circulation (1993–1994), pengamatan *upwelling* diperluas lagi dengan parameter kelimpahan ikan pelagis yang dideteksi dengan menggunakan *acoustic fish finder*. Hasilnya menunjukkan bahwa *upwelling* tidak hanya terjadi di Laut Banda, Selat Makassar, dan perairan selatan Jawa, tetapi ada indikasi *upwelling* juga terjadi di Laut

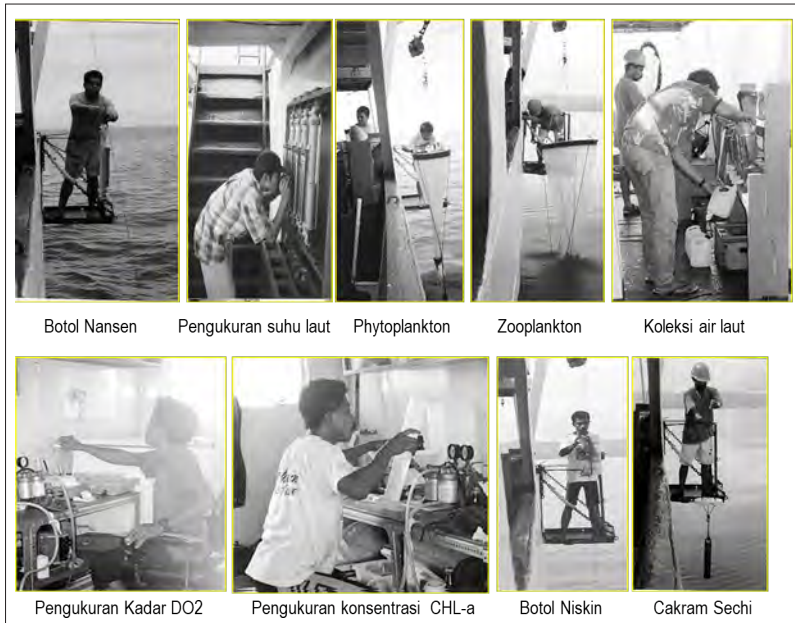


Keterangan: Biru: Angin monsun timur/tenggara; Merah: Angin monsun barat/barat daya
Sumber: Nontji (1987), Wirasatriya et al. (2021)

Gambar 7.4 Lokasi *Upwelling* di Perairan Indonesia yang Terjadi karena Pengaruh Angin

Seram, Laut Halmahera, Laut Maluku, Laut Arafura, dan perairan utara Papua (Gambar 7.4). Selanjutnya, beberapa peneliti kelautan juga menyatakan bahwa *upwelling* terjadi pada saat musim barat (*west monsoon*), tetapi intensitasnya tidak sekuat *upwelling* pada musim timur/tenggara (Wirasatriya et al., 2021).

Sebagaimana telah diketahui, fenomena *upwelling* menaikkan massa air dari perairan dalam yang memiliki ciri suhu rendah, salinitas tinggi, kadar oksigen terlarut rendah, unsur hara (nutrien)



Keterangan: Botol Nansen dipasang termometer untuk mendapatkan pembacaan suhu di berbagai kedalaman di laut, botol Niskin digunakan untuk koleksi sampel air, jaring untuk mengambil sampel fitoplankton dan zooplankton, dan cakram Secchi digunakan untuk mengukur kecerahan perairan.

Foto: Dokumentasi Lembaga Oseanologi Nusantara LIPI (1990)

Gambar 7.5 Survei “klasik” oseanografi dengan peralatan sederhana untuk mempelajari fenomena *upwelling* di Laut Banda dan Laut Seram tahun 1996–1997 menggunakan Kapal Riset Rd. Soerjaatmadja milik Lembaga Oseanologi Nasional LIPI, Stasiun Penelitian Ambon.

tinggi ke lapisan permukaan perairan (Era et al., 2012; Susanto et al., 2001; Wouthuyzen et al., 2020). Oleh karena itu, indikator *upwelling* dapat ditandai dengan rendahnya suhu permukaan laut (*sea surface temperature*, SST), tingginya salinitas permukaan laut (*sea surface salinity*, SSS), rendahnya kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO), tingginya nutrisi (nitrat dan fosfat), serta diikuti tingginya konsentrasi klorofil-a (CHL-a) pada lapisan permukaan laut dibanding dengan kondisi perairan di sekitarnya. Indikator terjadinya fenomena *upwelling* dapat ditunjukkan melalui hasil pengukuran beberapa parameter oseanografi fisika dan kimia yang diperoleh dengan menggunakan metodologi klasik (penggunaan peralatan pengukuran yang sederhana, seperti botol Nansen, pada Tabel 7.1 dan Gambar 7.5). Belakangan ini, parameter seperti SST dan konsentrasi CHL-a pada lapisan permukaan laut merupakan parameter yang dapat dipantau dengan sangat mudah melalui teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) seperti pada Gambar 7.6.

Selain metode survei klasik, tiga parameter oseanografi untuk seluruh perairan Indonesia yang diperoleh dari data citra satelit TERRA MODIS dengan resolusi spasial 4 km dapat menunjukkan pola sebaran suhu, salinitas permukaan, serta konsentrasi klorofil-a (Gambar 7.6). Data ini dapat diunduh secara cuma-cuma dari website NASA (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>). Parameter tersebut adalah konsentrasi klorofil-a (panel kiri A, B, C dan D), SST (panel tengah, E, F, G dan H), dan SSS (panel kanan, I, J, K dan L). Parameter SSS dipetakan menggunakan data *absorption due to gelbstof and detrital material* pada panjang gelombang 443 nm (nanometer; ADG 443) atau dikenal sebagai *color dissolve organic matter* (CDOM) yang dapat digunakan sebagai *proxy* untuk menduga SSS.

$$SSS = -3785911.089 \cdot X^5 + 953272.767 \cdot X^4 - 69540.078 \cdot X^3 + 888.056 \cdot X^2 + 28.361 \cdot X + 33.860;$$

keterangan: X = ADG443 (Wouthuyzen et al., 2020).

Tabel 7.1 Data Oseanografi Hasil Survei Klasik Fenomena *Upwelling* pada Pelayaran K/R Rd Soerjatmadja di Laut Banda dan Laut Seram

Banda Sea (St. 1 – 33)					Seram Sea (St. 34 – 48)				
Depth	Mei '96	Ag.	Nov.	Jan '97	Mei '96	Ag.	Nov.	Jan '97	
0	28.67	27.26	29.14	29.32	29.01	28.63	28.90	29.13	
25	28.49	26.71	28.06	28.65	28.51	28.18	28.44	28.79	
50	27.54	25.93	27.06	28.46	28.00	27.27	27.99	28.32	
75	—	24.57	25.63	27.92	—	25.49	26.77	27.52	
100	23.73	23.36	23.79	26.29	24.57	23.36	25.08	25.16	
150	20.73	19.24	19.83	20.36	21.12	19.18	20.66	19.76	
200	15.75	16.12	15.98	17.28	18.92	16.10	16.87	16.04	
0	33.360	34.155	34.269	34.006	34.286	34.661	34.063	34.012	
25	33.840	34.569	34.307	34.092	34.430	34.665	34.125	34.099	
50	34.105	34.589	34.387	34.128	34.524	34.762	34.190	34.143	
75	—	34.627	34.484	34.168	—	34.785	34.361	34.200	
100	33.349	34.621	34.450	34.251	34.708	34.799	34.520	34.309	
150	34.606	34.638	34.584	34.352	34.755	34.794	34.730	34.523	
200	34.482	34.685	34.601	34.531	34.577	34.795	34.778	34.574	
0	4.52	4.10	4.14	4.00	4.51	3.78	4.54	3.99	
25	4.36	3.61	4.03	3.95	4.30	3.60	4.47	3.86	
50	3.94	3.34	3.67	3.84	4.07	3.36	4.16	3.67	
75	—	3.14	3.23	3.66	—	3.06	3.61	3.43	
100	3.39	2.97	3.23	3.26	3.61	2.85	3.81	2.97	
150	2.54	2.68	2.71	2.59	3.19	2.58	2.98	2.56	
200	—	2.42	2.44	2.37	—	2.41	2.98	2.25	

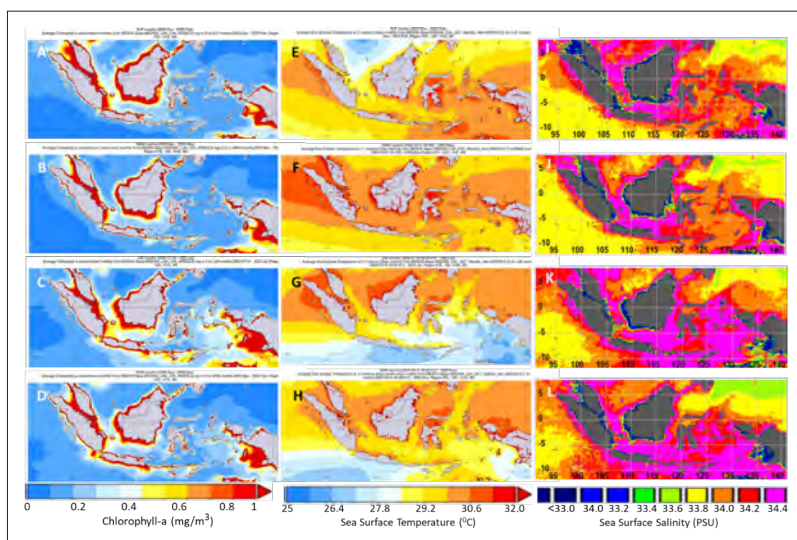
Laut Banda (St. 1 – 33)					Laut Seram (St. 34 – 48)				
Depth	Mei '96	Ag.	Nov.	Jan '97	Mei '96	Ag.	Nov.	Jan '97	
0	0.96	1.46	1.00	0.85	1.01	0.62	0.89	0.69	
25	1.03	1.53	0.90	0.78	1.30	1.24	0.90	0.85	
50	1.25	1.66	0.96	0.88	0.88	1.32	0.91	0.74	
75	—	1.62	1.09	0.85	—	1.42	1.01	0.91	
100	1.29	1.65	1.51	1.02	1.16	1.14	1.38	1.48	
150	1.70	2.37	1.63	1.15	1.41	1.20	1.82	2.00	
200	—	2.01	1.67	1.34	—	1.54	1.81	1.23	
0	0.80	1.71	0.80	0.76	0.72	—	0.74	0.63	
25	0.98	3.85	1.67	0.69	1.72	2.33	1.81	2.06	
50	1.90	6.17	2.59	0.86	2.06	4.11	2.06	1.18	
75	—	9.95	3.84	2.19	—	8.41	3.26	2.11	
100	5.63	11.84	6.05	3.20	5.69	9.36	5.00	5.40	
150	9.18	16.11	8.86	6.46	7.96	16.29	8.49	9.75	
200	—	20.27	11.13	11.73	—	20.53	11.42	12.72	
0	0.46	0.39	0.32	0.75	0.46	0.35	0.27	0.35	
25	0.51	0.66	0.58	1.44	0.50	0.43	0.55	0.5	
50	0.53	1.14	0.74	2.42	0.46	1.00	0.52	0.58	
75	—	0.63	0.48	2.60	—	—	0.40	0.39	
100	0.36	—	0.23	1.15	0.33	—	0.27	0.32	
100	203536	270588	1453798	604852	137710	579191	770569	604852	
200	1144	1151	1150	639	1377	892	1136	1080	

Keterangan: Data oseanografi ini selama Musim Peralihan I (Mei 1996), Musim Timur/Tenggara (*Upwelling* Periode Agustus 1996), Musim Peralihan II (November 1996), dan Musim Barat/Barat Daya (Januari 1997).

Sumber: Balitbang Sumber Daya Laut LIPI (1996–1997)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Parameter oseanografi pada Gambar 7.6 merupakan parameter musiman konsentrasi CHL-a, SST, dan SSS yang terdiri atas musim barat/utara (Desember-Januari-Februari, DJF; Gambar 7.6A, 7.6E, 7.6I), musim peralihan I (Maret-April-Mei, MAM; Gambar 7.6B, 7.6F, 7.6J), musim timur/selatan (Juni-Juli-Agustus, JJA; Gambar 7.6C, 7.6G, 7.6K) dan musim peralihan II (September-Oktober-November, SON; Gambar 7.6D, 7.6H, 7.6L). Parameter oseanografi musiman tersebut dapat dengan mudah memperlihatkan fenomena *upwelling* yang terjadi di perairan Indonesia.



Keterangan: A: Desember, B: Maret, C: Juni, D: September, E: Januari, F: April, G: Juli, H: Oktober, I: Februari, J: Mei, K: Agustus, dan L: November. Fenomena *Upwelling* terjadi selama musim Juni-Juli-Agustus (JJA) dan sisanya di musim peralihan II September-Oktober-November (SON).

Sumber: Giovanni NASA (2023)

Gambar 7.6 Pola Sebaran Parameter Oseanografi Rata-Rata CHL-A, *sea surface temperature* (SST), dan *sea surface salinity* (SSS) di Perairan Indonesia Tahun 2003–2022

Fenomena *upwelling* di perairan Indonesia terjadi di dua lokasi utama, yaitu Samudra Hindia di sepanjang pantai Sumatra (Pulau Enggano, barat Kepulauan Mentawai, Kepulauan Batu, Pulau Nias, dan Pulau Simeulue) dan selatan Pulau Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT), Pulau Alor, Pulau Sumba, Pulau Timor, Pulau Rote, Laut Sawu (Pulau Sawu) (Susanto et al., 2001; Swara et al., 2021; Tubalawony et al., 2012), Laut Banda dan Laut Seram (Wouthuyzen, 2002; Trisianto et al., 2021), serta di Laut Arafura, Kepulauan Aru, dan Laut Maluku. Fenomena *upwelling* lokal juga dapat terjadi di perairan seperti Selat Makassar, Teluk Tomini, Teluk Tolo, Teluk Bone, dan di sekitar Kepulauan Talaud (*Upwelling*, Arlindo dan pergerakan, 2018).

Ditinjau dari musim, *upwelling* di perairan Indonesia lebih sering terjadi pada musim timur/tenggara (Juni-Juli-Agustus) dengan indikator konsentrasi klorofil-a (CHL-a) berkisar dari 0,3 hingga 0,8 mg/m³ di sekitar perairan Laut Seram, Laut Banda, dan Laut Arafura (Kepulauan Aru), dan sebesar 0,4–1,0 mg/m³ di perairan Selatan Jawa-Bali-Lombok-NTB-NTT. Lokasi *upwelling* tampaknya terjadi juga di Selat Karimata dan di selatan Selat Makassar dengan kisaran konsentrasi CHL-a 0,3–0,5 mg/m³, sedangkan di perairan Indonesia lainnya konsentrasi CHL-a hanya berkisar <0,2 mg/m³ (Gambar 7.6C). Indikator SST rendah dengan kisaran 25,7–27,1°C terdapat di lokasi utama *upwelling*, selatan Jawa-Bali-Lombok-NTT-NTB dan Laut Banda-Laut Arafura, tetapi SST lebih tinggi di Selat Karimata dan selatan Selat Makassar dengan kisaran 28,5–29,2°C, sedangkan perairan di luar lokasi *upwelling* memiliki SST > 29,2°C (Gambar 7.6G). Indikator *upwelling* dengan parameter SSS tinggi terdeteksi di kedua lokasi utama *upwelling*, termasuk Selat Karimata dan Selat Makassar dengan SSS berkisar 34,2–34,4 PSU. Perairan lainnya, di luar perairan yang disebutkan, memiliki SSS relatif lebih rendah dengan kisaran 33,4–34,0 PSU (Gambar 7.6K). Sisa dari fenomena *upwelling* masih terasa berlanjut hingga musim peralihan II (September-Oktober-November, SON), tetapi dengan luas area yang lebih kecil dan parameter konsentrasi CHL-a lebih rendah (0,3–0,5 mg/m³), SST

lebih tinggi (26,4–29,2°C), dan SSS yang hampir sama dengan musim JJA (34,2–34,4 PSU) (Gambar 7.6D, 7.6H, dan 7.6L).

Pada musim barat/utara (DJF) dan peralihan I (MAM) konsentrasi CHL-a dan salinitas menunjukkan pola sebaran yang mirip. CHL-a terdeteksi rendah, berkisar 0–0,1 mg/m³ di perairan laut lepas (Samudra Hindia dan Pasifik), konsentrasinya sedikit meningkat di laut bagian dalam Indonesia (0,2–0,2 mg/m³), dan lebih tinggi di perairan pantai (0,2–0,5 mg/m³). Konsentrasi CHL-a sangat tinggi (1 mg/m³) yang terdeteksi di sepanjang pantai timur Pulau Sumatra, Selat Malaka, di sekeliling seluruh pantai di Pulau Kalimantan, dan di sepanjang pantai barat Papua (Teluk Bituni) bukan disebabkan oleh fenomena *upwelling*, melainkan banyaknya sungai-sungai berukuran besar yang membawa nutrien ke perairan pantai. Selain itu, limpahan nutrien juga disumbangkan oleh hutan mangrove yang lebat, terutama di pantai barat Papua termasuk Teluk Bintuni, sehingga kesuburan perairan sepanjang tahun sangat tinggi. Pola SST pada periode DJF dan MAM menunjukkan pola yang tidak mirip, yaitu berkisar dari 27,8°C hingga 31,3°C, pada periode DJF, dan 28,5°C hingga 32,0°C pada periode MAM, menyebar lebih luas di laut lepas Samudra Hindia, sebelah timur Pulau Sumatra.

Pada saat fenomena *upwelling* terjadi pengayaan unsur hara pada perairan laut yang diikuti dengan peningkatan kesuburan perairan dan produktifitas primer (Kemili & Putri, 2012), yang pada akhirnya memicu peningkatan kepadatan plankton dan organisme pelagis lainnya (Nontji, 1987; Rosdiana et al., 2017). Informasi serupa juga diperoleh lewat kajian *upwelling* di Laut Banda (Moore et al., 2003; Tadjuddah, 2016), Spermonde dan Selat Makassar (Nurdin et al., 2013; Utama et al., 2017), Selatan Jawa (Varela et al., 2016), Bali (Tito & Susilo, 2016), Sumbawa (Taufikurrahman & Hidayat, 2017), Teluk Bone dan Laut Flores (Kunarso et al., 2018), Laut Maluku (Atmadipoera et al., 2018), Papua utara (Satrioajie, 2016), dan barat Sumatra (Pratama et al., 2015). Namun, sampai saat ini, tidak semua lokasi *upwelling* di Indonesia diobservasi secara detail dan memiliki informasi yang lengkap. Meskipun demikian, beberapa

fenomena *upwelling* di Indonesia telah diketahui secara baik, terutama mekanisme, variabilitas, dan kaitannya dengan distribusi biota lain, seperti *upwelling* di Laut Banda (Rachman et al., 2020) dan perairan selatan Jawa (Atmadipoera et al., 2020; Susanto et al., 2001).

Hasil analisis data dari National Oceanic and Atmospheric Administration Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (NOAA OISST) tahun 1982–2017 menunjukkan kecenderungan SST di wilayah pesisir dan perairan Laut Banda memiliki perbedaan, tetapi secara umum kecenderungan SST di perairan Laut Banda memiliki nilai positif (*warming*) (Rachman et al., 2020). Sementara itu, *upwelling index* (UI) berdasarkan data angin juga memiliki kecenderungan menurun dari periode 1982–2017. Faktor eksternal dianggap dominan dalam memengaruhi kondisi oseanografi di perairan Laut Banda dan turut menyebabkan kecenderungan penurunan intensitas *upwelling* yang terjadi di Laut Banda. Suhu permukaan di Laut Banda cenderung meningkat pada saat puncak musim *upwelling* (Juni–September), sedangkan intensitas *upwelling* menunjukkan pola kecenderungan menurun yang dikonfirmasi oleh kecenderungan penurunan konsentrasi klorofil-a (Rachman et al., 2020).

Dari beberapa hasil kajian fenomena *upwelling* di perairan selatan Jawa, telah dapat dibuktikan bahwa *upwelling* sangat dipengaruhi oleh sistem angin monsun, khususnya angin monsun tenggara (Susanto et al., 2001). Intensitas *upwelling* dipengaruhi oleh beberapa faktor oseanografi fisika, seperti El Niño Southern Oscillation (ENSO), Indian Ocean Dipole Mode (IODM), dan La Niña (Atmadipoera et al., 2020; Kunarso et al., 2012; Susanto et al., 2001), serta arlindo (Kuswardani & Qiao, 2014).

E. Lokasi *Upwelling* sebagai Wilayah Penangkapan Ikan

Pengayaan unsur hara saat terjadinya *upwelling* mengakibatkan peningkatan kesuburan perairan yang selanjutnya mendukung kelimpahan serta pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton. Oleh sebab itu, lokasi *upwelling* merupakan daerah yang ideal bagi ikan-

ikan yang berukuran kecil untuk memperoleh pakan, yang umumnya adalah zooplankton. Selanjutnya, kondisi ini memberikan daya tarik bagi ikan-ikan yang berukuran besar untuk bermigrasi ke lokasi *upwelling* dalam upaya mendapatkan pasokan makanan. Hubungan yang berkesinambungan ini membuat lokasi *upwelling* merupakan wilayah yang sangat ideal untuk menangkap ikan (Tahir, 2013).

Beberapa hasil studi di perairan Indonesia memperkuat hipotesis di atas, antara lain, yaitu studi mengenai ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di perairan Maluku yang menyatakan bahwa lokasi penangkapan ikan cakalang yang produktif sangat erat hubungannya dengan tingkat kesuburan perairan (Wouthuyzen, 2002) dan hal itu terjadi di saat terjadinya fenomena *upwelling* (Gambar 7.7). Hasil studi lain dari Selat Makassar mengungkapkan bahwa pada saat *upwelling* akan terbentuk *thermal front* secara konsisten mulai Juni sampai September dan fenomena ini dapat terdeteksi lewat citra satelit. Formasi *thermal front* memiliki hubungan yang positif dengan

Tabel 7.2 Nilai Estimasi Potensi Perikanan (Ton) dari enam WPPNRI yang Merupakan Wilayah *Upwelling*

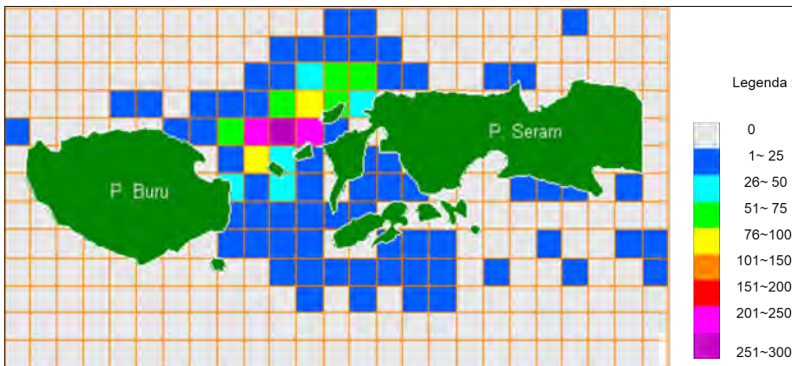
WPPNRI	Ikan Pelagis kecil	Ikan Pelagis Besar	Ikan Demersal	Ikan Karang	Udang Penaeid	Lobster	Kepiting	Rajungan	Cumi-Cumi
572	479.503	438.877	204.500	33.429	35.560	2.722	6.787	2.533	26.039
573	624.366	354.215	299.600	23.725	8.514	1.563	585	3.750	22.124
713	284.302	162.506	374.500	167.403	56.835	765	6.213	9.253	11.370
714	222.881	370.653	292.000	121.326	6.472	724	1.758	4.705	13.460
715	443.944	74.908	80.226	105.336	5.295	1.217	336	157	3.874
718	836.973	818.870	876.722	29.485	62.842	1.187	1.498	775	9.212

Keterangan:

1. WPPNRI 572: Perairan Samudra Hindia
2. WPPNRI 573: Perairan Samudra Hindia sebelah selatan Jawa hingga selatan Nusa Tenggara, Laut Sawu, dan Laut Timor bagian barat
3. WPPNRI 713: Perairan Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali
4. WPPNRI 714: Laut Banda dan Perairan Teluk Tolo
5. WPPNRI 715: Perairan Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau
6. WPPNRI 718: Laut Arafura dan Timor bagian timur

Sumber: Komnaskajiskan (2022)

kelimpahan ikan cakalang di Selat Makassar (Zainuddin et al., 2020). Sementara itu, lokasi *upwelling* di Selat Makassar dan Laut Flores merupakan lokasi penangkapan ikan terbang yang produktif (Ali, 2013). Fakta lain yang diperoleh dari beberapa lokasi utama *upwelling* di dunia mengungkapkan bahwa lokasi-lokasi tersebut memiliki stok perikanan pelagis kecil yang potensial (Lasker, 1981; Mann & Lazier, 1996; Rykaczewski & Chekley Jr., 2008). Dari sebelas Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI), sedikitnya ada enam WPPNRI yang merupakan lokasi *upwelling* yang potensial dengan nilai potensi perikanan sebagai berikut (Tabel 7.2).



Keterangan: Legenda ialah *catch per unit effort* (CPUE), yaitu perhitungan antara hasil tangkapan dibagi dengan trip penangkapan suatu usaha penangkapan ikan.

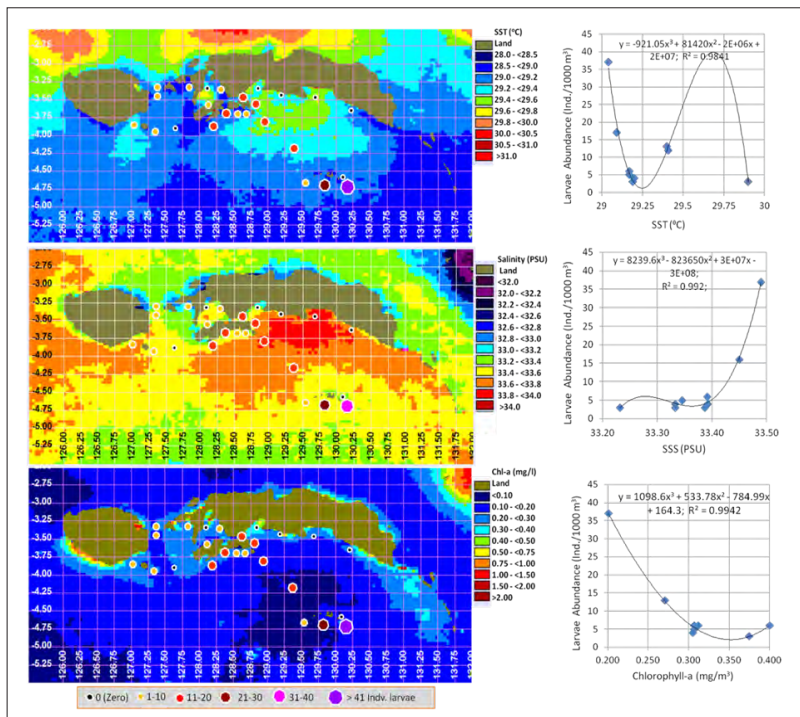
Sumber: Wouthuyzen (2002)

Gambar 7.7 Lokasi penangkapan ikan cakalang yang potensial dengan nilai CPUE yang selalu tinggi diperkirakan terkait dengan tingginya tingkat kesuburan perairan akibat *upwelling*.

F. Lokasi *Upwelling* sebagai Wilayah Pemijahan Ikan

Akibat dari hadirnya ikan-ikan dewasa di lokasi *upwelling* adalah nelayan biasanya mengindikasikan lokasi ini sebagai lokasi penangkapan ikan yang produktif. Namun, perlu disadari bahwa tidak

semua ikan dewasa yang datang ke lokasi *upwelling* mempunyai tujuan hanya untuk mencari makan, ada juga yang bermigrasi ke lokasi *upwelling* untuk melakukan pemijahan, seperti ikan terbang di Selat Makassar dan di selatan Jawa (Syahailatua et al., 2008). Hasil kajian tentang kemungkinan *upwelling* berkorelasi positif dengan pemijahan ikan juga diperoleh dari hasil penelitian di Laut Banda (Gambar 7.8). Dengan melakukan pemijahan di lokasi *upwelling* maka larva dan juvenil ikan akan berpeluang mendapat pasokan makanan yang memadai sehingga tingkat mortalitasnya menjadi lebih rendah.



Keterangan: (a) Suhu, (b) Salinitas, dan (c) Konsentrasi klorofil-a
Sumber: Hasil analisis Sam Wouthuyzen (2017, belum pernah diterbitkan)

Gambar 7.8 Plot Kelimpahan Larva Ikan Tuna terhadap Parameter Oseanografi yang Diperoleh dari Satelit Aqua MODIS

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tingkat mortalitas larva ikan laut telah diketahui mencapai 99% sebagai akibat dari kemampuan gerak yang sangat terbatas (Houde, 1987). Hal ini mengakibatkan larva ikan mudah dimangsa oleh predator yang ada di lingkungan perairan. Di samping itu, kemampuannya juga sangat terbatas untuk mendapatkan makanan alamiah pada saat persediaan kuning telur (*yolk sac*) terserap habis sehingga kondisi larva ikan sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan di mana mereka berada. Apabila mereka berada di tempat yang berlimpah zooplankton, kondisinya akan baik, tetapi jika sebaliknya, kondisinya akan memburuk. Pengalaman menurunnya stok ikan pada perikanan *Pacific sardine* (*Sardinops sagax*) tahun 1940-an memberikan banyak inspirasi bagi para peneliti biologi perikanan untuk mengkaji lebih jauh aspek-aspek yang berhubungan dengan kehidupan ikan pada fase larva (Lasker, 1987). Oleh karena itu, pada fase ini kelangsungan hidup ikan untuk menjadi dewasa ditentukan. Jadi, kemampuan yang terbatas untuk menghindari dari predator dan mendapatkan makanan yang cukup mengakibatkan tingkat mortalitas larva atau juvenil ikan berpotensi selalu tinggi.

Banyak kajian telah dilakukan mengenai hubungan fenomena *upwelling* dengan mekanisme pemijahan dan rekrutmen ikan. Logika tentang hubungan bio-oseanografi ini sangat sederhana, yaitu peningkatan unsur hara memacu peningkatan konsentrasi fitoplankton dan zooplankton sebagai makanan larva dan juvenil ikan. Secara alamiah, kondisi ini memicu ikan-ikan dewasa untuk memijah atau bereproduksi karena pakan yang tersedia untuk larva ikan dan juvenilnya akan terpenuhi. Studi yang dilakukan di pantai timur Australia saat terjadi peristiwa *upwelling* menyimpulkan bahwa pertumbuhan larva ikan sangat berkorelasi dengan biomassa klorofil-a (Syahailatua et al., 2011). Artinya, makin tinggi tingkat klorofil-a, makin tinggi tingkat pertumbuhan dari larva ikan. Biasanya peningkatan densitas atau biomassa klorofil-a terjadi sebagai akibat adanya peningkatan konsentrasi unsur hara, terutama fosfat dan nitrat (Nontji, 1975; Sediadi, 2004). Dengan demikian, ketepatan waktu dan

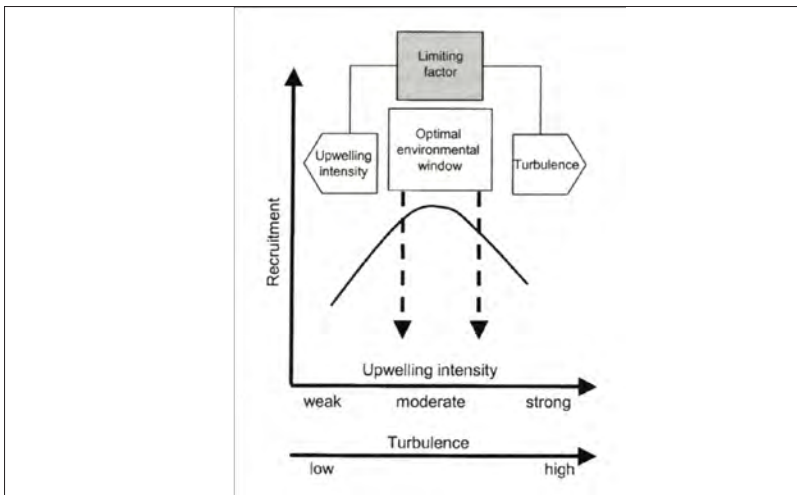
tempat pemijahan ikan akan sangat menentukan keberhasilan proses rekrutmen dari ikan. Oleh karena itu, lokasi *upwelling* merupakan salah satu area yang ideal untuk mendukung proses reproduksi dan rekrutmen tersebut (Cushing, 1975; Lasker, 1987).

Sedikitnya ada dua teori yang dapat menjelaskan proses rekrutmen pada ikan dalam kaitannya dengan lingkungan hidupnya. Pertama, hipotesis *match-mismatch* (Cushing, 1975, 1990) yang menjelaskan bahwa produksi tahunan dari larva ikan akan sangat tergantung dari ketepatan atau ketidaktepatan dalam ketersediaan makanan alamiah bagi larva ikan tersebut. Kedua, hipotesis *stability* (Lasker, 1987) yang menjelaskan bahwa periode kritis dalam daur hidup ikan adalah pada saat pertama kali larva memperoleh makanan. Kondisi yang stabil dari lingkungan sangat diperlukan pada saat itu karena turbulensi pada lapisan eufotik akan meningkatkan mortalitas larva ikan.

Dari berbagai kajian yang dilakukan di beberapa lokasi *upwelling* utama di dunia, dapat disimpulkan bahwa kedua teori di atas sangat mendukung kajian Cury dan Roy (2000), yaitu kesuksesan dalam proses rekrutmen ikan sangat berhubungan dengan faktor lingkungan. Mereka menyatakan bahwa proses *upwelling* sangat berpengaruh bagi rekrutmen ikan (Gambar 7.9). Jika kecepatan angin kurang dari 5–6 m/detik atau melebihi 6 m/detik, akan berdampak negatif bagi proses rekrutmen (Cury & Roy, 1989). Dalam hubungan ini, walaupun *upwelling* merupakan area yang potensial bagi pemijahan ikan dan rekrutmen, keberhasilan hidup larva masih sangat ditentukan oleh kondisi oseanografi lain, termasuk kecepatan angin.

Peranan *upwelling* juga tidak dapat dipisahkan dari distribusi dan kelimpahan sumber daya ikan. Dari beberapa hasil penelitian dapat diketahui bahwa puncak pemijahan beberapa jenis ikan yang bernilai ekonomi terjadi pada saat terjadinya *upwelling*. Ikan terbang (*Exocoetidae*) di Selat Makassar dan Laut Flores mengalami puncak pemijahan pada Juni–Juli (Ali, 2013). Hal ini bersamaan dengan kejadian *upwelling* di kedua perairan ini yang biasanya antara

Juni–September (Ilahude, 1970). Ikan tuna jenis *Thunnus maccoyii* mengalami puncak pemijahan di perairan selatan Jawa dan Australia bagian barat pada Oktober–Maret (Shingu, 1981) dan fenomena *upwelling* di selatan Jawa terjadi pada Juni–Oktober (Susanto et al., 2001; Wyrтки, 1961). Sementara itu, lemuru di Selat Bali mengalami musim pemijahan antara Mei dan September dengan puncak pemijahan pada Juli (Merta, 1992). Untuk Laut Banda, *upwelling* terjadi pada Juni–Agustus dan ikan-ikan pelagis kecil yang mengalami puncak pemijahan pada periode tersebut adalah teri (*Stolephorus bucanerii*, *S. heterolobus*, dan *S. devisi*), momar/layang (*Decapterus ruselli*), komu (*Auxis thazard*), dan selar (*Selar crumenophthalmus*) (Tabel 7.3).



Sumber: Cury dan Roy (1989)

Gambar 7.9 Hubungan antara Proses Rekrutmen Perikanan, Intensitas *Upwelling*, dan Turbulensi Perairan Laut

Tabel 7.3 Perkiraan Puncak Pemijahan Beberapa Jenis Ikan Pelagis Kecil di Teluk Ambon

Jenis Ikan	Bulan											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Stolephorus bucanerii</i>							*	*	*	*		
<i>S. heterolobus</i>							*	*	*	*		
<i>S. devisi</i>							*	*	*	*		
<i>Decapterus ruselli</i>					*			*				*
<i>D. macrosoma</i>	*	*	*							*	*	*
<i>Auxis thazard</i>						*	*	*	*			
<i>Selar crumenophthalmus</i>						*						

Keterangan: * periode pemijahan

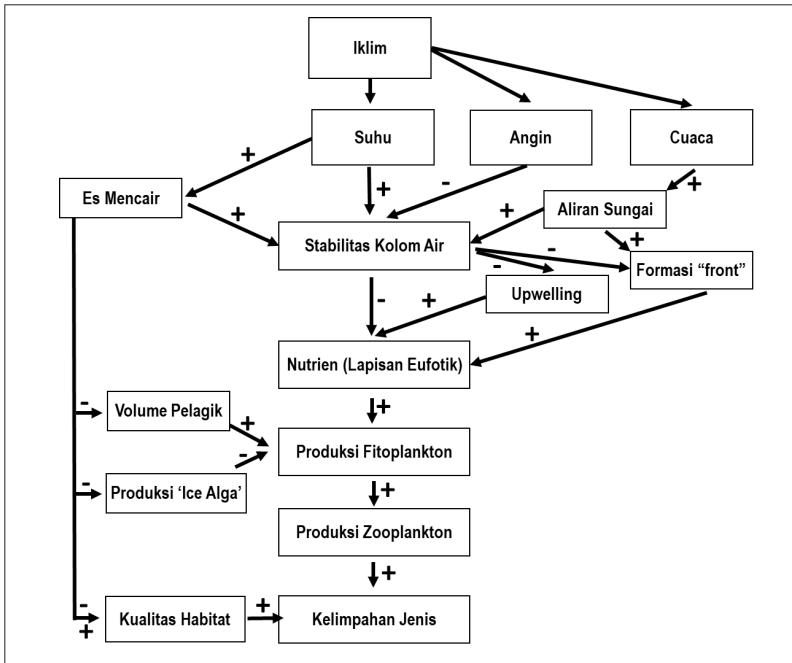
Sumber: Sumadhiharga (1991, 1992, 1994), Sumadhiharga dan Langkosono (1990), Sumadhiharga dan Hukom (1991)

Kecenderungan fenomena periode pemijahan ikan laut berkorelasi positif terhadap kejadian *upwelling* memberikan indikasi bahwa lokasi *upwelling* memiliki peranan penting dalam upaya konservasi sumber daya ikan di laut. Dari beberapa penjelasan terdahulu telah diinformasikan bahwa lokasi kejadian *upwelling* adalah wilayah perairan yang subur dan tingkat produksi primer yang tinggi. Kondisi ini memicu pertumbuhan yang cepat dari zooplankton yang merupakan pakan alami bagi ikan-ikan laut. Pakan alami bagi ikan laut yang tersedia di lokasi *upwelling* tidak hanya bagi ikan dewasa, tetapi juga bagi larva ikan dan juvenil. Apabila pemijahan ikan terjadi di lokasi *upwelling*, larva ikan diperkirakan akan mempunyai pasokan pakan alamiah yang memadai sehingga tingkat mortalitas larva ikan akan menjadi rendah (Houde, 1987). Dengan demikian, kesuksesan rekrutmen stok perikanan akan berpeluang tinggi.

G. Ancaman Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

Fenomena *upwelling* dalam kaitannya dengan sumber daya ikan laut di Indonesia telah diulas sebelumnya. Namun, perlu juga diperhatikan

dampak dari pemanasan global dan perubahan iklim terhadap fenomena *upwelling*. Ilustrasi hal tersebut ditampilkan dalam skema berikut ini (Gambar 7.10).



Keterangan: Tanda + (positif) dan – (negatif) merujuk pada dampak dari perubahan. Kelimpahan jenis merujuk pada kelimpahan jenis biota laut, termasuk ikan. Sumber: Dimodifikasi dari Roessig et al. (2004)

Gambar 7.10 Diagram Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Kehidupan Biota di Perairan

Naiknya suhu udara akan berdampak pada meningkatnya suhu air dan secara tidak langsung menambah volume air di Samudra yang berimplikasi pada makin tinggi paras laut (*sea level*). Dalam sepuluh tahun terakhir, paras laut meningkat setinggi 0,1–0,3 m, sedangkan model prediksi memperkirakan ada perubahan paras

laut antara 0,3–0,5 m dan kemungkinan menutupi area seluas 1 juta km² (Roessig et al., 2004). Jika hal ini berlangsung terus-menerus, hutan mangrove, estuari, dan daerah rawa yang terdapat di kawasan pesisir akan makin berkurang luasnya sehingga tingkat produktivitas perairan juga makin menurun. Pada akhirnya, kondisi tersebut akan sangat memengaruhi kehidupan biota laut yang berasosiasi dengan ekosistem laut dan pesisir.

Perubahan iklim dan naiknya paras laut akan turut memengaruhi formasi tekanan udara di atmosfer dan juga pola sirkulasi global air laut. Wilayah Indonesia yang berada di antara Samudra Hindia dan Samudra Pasifik diperkirakan akan mengalami peningkatan stratifikasi air laut akibat perubahan iklim. Selanjutnya, hal ini akan meningkatkan variabilitas kejadian beberapa fenomena iklim yang sangat ditentukan oleh interaksi lautan dan atmosfer, seperti ENSO, Indian Ocean Dipole (IOD), dan La Niña, serta kemungkinan variasi iklim menjadi lebih ekstrem (Chu et al., 2014; Roessig et al., 2004; Zheng et al., 2022).

ENSO atau juga dikenal dengan sebutan El Niño adalah kejadian di mana suhu udara di Samudra Pasifik, termasuk Indonesia, cenderung meningkat dan tingkat curah hujan yang lebih rendah dari kondisi normal. Kondisi iklim ini dapat memengaruhi ekosistem, pertanian, pasokan air tawar, dan menyebabkan angin topan dan peristiwa cuaca buruk lainnya di seluruh dunia. Di bawah pengaruh pemanasan global, rata-rata iklim kawasan Pasifik mungkin akan mengalami perubahan yang signifikan. Angin tropis timur pasat diperkirakan akan melemah; suhu permukaan lautan diperkirakan akan menghangat dengan cepat terutama di dekat Khatulistiwa. Lapisan termoklin di wilayah Khatulistiwa diperkirakan akan terbentuk yang ditandai dengan peralihan percampuran massa air dari permukaan laut dan lapisan bagian dalam Samudra. Gradien suhu melintasi lapisan termoklin menjadi lebih curam (Collins et al., 2010).

Pengaruh fenomena ENSO terhadap hasil tangkapan ikan laut juga bervariasi. Korelasi positif ditemukan dalam perikanan tuna di

Samudra Hindia (Kumar et al., 2014), perikanan cakalang di bagian tenggara Jawa (Handayani et al., 2019), dan untuk hasil tangkapan ikan todak di Samudra Hindia bagian timur (Setyadji & Amri, 2017). Sementara itu, dampak ENSO terhadap hasil tangkapan ikan tidak nampak secara signifikan di perairan sebelah barat Teluk Tomini (Suniada, 2020). Walaupun telah banyak kemajuan yang telah dicapai dalam kajian ENSO, variabilitas El Niño belum dapat diprediksi secara optimal, apakah aktivitasnya akan meningkat, menurun, atau frekuensi kejadiannya akan berubah (Cai et al., 2021; Collins et al., 2010).

Studi yang cukup komprehensif terkait perubahan iklim dan *upwelling* dilakukan pada sistem *upwelling* Humboldt (SUH), yang dianggap sebagai wilayah perairan paling produktif di antara *eastern boundary upwelling system* (EBUS) utama, yaitu California, barat laut Afrika, dan Benguela. Di samping itu, SUH juga merupakan wilayah produksi perikanan yang potensial dan produksinya jauh melebihi dibandingkan produksi perikanan di sistem *upwelling* lainnya (Chavez & Messie, 2009). Faktor angin adalah kekuatan pendorong utama dari terjadinya fenomena *upwelling* di wilayah pesisir yang sekaligus mengendalikan pasokan nutrisi dari kolom air yang lebih dalam ke lapisan eufotik di bagian permukaan laut. Variabilitas kekuatan, spasial, dan temporal kekuatan angin mengalami perubahan musiman dan antartahunan. Untuk memahami pengaruh angin, data tekanan angin dari *the advanced scatterometer* (ASCAT) selama sebelas tahun (2008–2018) dianalisis untuk menilai variasi *spatio-temporal* wilayah tekanan angin, *upwelling*, dan transpor Ekman di sepanjang pesisir Peru. Komponen tekanan angin dari utara ke selatan di lepas pantai Peru, yang merupakan faktor penggerak utama di lepas pantai, telah sedikit meningkat selama periode tersebut. Tahun-tahun saat kejadian El Niño menunjukkan tekanan angin yang sangat tinggi dan terkait dengan transport Ekman. Bagian selatan dari SUH lebih dipengaruhi oleh siklus ENSO daripada bagian utara. Selain itu, faktor musim turut berpengaruh pada tekanan angin. Selama musim panas di wilayah Peru (Desember–Februari) tekanan angin memiliki nilai minimum,

sedangkan tekanan angin tinggi terjadi pada Juli–September (Yari & Mohrholtz, 2020).

Beberapa perubahan yang diproyeksikan dari studi di wilayah EBUS menunjukkan efek yang saling terkait antara intensitas *upwelling* dan suhu yang mungkin memiliki implikasi kompleks pada masa depan terhadap perubahan pasokan unsur hara dan perikanan di perairan EBUS. Misalnya, peningkatan stratifikasi terkait pemanasan permukaan dapat berpotensi menyebabkan pengurangan pasokan unsur hara lokal, sedangkan peningkatan intensitas *upwelling* dapat meningkatkan pasokan unsur hara (Chang et al., 2023). Pengaruh pada perairan yang jauh dari daerah tropis kemungkinan didorong oleh variasi dalam posisi sistem tekanan atmosfer atau efek berskala besar yang disebabkan oleh, misalnya, Osilasi Decadal Pasifik atau ENSO. Kejadian ini dapat menghasilkan perubahan unsur-unsur kimia perairan yang memengaruhi pasokan unsur hara ke perairan *upwelling*. Studi lanjutan perlu memasukkan riset biogeokimia laut dan komponen perikanan dalam kerangka model resolusi tinggi untuk menilai dampak perubahan *upwelling* di masa depan pada ekosistem laut dan perikanan (Chang et al., 2023). Dengan demikian, fenomena *upwelling* sebagai pemasok unsur hara sudah sangat terbukti dan dampak yang diberikan terhadap kesuburan perairan juga sangat nyata. Fenomena ini juga sekaligus mendukung pelestarian sumber daya ikan yang selanjutnya dapat memperkuat stok perikanan (Syahailatua, 2022).

Kajian tentang dampak pemanasan global dan perubahan iklim terhadap kehidupan biota laut dan perikanan belum banyak dilakukan di Indonesia, padahal laut Indonesia sangat rentan terhadap pengaruh iklim global tersebut. Di samping itu, wilayah Indonesia yang berada di daerah Khatulistiwa dan sebagai pusat segitiga terumbu karang dunia telah diketahui memiliki keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia. Namun, kelestarian di kawasan ini sangat dikhawatirkan terancam akibat dampak perubahan iklim (Miller et al., 2021).

Dari hasil studi ikan sidat di wilayah Segitiga Terumbu Karang Indonesia telah teridentifikasi 126–169 spesies larva sidat

(leptocephali). Jumlah ini merupakan keanekaragaman hayati sidat dan belut laut tertinggi di dunia, jika dibandingkan dengan koleksi leptocephali di Samudra Hindia, Pasifik, dan Atlantik, yaitu 29–107 spesies (Miller et al., 2016; Sugeha et al., 2008; Wouthuyzen et al., 2005). Sidat laut dari famili Anguillidae di wilayah Segitiga Terumbu Karang dapat dipengaruhi, terutama, oleh perubahan pola curah hujan terkait tahap pertumbuhannya di lingkungan air tawar dan menghambat pola migrasi mereka ke laut untuk memijah atau sebaliknya pada saat proses rekrutmen (Sugeha, 2003). Sementara itu, perubahan iklim dan pemanasan laut dapat memengaruhi kelangsungan hidup spesies belut laut yang menghuni berbagai habitat bentik dan pelagis (Miller et al., 2021). Efek pada belut laut akan bergantung pada jenis habitat tempat mereka tinggal, dengan dampak paling kecil terjadi pada spesies bentik atau pelagis dalam. Belut laut yang hidup di habitat dangkal akan paling terpengaruh jika pemanasan laut dan pemutihan karang mengurangi jenis spesies mangsa yang mereka andalkan (Miller et al., 2021). Berdasarkan kemungkinan hubungannya dengan habitat terumbu karang, belut dari famili Muraenidae dan Chlopsidae tampaknya merupakan jenis belut yang paling mungkin terkena dampak perubahan struktur komunitas akibat pemutihan karang. Semua spesies leptocephali hidup di lapisan permukaan laut tempat mereka memakan salju laut. Oleh karena itu, suhu laut yang lebih hangat dapat mengurangi jumlah atau kualitas salju laut yang tersedia mengakibatkan tingkat kelangsungan hidup larva lebih rendah. Studi lebih lanjut tentang keanekaragaman hayati sidat dan penggunaan habitat akan memberikan lebih banyak wawasan tentang kemungkinan hilangnya spesies endemik di Segitiga Terumbu Karang karena perubahan iklim, tetapi saat ini belum diketahui secara pasti berapa banyak spesies sidat dan belut laut yang kemungkinan terkena dampak langsung perubahan iklim (Miller et al., 2021).

Perubahan pola kejadian fenomena *upwelling* kemungkinan besar dapat terjadi dan tentu akan berdampak bagi keberadaan sumber daya ikan laut, terutama komposisi biodiversitas, penyebaran, dan kelimpahan. Seperti telah diketahui bahwa kejadian *upwelling* memiliki

intensitas (Cury & Roy, 1989) dan diharapkan intensitas yang baik pengaruhnya bagi rekrutmen sumber daya ikan adalah *upwelling* dengan intensitas yang moderat. Dengan kondisi ini, rekrutmen sumber daya ikan akan lebih optimal sehingga diharapkan stok ikan akan tetap tersedia secara berkelanjutan. Hal yang mengkhawatirkan ialah apabila *upwelling* terjadi dalam kondisi yang tidak ideal, yaitu dengan intensitas terlalu lemah atau terlalu kuat. Akibatnya, proses rekrutmen sumber daya ikan juga agak terganggu (Tiedemann et al., 2017). Hal ini dapat terjadi sebagai dampak dari adanya pemanasan global dan perubahan iklim. Jadi, pengamatan intensitas *upwelling* juga perlu dilakukan sehingga informasi tentang fenomena *upwelling* dan kontribusinya bagi konservasi sumber daya ikan dapat selalu dipantau.

H. Penutup

Ketersediaan stok perikanan yang melimpah di wilayah *upwelling* menjadikannya sebagai daerah penangkapan yang ideal, tetapi di sisi lain lokasi *upwelling* juga merupakan daerah pemijahan ikan yang potensial. Oleh karena itu, jika ingin melestarikan sumber daya ikan, menangkap ikan di daerah *upwelling* harus dipertimbangkan dengan bijaksana, mengingat kemungkinan besar akan menyebabkan terjadinya kegagalan rekrutmen ikan yang pada akhirnya menurunkan potensi stok perikanan.

Dua kepentingan ini, yaitu sebagai daerah penangkapan dan daerah pemijahan ikan, perlu mendapat perhatian yang khusus untuk pengelolaan sumber daya ikan laut. Informasi tentang *upwelling* di Indonesia masih sangat terbatas, terutama dalam kaitannya dengan proses rekrutmen ikan. Untuk itu, ada beberapa hal yang perlu menjadi perhatian, antara lain, sebagai berikut.

- 1) Kajian tentang fenomena *upwelling* perlu dilakukan untuk mengungkapkan proses *upwelling* itu sendiri, baik secara makro maupun mikro. Pemetaan lokasi *upwelling* yang akurat akan sangat membantu dalam melakukan observasi *in situ*, terutama

di musim *upwelling*. Penggunaan citra satelit dan *data series* akan dapat menentukan lokasi observasi yang tepat dan hal ini juga sekaligus meminimalkan biaya operasi kapal riset dalam melakukan observasi *upwelling* dan dampaknya bagi lingkungan laut dan perikanan.

- 2) Fenomena *upwelling* yang telah dipahami perlu dikembangkan lebih lanjut, terutama terkait dengan kajian aspek kimia laut, kehidupan plankton, dan biologi ikan. Di bidang kimia laut, perlu ditambahkan dengan pengamatan unsur besi dan unsur-unsur organik. Pada bidang kehidupan plankton, perlu dikaji spesies-spesies yang dominan dan perlu dipastikan, apakah planktonnya bersifat *autochthonous* (lokal) atau *allochthonous* (migrasi) dan apakah planktonnya ada di dalam sistem pencernaan ikan. Pada bidang biologi perikanan, perlu dipastikan jenis ikannya apakah dari kelompok pelagis besar, ataukah pelagis kecil. Dengan demikian, fenomena *upwelling* dalam kaitannya dengan pengelolaan sumber daya ikan bukan lagi merupakan teori, melainkan suatu kenyataan yang didukung oleh bukti-bukti ilmiah untuk menunjang pengelolaan sumber daya ikan secara baik dan benar dalam rangka ketahanan pangan nasional.
- 3) Keanekaragaman jenis ikan laut di perairan Indonesia mendorong penelitian yang tidak hanya fokus pada beberapa spesies tertentu, tetapi untukantisipasi pengembangan biota laut ke depan. Perlunya melakukan penelitian sumber daya ikan yang bersifat *multispecies*, baik untuk tujuan komersial maupun pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Penggunaan metodologi e-DNA diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih baik dalam mengungkapkan informasi biodiversitas laut di Indonesia secara cepat dan akurat pada masa depan.
- 4) Keterlibatan berbagai bidang ilmu (*multidiscipline*) dalam penelitian sumber daya ikan laut sudah diketahui sejak lama, tetapi hal ini kurang diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian. Faktor penyebabnya, antara lain, karena keterbatasan tenaga

ahli dalam bidang tertentu yang dapat dilibatkan dan sarana penelitian yang belum memadai. Keterlibatan berbagai disiplin ilmu dalam kajian proses *upwelling* terkait dengan sumber daya ikan laut akan sangat menarik karena ada beberapa proses yang sebenarnya secara tidak langsung memengaruhi keberadaan sumber daya ikan, misalnya keragaman jenis dan kelimpahan plankton.

- 5) Luasnya wilayah laut Indonesia dapat menjadi tantangan yang nyata dalam pelaksanaan riset dan pengumpulan data tentang sumber daya ikan sehingga diperlukan suatu pendekatan yang dapat melibatkan berbagai kepentingan (*multistakeholders*). Dengan adanya strategi ini maka berbagai institusi, seperti lembaga riset, universitas, lembaga swadaya masyarakat, industri perikanan atau pihak swasta lainnya dapat terlibat secara langsung. Keterlibatan berbagai pihak dalam satu kegiatan atau program riset akan dapat berdampak nyata dalam mengembangkan tingkat kepedulian perorangan atau institusi dalam pengelolaan atau pelestarian sumber daya ikan. Hal ini juga sekaligus akan mendorong tersedianya dana penelitian dari berbagai pihak sehingga pada akhirnya pekerjaan-pekerjaan riset terutama dengan pembiayaan yang tinggi, seperti penggunaan kapal riset, dapat dibiayai lewat berbagai sumber pendanaan (*multifunding resources*).
- 6) Kelestarian sumber daya perikanan sangat tergantung pada kondisi lingkungan sehingga perubahan habitat atau lingkungan hidup akan sangat berpengaruh pada keberadaan sumber daya perikanan. Perubahan kondisi lingkungan dapat terjadi secara alamiah atau akibat intervensi manusia. Dengan demikian, pengamatan kondisi sumber daya ikan umumnya dilakukan dalam suatu jangka waktu tertentu. Namun, pengamatan untuk waktu yang panjang (*multiyears*) dalam riset dapat mengungkapkan tendensi suatu perubahan secara lebih lengkap dan mengetahui faktor-faktor penyebab perubahan secara lebih jelas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis bab ini mengucapkan terima kasih kepada para pimpinan di LIPI (sampai 2021) dan Pusat Riset Oseanografi BRIN yang telah memberikan dorongan dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan kegiatan riset terkait bidang biologi oseanografi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Iain Suthers (UNSW, Australia), Dr. Jeff Leis (UTAS, Australia), Dr. Tonny Miskiewicz (UNSW, Australia), dan Prof. Katsumi Tsukamoto serta tim sidat dari Atmospheric and Ocean Research Institute, University of Tokyo, Jepang yang telah memberikan bimbingan dan motivasi bagi penulis untuk menekuni riset-riset terkait oseanografi perikanan. Terima kasih juga disampaikan kepada semua teknisi penelitian di LIPI dan BRIN yang telah membantu penulis dalam melakukan riset sejak tahun 1981.

Referensi

- Ali, S. A. (2013). Degradasi stok, pengelolaan dan konservasi ikan terbang di Selat Makassar dan Laut Flores, Sulawesi Selatan. Dalam A. I. Burhanuddin, H. M. N. Nessa, & A. Niartiningih (Ed.), *Membangun sumber daya kelautan Indonesia: Gagasan dan pemikiran guru besar Universitas Hasanuddin*. IPB Press.
- Atmadipoera, A. S., Jasmine, A. S., Purba, M., & Kuswardani, A. R. T. D. (2020). *Upwelling* characteristics in the southern Java waters during strong La Nina 2010 and super El Nino 2015. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 257–276. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.28977>
- Atmadipoera, A. S., Khairunnisa, Z., & Kusuma, D. W. (2018). *Upwelling* characteristics during El Nino 2015 in Maluku Sea. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (176, Artikel 012018). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/176/1/012018>
- Balitbang Sumber Daya Laut LIPI. (1996–1997). [Data oseanografi yang tidak diterbitkan terkait hasil survei klasik fenomena upwelling pada pelayaran K/R Rd Soerjaatmadja di Laut Banda

dan Laut Seram selama musim peralihan I (Mei 1996), musim timur/tenggara (upwelling periode Agustus 1996), musim peralihan II (November 1996), dan musim barat/barat daya (Januari 1997)].

- Barnes, R. S. K., & Hughes, R. N. (1988). *An introduction to Marine Ecology*. Blackwell Scientific Publications.
- Cai, W., Santoso, A., Collins, M., Dewitte, B., Karamperidou, C., Kug, J., Lengaigne, M., McPhaden, M. J., Stuecker, M. F., Taschetto, A. S., Timmermann, A., Wu, L., Yeh, S., Wang, G., Ng, B., Jia, F., Yang, Y., Ying, J., Zheng, X., ... Zhong, W. (2021). Changing El Niño–Southern Oscillation in a warming climate. *Nature Reviews Earth and Environment*, 2(9), 628–644. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00199-z>
- Chang, P., Xu, G., Kurian, J., Small, R. J., Danabasoglu, G., Yeager, S., Castruccio, F., Zhang, Q., Rosenbloom, N., & Chapman, P. (2023). Uncertain future of sustainable fisheries environment in eastern boundary *upwelling* zones under climate change. *Communications Earth & Environment*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00681-0>
- Chavez, F. P., & Messié, M. (2009). A comparison of eastern boundary *upwelling* ecosystems. *Progress in Oceanography*, 83(1–4), 80–96. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.032>
- Chavez, F. P., & Smith, S. L. (1994). Biological and chemical consequences of open ocean *upwelling*. Dalam C. P. Summerhayes, K.-C. Emeis, M. V. Angel, R. L. Smith, & B. Zeitzschel (Ed.), *Upwelling in the ocean: modern processes and ancient records* (149–170). John Wiley and Sons.
- Chu, J., Ha, K., Lee, J., Wang, B., Kim, B., & Chung, C. E. (2014). Future change of the Indian Ocean basin-wide and dipole modes in the CMIP5. *Clim Dynamics*, 43(1–2), 535–551. <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-013-2002-7>
- Collins M., An, S., Cai, W., Ganachaud, A., Guilyardi, E., Jin, F., Jochum, M., Lengaigne, M., Power, S., Timmermann, A., Vecchi, G., & Wittenberg, A. T. (2010). The impact of global warming on

- the tropical Pacific Ocean and El Niño. *Nature Geoscience*, 3(6), 391–397. <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo868>
- Cury, P., & Roy, C. (1989). Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in *upwelling* areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(4), 670–680. <http://dx.doi.org/10.1139/f89-086>
- Cury, P., Bakun, A., Crawford, R. J. M., Jarre, A., Quinones, R. A., Shannon, L. J., & Verheye, H. M. (2000). Small pelagics in *upwelling* systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3) 603–618. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0712>
- Cushing, D. H. (1975). *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press.
- Cushing, D. H. (1990). Plankton production and year-class strength in fish populations: An update of the match/mismatch hypothesis. *Advances in Marine Biology*, 26, 250–293. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60202-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60202-3)
- Era, W., Mbay, L. O. N., Kusuma, D. W., & Trenggono, M. (2012). Analisis suhu, salinitas, dan oksigen terlarut sebagai indikator *upwelling* di timur laut Samudra India. *Jurnal Kelautan Nasional*, 7(3), 175–182.
- FAO. (2014). *The state of world fisheries and aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i3720e/i3720e.pdf>
- Firdaus, M., Fauzi, A., & Falatehan A. F. (2018). Deplesi sumber daya ikan tuna dan cakalang di Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 13(2), 167–178. <http://dx.doi.org/10.15578/jsekp.v13i2.6906>
- Froese, R., & Pauly, D. (Ed). (2022, Juli). FishBase: The global encyclopedia about fish. *Fishbase.org*. Diakses pada Juli, 2022, dari <https://fishbase.mnhn.fr/search.php>
- Giovanni NASA. (2023, Juni). *Giovanni: The bridge between data and science*. <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>.

- Gordon, A. L. (2005). Oceanography of the Indonesian Seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4), 15–27. <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2005.01>
- Gordon, A. L., & Fine., R. A. (1996). Pathways of water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian Seas. *Nature*, 379, 146–149. <https://doi.org/10.1038/379146a0>
- Gordon, A. L., Susanto, R.D., & Ffield, A. (1999). Throughflow within Makassar Strait. *Geophys. Res. Lett.*, 26(1), 3325–3328. <https://doi.org/10.1029/1999GL002340>
- Gordon, A. L., Susanto, R.D., Ffield, A., Huber, B. A., Pranowo, W., & Wirasantosa, S. (2008). Makassar Strait throughflow, 2004 to 2006. *Geophys. Res. Lett.*, 35(24), Artikel L24605. <https://doi.org/10.1029/2008GL036372>
- Gordon, A. L., Susanto, R. D., & Vranes, K. (2003). Cool Indonesian throughflow as a consequence of restricted surface layer flow. *Nature*, 425, 824–828.
- Hallegraeff, G. M., & Jeffrey, S. W. (1993). Annually recurrent diatom blooms in spring along the New South Wales coast of Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 44(2), 325–334. <https://doi.org/10.1071/MF9930325>
- Handayani, C., Soepardjo, A. H., & Aldrian, E. (2018). Impact of an El-Nino Southern Oscillation (ENSO) to fluctuation of skipjack catch production in southern east Java. *Journal of Physics: Conference Series*, 1217, Artikel 012170. <https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012170>
- Houde, E. D. (1987). Fish early life dynamics and recruitment variability. *American Fisheries Society Symposium*, 2, 17–29.
- Hutchings, L., Pitcher, G. C., Probyn, T. A., & Bailey, G. W. (1994). The chemical and biological consequences of coastal *upwelling*. Dalam C. P. Summerhayes, K.-C. Emeis, M. V. Angel, R. L. Smith, & B. Zeitzschel (Ed.), *Upwelling in the ocean: Modern processes and ancient records* (65–82). John Wiley and Sons.

- Ilahude, A. G. (1970). On the occurrence of *upwelling* in the southern Makassar Strait. *Marine Research in Indonesia*, 10, 3–53. <http://dx.doi.org/10.14203/mri.v10i0.335>
- Ilahude, A. G. (1978). On the factors affecting the productivity of the southern Makassar Strait. *Marine Research in Indonesia*, 21, 81–107. <http://dx.doi.org/10.14203/mri.v21i0.391>
- Kasim, K., Widodo, A., & Prasetyo, A. P. (2011). Pengaruh periode La Nina dan El Nino terhadap produksi beberapa pelagis kecil yang didaratkan di pantai utara Jawa. *Jurnal Lit. Perikan. Ind.*, 17(4), 257–264. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.17.4.2011.257-264>
- Kementerian PPN. (2013). *Background study rencana pembangunan jangka menengah nasional 2015-2019 bidang kelautan dan perikanan*. Direktorat Kelautan dan Perikanan, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Kemili, P., & Putri, M. R. (2012). Pengaruh durasi dan intensitas *upwelling* berdasarkan anomali suhu permukaan laut terhadap variabilitas produktivitas primer di perairan Indonesia. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan*, 4(1), 66–79. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v4i1.7807>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2022). <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/peraturan/Kepmen%20KP%20Nomor%2019%20Tahun%202022%20tentang%20Estimasi%20Potensi%2C%20JTB%20dan%20Tingkat%20Pemanfaatan%20SDI%20di%20WPPNRI.pdf>
- Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Ikan (Komnaskajiskan). (2022). *Estimasi potensi, jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB), Tingkat pemanfaatan (tp dan indikator kesehatan stok ikan di WPP-NRI*. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kiara. (2014, 20 Juni). *Daya saing perikanan menurun*. <http://www.kiara.or.id/2014/06/20/daya-saing-perikanan-menurun/>

- Kumar, P. S., Pillai, G. N., & Manjusha, U. (2014). El Nino Southern Oscillation (ENSO) impact on tuna fisheries in Indian Ocean. *SpringerPlus*, 3(591), 1–13. <https://doi.org/10.1186%2F2193-1801-3-591>
- Kunarso, Ismanto, A., Situmorang, P., & Wulandari, Y. S. (2018). Variability of *upwelling* in Bone Bay and Flores Sea. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(10), 742–751. <http://iaeme.com/Home/issue/IJCIET?Volume=9&Issue=10>
- Kunarso, K., Hadi, S., Ningsih, N. S., & Baskoro, M. S. (2012). Variabilitas suhu dan klorofil-a di daerah *upwelling* pada variasi kejadian ENSO dan IOD di perairan selatan Jawa sampai Timor. *Ilmu Kelautan: Indonesian J. of Marine Sciences*, 16(3), 171–180. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.16.3.171-180>
- Kuswardani, R. T. D., & Qiao, F. (2014). Influence of the Indonesian throughflow on the *upwelling* off the east coast of South Java. *Chinese Science Bulletin*, 59(33), 4516–4523. <https://doi.org/10.1007/s11434-014-0549-2>
- Largier, J. L. (2020). *Upwelling* bays: How coastal *upwelling* controls circulation, habitat, and productivity in bays. *Annual Review of Marine Science*, 12, 415–447. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010419-011020>
- Lasker, R. (Ed.). (1981). *Marine fish larvae: Morphology, ecology, and relation to fisheries*. University of Washington Press. <https://swfsc-publications.fisheries.noaa.gov/publications/CR/1981/1981XD.pdf>
- Lasker, R. (1987). Use of fish eggs and larvae in probing some major problems in fisheries and aquaculture. *American Fisheries Society Symposium*, 2, 17–29.
- Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (1996). *Dynamics of marine ecosystems: Biological-physical interactions in the oceans*. Blackwell Science, Inc.
- Merta, I. G. S. (1992). Beberapa parameter biologi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* (Bleeker 1853) dari perairan Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 67, 1–10.

- Miller, M. J., Wouthuyzen, S., Aoyama, J., Sugeha, H. Y., Watanabe, S., Kuroki, M., Syahailatua, A., Suharti, S., Hagihara, S., Tantu, F. Y., Trianto, Otake, T., & Tsukamoto, K. (2021). Will the high biodiversity of eels in the Coral Triangle be affected by climate change? Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (789, 1, Artikel 012011). <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/789/1/012011>
- Miller, M. J., Wouthuyzen, S., Sugeha, H. Y., Kuroki, M., Tawa, A., Watanabe, S., Syahailatua, A., Suharti, S., Tantu, F. Y., Otake, T., & Tsukamoto, K., & Aoyama, J. (2016). High biodiversity of leptocephali in Tomini Bay Indonesia in the center of the Coral Triangle. *Regional Studies Marine Science*, 8(1), 99–113. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.09.006>
- Moore, T. S., Marra, J., & Alkatiri, A. (2003). Response of the Banda Sea to the southeast monsoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 261, 41–49. <http://dx.doi.org/10.3354/meps261041>
- National Oceanographic. (2017, 13 November). *Upwelling dan kaitannya dengan fenomena di laut*. <https://www.national-oceanographic.com/img/3cc3aa61065684c71775630095544016867876ac.gif>
- Nontji, A. (1975). Distribution of chlorophyll-a in the Banda Sea by the end of *upwelling* season. *Marine Research in Indonesia*, 14(1), 49–59.
- Nontji, A. (1987). *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan
- Nurdin, S., Mustapha, M. A., & Lihan, T. (2013). The relationship between sea surface temperature and chlorophyll-a concentration in fisheries aggregation area in the archipelagic waters of spermonde using satellite images. *AIP Conference Proceedings*, 1571(1), 466–472. <https://doi.org/10.1063/1.4858699>
- Pratama, G. A., Pranowo, W. S., Sunarto, & Purba, N. P. (2015). Keterkaitan kondisi parameter fisika dan kimia perairan dengan distribusi klorofil-a di perairan Barat Sumatera. *Omni Akuatika*, 16, 33–43. <https://pustaka.unpad.ac.id/archives/150631>
- Rachman H. A., Gaol, J. L., Syamsudin, F., & As-syakur, A. (2020). Influence of coastal *upwelling* on sea surface temperature trends

- Banda Sea. Dalam *IOP conf. series: Earth and environmental science* (429, Artikel 012015). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/429/1/012015>
- Rochford, D. J. (1962). Hydrology of the Indian Ocean. II. The surface waters of the southeast Indian Ocean and Arafura Sea in the spring and summer. *Australian Journal for Marine and Freshwaters*, 13(3), 226–251. <https://doi.org/10.1071/MF9620226>
- Roessig, J. M., Woodley, C. M., Cech, J. J., & Hansen, L.J. (2004). Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14(2), 251–275. <http://dx.doi.org/10.1007/s11160-004-6749-0>
- Rosdiana, A., Prariono, T., Atmadipoera, A. S., & Zuraida, R. (2017). Nutrient and chlorophyll - A distribution in Makassar *upwelling* region: From MAJAFLOX cruise 2015. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science* (54, Artikel 012087). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012087>
- Rykaczewski, R. R., & Checkley Jr., D. M. (2008). Influence of ocean winds on the pelagic ecosystem in *upwelling* regions. *PNAS*, 105(6), 1965–1970. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0711777105.
- Satrioajie, W. N. (2016). Detection of *upwelling* using modis image and triton buoy in the North Papua Waters. *Jurnal Segara*, 10(2), 129–136. <https://doi.org/10.15578/segara.v10i2.22>
- Sediadi, A. (2004). Efek *upwelling* terhadap kelimpahan dan distribusi fitoplankton di perairan Laut Banda dan sekitarnya. *Makara Sains*, 8(2), 43–51. <http://dx.doi.org/10.7454/mss.v8i2.409>
- Setyadji, B., & Amri, K. (2017). The effect of climate anomaly (ENSO and IOD) on the distribution of swordfish (*Xiphias gladius*) in the eastern Indian Ocean. *Jurnal Segara*, 13(1), 49–63. <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v13i1.6422>
- Shingu, C. (1981). *Ecology and stock of southern bluefin tuna*. Australian CSIRO Division Fishery and Oceanography.
- Steidinger, K. A., & Walker, L. M. (1984). *Marine plankton life cycle strategies*. CRC Press.

- Sugeha, H. Y. (2003). *Life history of tropical eel Anguilla marmorata in the Indonesian waters* [Disertasi tidak diterbitkan]. University of Tokyo.
- Sugeha, H. Y., Suharti, S. R., Wouthuyzen, S., & Sumadhiharga, K. (2008). Biodiversity, distribution, and abundance of the tropical anguillid eels in the Indonesian waters. *Marine Research in Indonesia*, 33(2), 129–137. <https://doi.org/10.14203/mri.v33i2.486>
- Sumadhiharga, K. (1991). Struktur populasi dan reproduksi ikan momar merah (*Decapterus russelli*) di Teluk Ambon. Dalam D. P. Praseno, W. S. Atmadja, & O. H. Arinardi (Ed.), *Perairan Maluku dan sekitarnya* (39–48). Balitbang Sumber Daya Laut, P3O-LIPI.
- Sumadhiharga, K. (1992). *Anchovy fisheries and ecology with special reference to the reproductive biology of Stolephorus spp. in Ambon Bay, Indonesia* [Tesis tidak diterbitkan]. University of Tokyo.
- Sumadhiharga, K. (1994). Reproduksi dan makanan ikan momar putih (*Decapterus macrosoma*) di Teluk Ambon. Dalam *Perairan Maluku dan sekitarnya* (6, 27–40).
- Sumadhiharga, K., & Hukom, F. D. (1991). Penelitian beberapa aspek biologi ikan kawalnya (*Selar crumenophthalmus*) di perairan Pulau Ambon dan sekitarnya. Dalam D. P. Praseno, W. S. Atmadja, & O. H. Arinardi (Ed.), *Perairan Maluku dan sekitarnya* (31–38). Balitbang Sumber Daya Laut, P3O-LIPI.
- Sumadhiharga, K., & Langkosono. (1990). Beberapa aspek biologi ikan komu (*Auxis thazard*) di perairan Pulau Ambon. Dalam D. P. Praseno, W. S. Atmadja, & O. H. Arinardi (Ed.), *Perairan Maluku dan sekitarnya* (28–26). Balitbang Sumber Daya Laut, P3O-LIPI.
- Suman, A., Irianto, H. E., Satria, F., & Amri, K. (2016). Potensi dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di wilayah pengelolaan perikanan negara Republik Indonesia (WPP NRI) tahun 2015 serta opsi pengelolaannya. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 8(2), 97–110. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.8.2.2016.97-100>
- Suniada, K. I. (2020). Variability of sea surface temperature in fishery management area 715, Indonesia and its relation to the monsoon, ENSO and fishery production. *International Journal of*

- Remote Sensing and Earth Sciences*, 17(2), 99–114. <http://dx.doi.org/10.30536/j.ijreses.2020.v17.a3370>
- Susanto, R. D., Gordon, A. L., & Zheng, Q. (2001). *Upwelling along the coasts of Java and Sumatra and its relation to ENSO. Geophysical Research Letters*, 28(8), 1599–1602. <https://doi.org/10.1029/2000GL011844>
- Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., & Fleming, R. H. (1970). *The oceans: Their physic, chemistry, and general biology*. Prentice-Hall, Inc.
- Swara, I. G. M. A., Karang, I. W. G. A., & Indrawana G. S. (2021). Analisis pola sebaran area *upwelling* di selatan Indonesia menggunakan citra MODIS Level-2. *Journal of Marine Research and Technology*. 4(1), 56–71. <https://doi.org/10.24843/JMRT.2021.v04.i01.p09>
- Syahailatua, A. (2022). *Manfaat riset iktioplankton dalam mendukung pengelolaan sumber daya ikan di Indonesia*. Penerbit BRIN. <https://penerbit.brin.go.id/press/catalog/view/715/467/12250>
- Syahailatua, A., Ali, S. A., & Makatipu, P. (2008). Strategi reproduksi ikan terbang (Exocoetidae) dan kaitannya dengan faktor oseanografi di perairan Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(3), 303–310. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.3.2008.303-311>
- Syahailatua, A., Taylor, M. D., & Suthers, I. M. (2011). Growth variability and stable isotope composition of two larval carangid fishes in the East Australian Current: The role of *upwelling* in the separation zone. *Deep Sea Research II*, 58(5), 691–698. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.06.009>
- Tajjuddah, M. (2016). Observations of sea surface temperature on spatial and temporal using aqua MODIS satellite in west Banda Sea. *Procedia Environ. Sci.*, 33, 568–573. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.109>
- Tahir, M. (2013). Peranan oseanografi dalam pemanfaatan sumber daya perikanan berkelanjutan. Dalam A. I. Burhanuddin, H. M. N. Nessa, & A. Niartiningsih (Ed), *Membangun sumber daya*

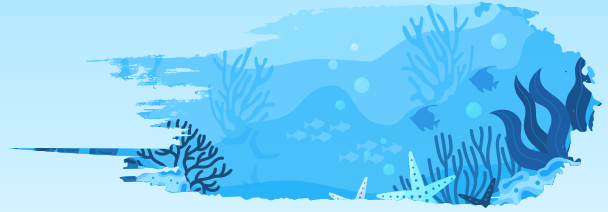
kelautan Indonesia: Gagasan dan pemikiran guru besar Universitas Hassanuddin. IPB Press.

- Taufikurahman, Q., & Hidayat R. (2017). Coastal *upwelling* in southern coast of Sumbawa Island, Indonesia. Dalam *IOP conf. series: Earth and environmental science* (54, Artikel 012075). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012075>
- Tiedemann, M., Fock, H. O., Brehmer, P., Doring, J., & Mollmann, C. (2017). Does *upwelling* intensity determine larval fish habitats in *upwelling* ecosystems? The case of Senegal and Mauritania. *Fisheries Oceanography*, 26(6), 665–667. <https://doi.org/10.1111/fog.12224>
- Tito, C. K., & Susilo, E. (2016). The correlation of *upwelling* phenomena and ocean sunfish occurrences in Nusa Penida, Bali. Dalam *IOP conf. series: Earth and environmental science* (55, Artikel 012031). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/55/1/012031>
- Trisianto, G., Wulandari, S. Y., Suryoputro, A. A. D., Handoyo G., & Zainuri, M. (2021). Studi variabilitas *upwelling* di Laut Banda. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 25–35. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.9764>
- Tubalawony, S., Kusmanto, E., & Muhajirin. (2012). Suhu dan salinitas permukaan merupakan indikator *upwelling* sebagai respon terhadap angin muson tenggara di perairan bagian utara Laut Sawu. *Ilmu Kelautan*, 17(4), 226–239. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijms/article/view/5137>
- Upwelling*, Arlindo dan pergerakan ikan tuna di Indonesia. (2018, 3 Agustus). *Darilaut*. <https://darilaut.id/berita/laporan-khusus/upwelling-arlindo-dan-pergerakan-ikan-tuna-di-indonesia>
- Utama, F. G., Atmadipoera, A. S., Purba, M., Sudjono, E. H., & Zuraida, R. (2017). Analysis of *upwelling* event in Southern Makassar Strait. Dalam *IOP conf. ser.: Earth environ. sci.* (54, Artikel 012085). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012085>
- Varela, R., Santos, F., Gómez-Gesteira, M., Álvarez, I., Costoya, X., & Días, J. M. (2016). Influence of coastal *upwelling* on SST Trends

- along the south coast of Java. *PLoS One*, 11(9), Artikel e01621222. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162122>
- Wirasatriya, A., Susanto, R. D., Kunarso, Jalil, A. R., Ramdani, F. & Puryajati, A. D. (2021). Northwest monsoon *upwelling* within the Indonesian seas. *International Journal of Remote Sensing*, 42(14), 5433–5454. <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1918790>
- Wouthuyzen, S., Miller, M. J., Aoyama, J., Minagawa, G., Sugeha, H. Y., Suharti, S. R., Inagaki, T., & Tsukamoto, K. (2005). Biodiversity of anguilliform leptocephali in central Indonesian Seas. *Bulletin of Marine Science*, 77(2), 209–223. <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2005/00000077/00000002/art00005?crawler=true>
- Wouthuyzen, S. (2002). Studi umbalan (*upwelling*) di perairan Laut Seram dan Laut Banda. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 34, 17–35.
- Wouthuyzen, S., Kusmanto, E., Fadli, M., Harsono, G., Salamena, G., Lekalette, J. & Syahailatua, A. (2020). Ocean color as a proxy to predict sea surface salinity in the Banda Sea. Dalam *IOP conf. series: Earth and environmental science* (618, Artikel 012037). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/618/1/012037>
- Wyrтки, K. (1958). The water exchange between the Pacific and the Indian Oceans in relation to *upwelling* processes. *Proc. Ninth Pac. Sci. Cong.*, 16, 61–65.
- Wyrтки, K. (1961). *Physical oceanography of the Southeast Asian waters*. The University of California, Scripps Institution of Oceanography. <https://escholarship.org/uc/item/49n9x3t4>
- Yari, S., & Mohrholz, V. (2020, 4–8 May). *Seasonal to interannual variations of wind forcing in the Peruvian upwelling system* [Abstrak]. EGU General Assembly 2020, Online, EGU2020-22388. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-22388>
- Zainuddin, M., Mallawa, A., Safruddin, Farhum, S. A., Hidayat, R., Putri, A. R. S., & Ridwan, M. (2020). Spatio-temporal thermal fronts distribution during January-December 2018 in Makassar

Strait: An important implication for pelagic fishery. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 6(1), 11–15. <http://dx.doi.org/10.20956/jiks.v6i1.9899>

Zheng, Y., Rugenstein, M., Pieper, P., Beobide-Arsuaga, G., & Baehr, J. (2022). El Niño–Southern Oscillation (ENSO) predictability in equilibrated warmer climates. *Earth Syst. Dynamic*, 13(4), 1611–1623, <https://doi.org/10.5194/esd-13-1611-2022>.



BAB 8

Penangkapan Ikan Terukur: Tantangan dan Penerapan

Eli Nurlaela

A. Regulasi Penangkapan Ikan Terukur

Sumber daya perikanan laut Indonesia telah lama menjadi tulang punggung sektor kelautan dan perikanan, menyumbang tidak hanya untuk pemenuhan kebutuhan pangan domestik, tetapi juga dalam konteks ekonomi nasional. Kebutuhan pengelolaan yang bijak terhadap sumber daya ini menjadi makin mendesak seiring dengan tuntutan global untuk mencapai perikanan berkelanjutan. Dalam kerangka ini, kebijakan penangkapan ikan terukur (PIT) muncul sebagai inovasi signifikan dan menjadi prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan. Kebijakan PIT yang diterapkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 dan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2023 tentang

E. Nurlaela

Politeknik Ahli Usaha Perikanan, *e-mail*: elimumtaza@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Nurlaela, E. (2023). Penangkapan ikan terukur: Tantangan dan penerapan. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (267–314). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c759 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur adalah langkah terkini yang dilakukan pemerintah dalam upaya memastikan keberlanjutan eksploitasi perikanan laut Indonesia.

Kebijakan PIT dibuat sebagai upaya dalam mengelola sumber daya kelautan dan perikanan di Indonesia dengan menetapkan pembatasan kuota penangkapan (*catch limit*) sebagai kontrol *output*. Menurut Pasaribu et al. (2022) dan Trenggono (2023), kebijakan ini merupakan model pengelolaan perikanan yang baru diterapkan di Indonesia dan bertujuan untuk menjaga kelestarian sumber daya perikanan dengan tetap mengupayakan optimalisasi manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat nelayan dan pelaku usaha.

Baru diterbitkan pada bulan Maret 2023 menjadikan PIT sebagai regulasi yang relatif baru dalam konteks perikanan Indonesia. Oleh karena itu, literatur ilmiah dan penelitian yang berkaitan dengan PIT masih terbatas sehingga menjadikan penelitian ini sangat relevan dan mendesak. Penulis naskah ini telah secara aktif terlibat dalam penelitian mengenai implementasi PIT di berbagai pelabuhan perikanan. Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, implementasi PIT masih belum berjalan dengan baik. Hal ini tecermin dari ketidakadaan kapal berizin pusat berukuran di atas 30 GT maupun kapal yang berlayar di atas 12 mil yang mendaratkan hasil tangkapan di pelabuhan ini. Di samping itu, penarikan penerimaan negara bukan pajak (PNBP) pascaproduksi dari sumber daya alam juga terkendala karena alasan ini. Penelitian lebih lanjut di Pelabuhan Perikanan Tumumpa, Sulawesi Utara, menunjukkan bahwa ada tantangan signifikan yang dihadapi oleh para pemangku kepentingan perikanan dalam penggunaan aplikasi *e-PIT*, seperti keterbatasan sumber daya manusia dan kesulitan dalam mengoperasikan aplikasi pendukung kebijakan PIT. Kerja sama dengan Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan di Politeknik Ahli Usaha Perikanan telah memungkinkan penulis untuk mendalaminya lebih lanjut dengan menempatkan taruna/mahasiswa untuk praktik di pelabuhan yang menerapkan penarikan PNBP pascaproduksi.

Dengan demikian, bab ini mengulas pentingnya implementasi kebijakan PIT di Indonesia dan tantangannya. Pendekatan deskriptif digunakan untuk memahami dan menggambarkan implementasi serta dampak kebijakan PIT dalam mencapai pengelolaan sumber daya perikanan laut yang berkelanjutan di Indonesia. Selain itu, pendekatan deskriptif dipilih untuk memberikan gambaran yang jelas, mendalam, dan terperinci tentang bagaimana PIT diimplementasikan serta dampaknya pada berbagai aspek perikanan laut.

B. Arah Kebijakan Pengelolaan Perikanan di Indonesia melalui Penangkapan Ikan Terukur

Indonesia, sebagai negara maritim dengan luas lautan yang mencakup lebih dari 5,8 juta kilometer persegi, memiliki sumber daya perikanan laut yang sangat melimpah. Sumber daya ini tidak hanya berperan dalam memenuhi kebutuhan protein hewani bagi penduduk Indonesia yang jumlahnya mencapai lebih dari 270 juta jiwa, tetapi juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan, menciptakan lapangan kerja, dan berperan dalam perekonomian nasional. Namun, pengelolaan sumber daya perikanan laut yang berkelanjutan telah menjadi tantangan yang makin mendesak. Perikanan laut Indonesia, seperti banyak negara lainnya, telah dihadapkan pada berbagai tantangan yang serius, termasuk penangkapan berlebihan, degradasi ekosistem laut, dan ancaman terhadap mata pencaharian nelayan tradisional. Selama beberapa dekade, penangkapan ikan yang tidak terkendali dan praktik-praktik yang merusak lingkungan laut telah mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan, mengakibatkan penurunan stok ikan, dan ketidakpastian ekonomi bagi nelayan.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini dan memastikan bahwa sumber daya perikanan laut kita dapat berlanjut untuk generasi mendatang, pemerintah Indonesia telah melakukan upaya-upaya pengelolaan perikanan. Pengelolaan sumber daya perikanan di Indonesia telah mengalami evolusi yang signifikan selama beberapa

dekade terakhir. Perjalanan ini mencakup berbagai kebijakan dan inisiatif yang mengarah pada pengembangan konsep *blue economy*. Dalam bab ini, kita akan membahas perjalanan kebijakan pengelolaan perikanan Indonesia dari masa sebelumnya hingga *blue economy*, serta agenda program prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang mencakup lima kebijakan *blue economy* untuk pengelolaan kelautan dan perikanan di Indonesia.

Indonesia memiliki sejarah panjang dalam pengelolaan sumber daya perikanan lautnya. Pada masa lalu, fokus utamanya adalah pada penangkapan ikan yang berkelanjutan. Namun, tantangan yang ada, seperti penangkapan berlebihan, degradasi lingkungan laut, dan kerusakan ekosistem membutuhkan perluasan pandangan dalam pengelolaan perikanan. Konsep *blue economy* menjadi makin relevan dalam pengelolaan perikanan global dan nasional. Ini mencerminkan pergeseran paradigma dari pengambilan sumber daya laut yang eksploitatif menjadi pendekatan berkelanjutan yang lebih komprehensif. Kebijakan perikanan dunia juga telah merangkul konsep *blue economy*. Berbagai organisasi, seperti PBB dan FAO, telah menyusun panduan untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan di seluruh dunia. Inisiatif global ini memberikan panduan dan dukungan bagi negara-negara, termasuk Indonesia, dalam mencapai tujuan *blue economy*.

KKP telah mengidentifikasi lima kebijakan *blue economy* sebagai program prioritas untuk pengelolaan kelautan dan perikanan di Indonesia, yaitu perluasan kawasan konservasi laut, penangkapan ikan terukur, pembangunan budi daya ramah lingkungan dan berkelanjutan, pengawasan dan pengendalian kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil, serta penanganan limbah plastik di laut. Saat ini pemerintah memperkenalkan kebijakan penangkapan ikan terukur sebagai salah satu program prioritasnya. Kebijakan ini diklaim dapat mewakili tonggak penting upaya Indonesia dalam mengelola perikanan laut secara berkelanjutan. Salah satu tujuan utama dari PIT adalah mengendalikan penangkapan berlebihan. Harapannya, dengan mengimplementasikan sistem yang membatasi jumlah ikan yang

dapat ditangkap, keseimbangan antara penangkapan dan regenerasi stok ikan akan terwujud.

C. Latar Belakang Kebijakan Penangkapan Ikan Terukur

Kebijakan PIT merupakan respons dari pemerintah Indonesia terhadap berbagai tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan sumber daya perikanan laut. Beberapa latar belakang utama yang mendorong pembuatan kebijakan ini adalah sebagai berikut.

- 1) Pengendalian dilakukan dengan perizinan tanpa memberikan kuota per kapal

Sebelum adanya kebijakan PIT, pengendalian perikanan di Indonesia lebih berfokus pada sistem perizinan tanpa memberikan kuota penangkapan ikan per kapal. Hal ini berarti bahwa nelayan atau perusahaan perikanan diberikan izin untuk menangkap ikan, tetapi tanpa batasan kuota yang jelas. Akibatnya, aktivitas penangkapan ikan menjadi sulit diatur dan tidak ada mekanisme yang memastikan bahwa tangkapan ikan tetap berada dalam batas yang berkelanjutan.

- 2) *Race to fish*

Fenomena *race to fish* menggambarkan perlombaan kompetitif di antara pelaku usaha perikanan untuk menangkap ikan sebanyak mungkin tanpa memperhatikan kualitas dan mutu ikan hasil tangkapan. Hal ini terjadi karena ketiadaan kuota penangkapan yang mengatur berapa banyak ikan yang dapat ditangkap oleh masing-masing pelaku usaha. Dalam situasi ini, nelayan dan pelaku usaha perikanan cenderung bersaing untuk mendapatkan bagian yang lebih besar dari sumber daya perikanan yang tersedia tanpa memperhitungkan dampaknya terhadap keberlanjutan sumber daya tersebut.

- 3) PNBP praproduksi tanpa memperhitungkan jumlah tangkapan yang didaratkan

Sebelum PIT, PNBP yang dikenakan pada sektor perikanan tidak selalu memperhitungkan jumlah tangkapan ikan yang sebenarnya didaratkan oleh nelayan atau perusahaan perikanan. Hal ini mengakibatkan ketidakadilan, di mana beberapa pihak mungkin membayar lebih banyak PNBP daripada yang seharusnya (merugi), sementara yang lain membayar kurang (untung). Ketidakadilan dalam PNBP ini menjadi salah satu masalah yang perlu diatasi dalam upaya memperbaiki sistem pengelolaan perikanan di Indonesia.

Dalam pengimplementasian kebijakan pengelolaan perikanan berbasis kuota, pemerintah mengambil contoh dari negara-negara lain yang menerapkan penangkapan ikan berbasis kuota. Menurut Chu (2009) dan Hatcher et al. (2002), negara yang telah menerapkan pengelolaan perikanan berbasis kuota, antara lain Kanada, Amerika Serikat, Chili, Argentina, Portugal, Moroko, Norwegia, Denmark, Namibia, Afrika Selatan, Italia, Belanda, Estonia, Australia, Selandia Baru, Greenland, Islandia, dan Falkland Island. Menurut Kharismawan dan Wisanjaya (2021), negara-negara di Uni Eropa ingin menetapkan persentase alokasi penangkapan ikan yang bersifat *relative stability* atau bersifat tetap, sedangkan negara Inggris ingin menetapkan tangkapan ikan yang berbasis pada keterikatan zona atau *zona attachment*.

Newell et al. (2005) dan Pascoe et al. (2022) melaporkan bahwa pengelolaan perikanan berbasis kuota dapat menjadi instrumen yang efektif untuk pengelolaan perikanan yang efisien di Selandia Baru, tetapi tidak di Australia. Nelayan kecil di Australia sebagian besar memberi persepsi negatif tentang kinerja dalam hal hasil lingkungan, sosial, dan ekonomi. Sementara itu, menurut Bertheussen et al. (2020), keputusan strategis yang paling penting bagi perusahaan perikanan di Norwegia bukanlah untuk memperoleh kapasitas tangkapan fisik atau kepemilikan kuota sebesar mungkin, tetapi untuk mencapai kesesuaian terbaik di antara dua volume kuota dan kapasitas kapal.

Hingga saat ini, pengelolaan perikanan berbasis kuota di negara yang beriklim tropis baru diterapkan di Indonesia. Meskipun Australia bagian utara, yaitu Queensland dan Northern Territory beriklim tropis, sebagian besar Australia memiliki iklim beragam, termasuk iklim gurun, iklim mediterania, dan iklim subtropis (Fiddes et al., 2021). Perbedaan iklim di berbagai wilayah dunia memengaruhi karakteristik perairan dan habitat di sumber daya perikanan serta keanekaragaman hayati di dalamnya. Iklim yang berubah dapat memengaruhi kesuburan perairan dan kelimpahan ikan pelagis (Ningsih et al., 2018). Perubahan iklim juga dapat memengaruhi siklus organisme dalam ekosistem dan kegiatan nelayan serta dapat memengaruhi kondisi pesisir dan perairan, seperti peningkatan suhu air laut, peningkatan tinggi permukaan air laut, dan peningkatan intensitas badai dan siklon tropis (Gai, 2020). Oleh karena itu, pengelolaan perikanan di setiap negara harus disesuaikan dengan kondisi iklim, lingkungan setempat, dan habitatnya.

D. Pentingnya Kestabilan Regulasi dalam Penerapan Kebijakan Penangkapan Ikan Terukur

Regulasi adalah instrumen hukum yang sah dan mengikat. Dengan memiliki landasan hukum yang kuat, suatu kebijakan menjadi sah secara hukum, memberikan legitimasi pada otoritas yang mengeluarkannya, dan memberikan dasar hukum untuk mengambil tindakan yang diperlukan. Regulasi memberikan kepastian hukum kepada masyarakat (Purwaningsih & Chikmawati, 2022; Purnama, 2022). Hal ini berarti masyarakat tahu apa yang diharapkan dari mereka, apa yang dilarang, dan apa konsekuensinya. Regulasi sebagai dasar hukum suatu kebijakan sangat penting untuk memastikan keberlangsungan dan keberhasilan kebijakan tersebut. Adapun rangkaian regulasi terkait penangkapan ikan terukur tersaji dalam Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Rangkaian Regulasi Penangkapan Ikan Terukur

No	Regulasi	Tentang	Tanggal Diundangkan	Status
1.	Kepmen KP Nomor 50 Tahun 2022	Penetapan Pelabuhan Pangkalan yang Telah Memenuhi Syarat Penarikan Pasca Produksi atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berasal dari Pemanfaatan Sumber Daya Alam Perikanan	18 Agustus 2022	Tidak berlaku
2.	Kepmen KP Nomor 4 Tahun 2023	Penetapan Pelabuhan Pangkalan yang Telah Memenuhi Syarat Penarikan Pasca Produksi atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berasal dari Pemanfaatan Sumber Daya Alam Perikanan	04 Januari 2023	Tidak berlaku
3.	Kepmen KP Nomor 21 Tahun 2023	Harga Acuan Ikan	20 Januari 2023	Tidak berlaku
4.	PP Nomor 11 Tahun 2023	Penangkapan Ikan Terukur	06 Maret 2023	Berlaku
5.	Kepmen KP Nomor 132 Tahun 2023	Rencana Induk Pelabuhan Perikanan Nasional	04 Agustus 2023	Berlaku
6.	Kepmen KP Nomor 139 Tahun 2023	Penetapan Pelabuhan Pangkalan yang Telah Memenuhi Syarat Penarikan Pasca Produksi atas Jenis PNBPN yang Berasal dari Pemanfaatan SDA Perikanan	15 Agustus 2023	Berlaku
7.	Permen KP Nomor 28 Tahun 2023	Peraturan Pelaksanaan PP Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur	01 September 2023	Berlaku
8.	Kepmen KP Nomor 140 Tahun 2023	Harga Acuan Ikan	15 September 2023	Berlaku

Beberapa regulasi, seperti Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (Kepmen KP) Nomor 50 Tahun 2022, Kepmen KP Nomor 4 Tahun 2023, dan Kepmen KP Nomor 21 Tahun 2023, dinyatakan tidak berlaku. Hal ini mencerminkan ketidakpastian dalam penyusunan regulasi yang dapat merugikan pelaku usaha perikanan yang bergantung pada pedoman yang jelas (Payong et al., 2021). Pentingnya kepastian hukum dalam kebijakan perikanan sangat ditekankan. Regulasi yang sering berubah atau dinyatakan tidak berlaku dapat merusak kepercayaan pelaku usaha perikanan dan menghambat investasi jangka panjang di sektor ini. Dalam menghadapi perubahan lingkungan perikanan yang cepat, penting untuk memiliki regulasi yang responsif dan mampu mengatasi tantangan baru yang muncul. Tambahan lagi, dalam menyusun dan mengimplementasikan regulasi, kepentingan nelayan sebagai kelompok yang paling terdampak, penting untuk diperhatikan.

Selain itu, perubahan yang cepat dalam regulasi menciptakan ketidakpastian hukum bagi para pelaku usaha perikanan. Mereka kesulitan untuk merencanakan investasi jangka panjang dan operasional bisnis ketika regulasi sering berubah. Akibatnya, hal ini dapat menghambat pertumbuhan sektor perikanan. Oleh karena tiap kali regulasi berubah, pelaku usaha perikanan harus beradaptasi dengan perubahan tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan biaya tambahan dalam memahami, menerapkan, dan mematuhi peraturan baru. Mereka juga harus meluangkan waktu untuk memahami perubahan tersebut sehingga mengganggu produktivitas mereka. Selain itu, perubahan terlalu cepat dalam regulasi juga dapat membuat tugas pengawasan dan penegakan hukum menjadi lebih sulit. Sebuah tantangan yang muncul adalah ketidaksesuaian antara teknis kebijakan dengan regulasi yang ada. Sebagai contoh, ketidakadaan regulasi yang mengatur tugas syahbandar dalam mendukung PIT. Oleh karena itu, diperlukan percepatan dalam merevisi Peraturan Menteri KP Nomor 3 Tahun 2013 yang berkaitan dengan fungsi syahbandar di pelabuhan perikanan, terutama dalam konteks mendukung implementasi kebijakan PIT. Syahbandar memainkan peran sentral

dalam pelaksanaan PIT, termasuk memastikan bahwa kapal perikanan mematuhi pembayaran PNBП pascaproduksi saat mereka memperoleh surat persetujuan berlayar (SPB) dan tidak memberikan SPB kepada kapal yang telah habis pemanfaatan kuota penangkapannya.

Regulasi yang sering berubah memerlukan sumber daya yang lebih besar untuk memastikan kepatuhan dan ini bisa menjadi beban ekstra bagi instansi yang bertanggung jawab. Ketidakpastian dan perubahan cepat dalam regulasi juga dapat membuat pengambilan keputusan strategis menjadi sulit. Kebijakan PIT merupakan transformasi besar dalam pengelolaan perikanan di Indonesia. Hal ini melibatkan integrasi yang komprehensif dari seluruh rantai nilai perikanan, mulai dari hulu hingga hilir, dalam sebuah kerangka manajemen yang terintegrasi dan menyeluruh. Oleh karena itu, penyesuaian yang cermat dalam regulasi menjadi penting untuk memastikan pelaksanaan kebijakan ini berjalan secara efisien. Hingga naskah ini ditulis pun, perancangan regulasi terkait penangkapan ikan terukur masih dalam proses perumusan, di antaranya pengaturan tentang kuota industri dan kuota nelayan lokal pada setiap pelabuhan pangkalan. Hingga kemudian pada 29 November 2023, Menteri Kelautan dan Perikanan menerbitkan Surat Edaran Nomor: B.1954/MEN-KP/XI/2023 tentang Relaksasi Kebijakan pada Masa Transisi Pelaksanaan Penangkapan Ikan Terukur hingga akhir tahun 2024 yang menjelaskan bahwa ketentuan mengenai penarikan penerimaan negara bukan pajak (PNBP) untuk pemberian kuota penangkapan ikan, PNBP untuk pemindahan kuota penangkapan ikan, dan PNBP bagi perizinan berusaha yang diterbitkan oleh gubernur ditunda/ belum dapat dilaksanakan sampai dengan diterbitkannya peraturan perundang-undangan yang mengatur hal tersebut.

E. Zona Penangkapan Ikan Terukur di Wilayah Pengelolaan Perikanan

Sebagaimana disebutkan dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 11 Tahun 2023, zona PIT adalah wilayah pengelolaan perikanan negara Republik Indonesia dan laut lepas yang dikelola untuk pemanfaatan

sumber daya ikan dengan penangkapan ikan secara terukur. Zona PIT yang merupakan karakteristik teknis serta pengaturan daerah penangkapan dalam setiap zonanya akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan usaha nelayan (Picaulima et al., 2022). Dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan (Permen KP) Nomor 18/Permen KP/2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) telah ditetapkan 11 WPPNRI, kemudian melalui kebijakan PIT, KKP membagi 11 WPPNRI tersebut ke dalam *cluster* zona penangkapan ikan 01 s.d. 06 (Gambar 8.1).



Sumber: PP Nomor 11 (2023)

Gambar 8.1 Zona Penangkapan Ikan Terukur di WPPNRI

Sementara itu, pemetaan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di zona penangkapan ikan disesuaikan dengan Kepmen KP Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Di WPPNRI (Tabel 8.2).

Tabel 8.2 Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Indonesia

	Zona 01		Zona 02		Zona 03		Zona 04		Zona 05		Zona 06	
	711	716	717	714	715	718	572	573	571	712	713	
Ikan Pelagis Kecil	0,9	0,7	0,3	0,7	0,7	0,51	0,2	0,6	0,3	0,4	1,1	
Ikan Pelagis Besar	0,7	0,5	0,9	0,7	0,7	0,99	1,1	0,9	1,4	1,3	0,8	
Ikan Demersal	0,8	0,4	0,5	0,7	0,7	0,67	0,9	0,2	1,2	1,1	0,3	
Ikan Karang	0,5	1,6	1,2	1,1	1,3	0,10	1,1	2,5	0,4	0,8	1,3	
Udang Penaeid	0,6	0,5	0,5	1,0	0,7	0,86	1,5	1,2	1,6	0,8	0,8	
Lobster	1,1	0,9	0,8	1,7	1,2	0,97	1,6	2,0	1,4	0,5	1,3	
Kepiting	1,9	0,8	0,2	1,4	0,7	0,85	0,1	0,7	1,5	0,9	0,7	
Rajungan	1,2	0,5	1,5	0,6	0,7	0,77	1,6	0,6	0,8	0,7	1,5	
Cumi-Cumi	0,5	0,9	0,6	0,5	0,9	1,28	0,4	1,1	0,7	0,9	1,2	

Keterangan:

$E < 0,5$ = *Moderate*, upaya penangkapan dapat ditambah;

$0,5 \leq E < 1$ = *Fully exploited*, upaya penangkapan dipertahankan dengan monitor ketat;

$E \geq 1$ = *Over exploited*, upaya penangkapan harus dikurangi.

Sumber: Kepmen KP Nomor 19 (2022)

Berdasarkan Tabel 8.2 diketahui bahwa ikan pelagis kecil memiliki tingkat pemanfaatan *fully exploited* pada sebagian besar WPPNRI, kecuali PPNRI 717 dan WPPNRI 572 yang cenderung memiliki tingkat pemanfaatan yang berada dalam kategori *moderate* ($E < 0,5$). Artinya, upaya penangkapan pada kedua wilayah ini dapat ditambah untuk memaksimalkan hasil tangkapan. Ikan pelagis besar, ikan demersal, dan udang penaeid cenderung berada dalam kategori *fully exploited* ($0,5 \leq E < 1$) di banyak WPPNRI. Hal ini menunjukkan perlunya menjaga upaya penangkapan dengan pengawasan ketat untuk mencegah *overexploited*. Ikan karang, lobster, kepiting, rajungan, dan cumi-cumi di sebagian besar WPPNRI memiliki tingkat pemanfaatan yang cenderung tinggi dan termasuk dalam kategori *fully exploited* atau bahkan *overexploited* ($E \geq 1$). Pemerintah harus memperhatikan pula wilayah perairan yang menjadi daerah pemijahan ikan, seperti Laut Banda yang merupakan habitat pemijahan bagi ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) (Widodo et al., 2015; Wagiyo et al.,

2015). Oleh karena itu, diperlukan tindakan untuk mengurangi upaya penangkapan agar tidak merusak keberlanjutan sumber daya ikan.

Data menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan sumber daya ikan bervariasi di berbagai zona. Ada zona dengan tingkat pemanfaatan yang rendah ($E < 0,5$), yang menunjukkan potensi untuk menambah upaya penangkapan ikan. Namun, ada juga zona dengan tingkat pemanfaatan yang tinggi ($E \geq 1$), yang mengindikasikan perlunya mengurangi upaya penangkapan. Status tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di zona 04, 05, dan 06 didominasi tingkat *overexploited* sehingga opsi pengelolaan yang harus segera dilakukan adalah mengurangi jumlah upaya penangkapan pada zona tersebut. Pemerintah berkeinginan agar pemanfaatan sumber daya ikan diarahkan dengan maksimal, dengan mempertimbangkan kapasitas dan keberlanjutannya, melalui pengaturan zona penangkapan ikan yang dapat diukur, serta kuota penangkapan ikan. Salah satu solusi yang perlu dipertimbangkan adalah mengurangi jumlah upaya penangkapan ikan di zona tersebut. Hal ini dapat dicapai dengan menetapkan kuota penangkapan ikan yang lebih ketat untuk zona-zona ini.

Pengelolaan perikanan di berbagai WPPNRI harus memperhatikan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan yang berbeda-beda di setiap wilayah. Pengawasan ketat dan tindakan pengurangan upaya penangkapan diperlukan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ikan yang sudah terancam. Selain itu, pembagian kuota penangkapan ikan harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk jumlah nelayan, ukuran kapal, alat penangkapan, dan karakteristik sumber daya ikan serta habitatnya, untuk memastikan pemanfaatan sumber daya ikan yang berkelanjutan dan adil bagi berbagai pihak yang terlibat dalam industri perikanan.

Kuota penangkapan ikan yang ketat akan membantu menjaga keberlanjutan sumber daya ikan di zona tersebut. Pemerintah harus memastikan bahwa kuota ini didasarkan pada penilaian ilmiah yang cermat tentang kesehatan populasi ikan dan kapasitas regenerasinya. Selain itu, pengawasan dan penegakan hukum yang ketat juga diperlukan untuk memastikan bahwa kuota ini diikuti secara ketat oleh

nelayan dan pihak-pihak terkait. Selain mengatur kuota penangkapan ikan, pemerintah juga perlu mempertimbangkan langkah-langkah lain, seperti perlindungan habitat ikan dan pengurangan upaya penangkapan ikan yang merusak lingkungan. Pendekatan yang komprehensif dapat membantu menjaga keberlanjutan sumber daya ikan di WPP yang terancam *overexploited* dan memastikan bahwa mereka tetap lestari untuk generasi mendatang.

Mengacu pada Gambar 8.1, dijelaskan bahwa investasi penanaman modal dalam negeri (PMDN) hanya diperuntukkan bagi zona 05 dan 06. Zona 05 merupakan alur pelayaran internasional sehingga terdapat pembatasan kegiatan penangkapan ikan. Sementara itu, zona 06 merupakan wilayah konservasi di mana banyak kawasan penyangga terumbu karang dan *sea grass*, seperti taman laut Karimun Jawa, Takabonerate, dan Wakatobi, sehingga penanaman modal/ investasi hanya dibuka untuk pemodal dalam negeri. Gambar 8.1 juga menjelaskan bahwa badan usaha yang telah mendapatkan status hukum yang memungkinkan mereka memanfaatkan kuota industri di zona 01, zona 02, zona 03, dan zona 04 dapat mengalokasikan PMDN atau penanaman modal asing (PMA). Harapannya, investasi asing dapat meningkatkan ekonomi Indonesia dengan memberikan aliran dana yang signifikan ke sektor perikanan. Ini mencakup investasi dalam pembelian kapal perikanan, teknologi canggih, infrastruktur pelabuhan, dan fasilitas pemrosesan ikan. Peningkatan investasi ini dapat menciptakan lapangan kerja, menggerakkan pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan pendapatan nasional. Investasi asing juga sering kali membawa teknologi canggih dan praktik terbaik dalam industri perikanan. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi operasi perikanan di Indonesia, membantu nelayan dan pelaku usaha lokal meningkatkan produktivitas, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa investasi asing dapat memperluas laju perkembangan moneter publik di Indonesia dan meningkatkan produk domestik bruto (Alice et al., 2021; Rosmayanti & Apriani, 2023).

Menurut Sulaiman (2013), penanaman modal asing sebenarnya merujuk pada investasi yang diberikan oleh pihak asing dalam bentuk modal atau permodalan untuk kegiatan di dalam negeri, dalam konteks ini, dalam sektor perikanan. Namun, kapal yang beroperasi tetap harus berbendera Indonesia dan tunduk pada hukum dan peraturan perikanan yang berlaku di Indonesia. Hal ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa kegiatan penangkapan ikan tetap sesuai dengan regulasi dan tidak mengancam kedaulatan Indonesia dalam pengelolaan sumber daya ikan.

Namun, muncul beberapa keprihatinan dalam konteks ini, di antaranya skema kemitraan yang diajukan oleh pemerintah kepada sektor swasta dan investor asing menimbulkan ancaman kapal ikan asing terhadap kedaulatan Indonesia. Nelayan kecil terancam bersaing dengan kapal asing dalam perebutan hasil tangkapan ikan. Selain itu, kebijakan PIT memungkinkan sistem kontrak membuka peluang bagi kepentingan pemodal asing dalam pengelolaan sumber daya ikan di seluruh Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI). Dalam skenario ini, kapal bekas asing dan kapal ikan asing yang telah mendapatkan izin atau lisensi memiliki potensi untuk beralih menjadi kapal ikan berbendera Indonesia yang dapat beroperasi secara bebas dan mengakses sumber daya laut kita. Pertanyaan yang muncul adalah apa yang akan terjadi pada nelayan kita jika WPPNRI disewakan kepada investor asing? Apakah mereka masih diizinkan untuk menangkap ikan di perairan yang sebelumnya dikuasai oleh kapal asing? Tidak ada jaminan bahwa kapal asing berukuran di atas 30 GT tidak akan terlibat dalam penangkapan ikan di wilayah yang secara tradisional digunakan oleh nelayan lokal.

Untuk mengatasi kekhawatiran yang muncul terkait ancaman terhadap kedaulatan Indonesia dan nelayan kecil akibat investasi asing dalam sektor perikanan, pemerintah dapat melakukan sejumlah upaya, yaitu menerapkan regulasi ketat, menjaga keseimbangan dalam skema kemitraan, mengintensifkan pengawasan aktivitas kapal asing, melibatkan nelayan kecil dalam pengambilan keputusan, memberikan perlindungan khusus kepada nelayan kecil, meningkatkan kapasitas

lembaga terkait, serta bekerja sama dengan negara lain untuk mengatasi penangkapan ikan ilegal.

F. Migrasi Perizinan Kapal Perikanan

Untuk memastikan akurasi dan validitas jumlah kapal perikanan serta perizinan yang terkait dengan kebijakan PIT, KKP telah mengeluarkan surat edaran (SE) yang mengatur prosedur migrasi perizinan, yaitu SE MKP Nomor B.701/MEN-KP/VI/2023 yang diperbarui dengan SE MKP Nomor B.1090/MEN-KP/VII/2023 pada tanggal 31 Juli 2023. Surat edaran ini mengamanatkan bahwa kapal perikanan yang memiliki izin daerah, tetapi melakukan operasi penangkapan ikan di wilayah laut di atas 12 mil laut, wajib melakukan migrasi menjadi izin pusat. Meskipun demikian, gubernur masih berwenang untuk menerbitkan perizinan berusaha perpanjangan bagi kapal dengan kategori > 5–30 GT GT yang beroperasi hingga 12 mil laut di wilayah administrasinya. Hal ini sesuai dengan ketentuan dalam UU Nomor 23 Tahun 2014 tentang pemerintahan daerah yang mengatur pembagian urusan bidang kelautan dan perikanan antara pemerintah pusat dan pemerintah provinsi. Pemerintah pusat memiliki kewenangan dalam pengelolaan penangkapan ikan di wilayah laut di atas 12 mil laut, termasuk estimasi stok ikan nasional dan jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan. Sementara itu, pemerintah provinsi memiliki kewenangan dalam pengelolaan penangkapan ikan di wilayah laut sampai dengan 12 mil laut.

Dalam konteks perizinan berusaha, PP Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko dan PP Nomor 27 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Kelautan dan Perikanan mengatur kewenangan penerbitan perizinan berusaha. Kewenangan ini diberikan kepada Menteri dan Gubernur tergantung pada kriteria kapal perikanan, seperti ukuran (*gross tonnage*) dan wilayah operasi (termasuk kawasan konservasi nasional, laut lepas, dan lain sebagainya). Dengan demikian, pengaturan mengenai perizinan berusaha dalam PIT telah diatur dengan jelas berdasarkan

kewenangan pemerintah pusat dan pemerintah provinsi sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku. Hal ini bertujuan menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dengan tetap mempertimbangkan aspek-aspek regulasi yang berlaku di tingkat daerah dan nasional.

Pemerintah telah menghadirkan gerai migrasi di beberapa wilayah di Indonesia, dengan lebih dari 2.300 kapal yang telah melakukan migrasi. Namun, sejumlah permasalahan muncul dalam implementasi program ini. Salah satunya adalah kendala yang dihadapi oleh dinas provinsi dalam memonitor aktivitas kapal, terutama dalam memastikan apakah kapal tersebut beroperasi di wilayah laut di atas 12 mil. Untuk mengatasi permasalahan ini, salah satu solusinya adalah menggunakan Sistem Pemantauan Kapal Perikanan (SPKP) dengan transmiter VMS *online*. Namun, berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 10/PERMEN-KP/2019 tentang Sistem Pemantauan Kapal Perikanan Pasal 11 disebutkan bahwa pemasangan transmiter SPKP diwajibkan bagi setiap kapal perikanan berukuran di atas 30 GT yang memiliki izin di WPPNRI, sedangkan wilayah kewenangan perizinan pemerintah provinsi hanya sampai 30 GT. Biaya pemasangan transmiter VMS *online* pun terbilang tinggi bagi sebagian nelayan sehingga menjadi tantangan tersendiri. Pemerintah daerah, provinsi, dan pusat perlu meningkatkan kolaborasi dan koordinasi dalam pemantauan kapal. Hal ini bisa dilakukan dengan melibatkan penggunaan data dan informasi yang lebih terpadu untuk memastikan kapal beroperasi sesuai izin dan ketentuan yang berlaku. Pemerintah juga dapat melakukan revisi peraturan tentang Sistem Pemantauan Kapal Perikanan untuk mengakomodasi kebutuhan dalam penerapan kebijakan PIT.

Di samping itu, terdapat masalah lain yang timbul terkait dengan pembayaran PNBPN oleh nelayan. Beberapa nelayan telah membayarkan PNBPN praproduksi pada bulan Desember 2022 yang berlaku hingga Desember 2023. Namun, di tengah perjalanan, mereka dikenakan kewajiban untuk membayar PNBPN pascaproduksi berdasarkan SE MKP No. B.1090/MEN-KP/VII/2023. Hal ini menyebabkan nelayan

merasa dirugikan karena harus membayar PNBP dua kali. Pemerintah harus meningkatkan upaya sosialisasi terkait perubahan kebijakan PNBP kepada nelayan. Informasi yang jelas dan mudah diakses akan membantu nelayan memahami dan mempersiapkan diri untuk kewajiban pembayaran PNBP yang sesuai. Melibatkan nelayan dan perwakilan mereka dalam konsultasi terkait kebijakan PNBP akan membantu pemerintah memahami dampak kebijakan tersebut dan mencari solusi bersama.

G. Pentingnya Pengaturan Kuota dalam Pengelolaan Perikanan Melalui Penangkapan Ikan Terukur

Pengaturan kuota penangkapan ikan diperlukan untuk melindungi sumber daya ikan di Indonesia serta mencegah ketidakadilan dalam penangkapan dan perdagangan ikan di Indonesia (Suharti & Kumala, 2019). Menurut Indriyani et al. (2021), undang-undang perikanan di Indonesia harus mempertimbangkan ketentuan mengenai penangkapan sumber daya di bawah sistem kuota. Sementara itu, menurut Sulanke dan Rybicki (2021), dua strategi pengelolaan yang saling berhubungan untuk mendorong *blue growth* dalam perikanan, yaitu penerapan sistem *community development quota* (CDQ) dan dukungan terhadap perikanan skala kecil.

Kebijakan PIT yang digulirkan oleh pemerintah bertujuan menciptakan keadilan sosial dalam pemanfaatan sumber daya ikan. Keadilan ini meliputi peningkatan pendapatan dan kesejahteraan nelayan serta pemberdayaan masyarakat lokal. Selain itu, dengan ikut mencegah praktik *overfishing*, kebijakan PIT bertujuan melindungi dan menjaga kelestarian sumber daya ikan agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan oleh generasi mendatang. Tambahan lagi, pemerintah menganggap PIT memungkinkan pelacakan yang lebih baik terhadap asal-usul ikan (*traceability*) hasil tangkapan nelayan sehingga meningkatkan kualitas dan keamanan produk perikanan.

Peningkatan kapasitas penangkapan yang tak terkontrol dapat menyebabkan penyusutan stok ikan (Suwarso et al., 2008). Oleh karena itu, perlu adanya pengelolaan sumber daya ikan yang berkelanjutan untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan dan memastikan bahwa penangkapan ikan dilakukan secara berkelanjutan (Agung et al., 2018; Mustaruddin et al., 2020; Wagiyo et al., 2021). Kebijakan PIT diharapkan mampu meningkatkan pengelolaan sumber daya ikan dan menciptakan ketertiban dalam penangkapan serta dapat berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional melalui PNBP. Urgensi pengelolaan perikanan melalui kebijakan ini menurut pemerintah, antara lain, adalah sebagai berikut.

1) Karakteristik dan potensi sumber daya ikan

Sumber daya ikan merupakan salah satu aset alam milik bersama (*common pool resources*). Hal ini berarti pengelolaannya harus mempertimbangkan kepentingan semua pihak yang terlibat, termasuk nelayan, industri, dan masyarakat secara keseluruhan. Indonesia memiliki potensi sumber daya ikan yang melimpah. Pengelolaan yang baik dapat membantu memaksimalkan potensi ini untuk mendukung produksi ikan yang berkelanjutan.

2) *Multiplier effect* sektor perikanan

Sektor perikanan memiliki potensi untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Dengan mengelola perikanan secara efektif, sektor ini dapat menjadi motor penggerak pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Di samping itu, perikanan merupakan sumber penting protein hewani bagi penduduk Indonesia. Dengan mengelola sumber daya ikan dengan baik, sektor perikanan dapat berperan dalam menjaga ketahanan pangan nasional.

Menurut KORAL (2022), kebijakan PIT merupakan salah satu bentuk kebijakan privatisasi di sektor perikanan tangkap yang juga memiliki dampak terhadap pemanfaatan sumber daya perikanan

untuk tujuan investasi di wilayah pesisir. Hasil riset Olson (2011) menyebutkan bahwa privatisasi perikanan telah menunjukkan dampak yang signifikan di berbagai lokasi di seluruh dunia. Di Alaska, penggunaan *individual fishing quota* (IFQ) telah menyebabkan konsolidasi dan konsentrasi penangkapan ikan. Pembatasan ini berdampak pada berkurangnya pekerjaan anak buah kapal (ABK), tetapi meningkatkan pendapatan kru/anak buah kapal. Di sisi lain, Australia Tenggara mengalami dampak yang lebih rendah dari privatisasi perikanan *trawl* dibandingkan transfer kuota perikanan secara individu, yang masih menjadi favorit dalam aktivitas perikanan skala besar. Kemudian, di Selandia Baru, penggunaan sistem *quota management system* (QMS) juga menghasilkan konsolidasi dalam penangkapan ikan dan mendukung operasi perikanan skala besar. Namun, perubahan pola pekerjaan tradisional telah berdampak pada kearifan lokal dan komunitas setempat.

Di Norwegia, perikanan cod menghadapi tekanan yang signifikan, melibatkan aspek gender, dan melahirkan kelompok yang memiliki hak istimewa. Dampaknya mencakup peningkatan kapasitas usaha, perubahan insentif, serta karakteristik sosial. Sementara itu, Tasmania menghadapi tingginya biaya *leasing* dalam perikanan lobster yang mengubah sistem pendapatan dari bagi hasil menjadi upah dan berdampak pada keberlanjutan sosial ekonomi komunitas. Di Amerika Serikat, penangkapan berbasis kuota menyebabkan terjadinya pengurangan ketersediaan lapangan pekerjaan bagi kru/ABK dan berdampak pada keberlanjutan sosial ekonomi komunitas dengan berkurangnya bagi hasil yang didapatkan oleh ABK (Tabel 8.3).

Tabel 8.3 Dampak Implementasi Penangkapan Berbasis Kuota di Berbagai Negara

No	Wilayah	Pengelolaan Perikanan	Dampak	Referensi
1.	Alaska	Halibut dan sablefish menggunakan <i>individual fishing quota</i> (IFQ)	Terjadinya konsolidasi dan konsentrasi penangkapan ikan. Dampaknya antara lain berkurangnya pekerjaan ABK, tetapi sebaliknya, meningkatkan pendapatan kru/anak buah kapal (ABK) juga telah berdampak pada kearifan lokal dan komunitas setempat.	Carothers, 2008; Carothers et al., 2010; Hartley & Fina, 2001; McCay, 2004
2.	Australia Tenggara	Perikanan <i>trawl</i>	Mengalami dampak privatisasi yang lebih rendah dibandingkan dengan model manajemen perikanan yang menerapkan transfer kuota secara individu.	Connor & Alden, 2001; Dwyer & Minnegal, 2006; Pascoe, 1993
3.	Australia	Perikanan southern bluefin tuna	Mengalami konsolidasi yang mendukung operasi perikanan skala besar. Namun, salah satu dampak negatifnya ialah pengurangan pekerjaan bagi ABK.	Campbell et al., 2000
4.	British Columbia	Perikanan halibut	Berkurangnya pekerjaan ABK kapal, ketergantungan terhadap hutang, pelanggaran norma-norma budaya, dan perubahan pendapatan ABK dari sistem bagi hasil menjadi upah. Namun, keuntungan dari penangkapan kapal penangkap ikan makin meningkat.	Casey et al., 1995; Davidson, 2010; Donkersloot, 2006; Grafton, 1996; Pinkerton & Edwards, 2009, 2010; Turris, 2010

No	Wilayah	Pengelolaan Perikanan	Dampak	Referensi
5.	Kanada	Penerapan transfer kuota perikanan secara individu (<i>individual transferable quota/ITQ</i>)	Menciptakan kelompok yang memiliki hak istimewa, mengurangi kualitas hidup masyarakat pesisir, dan berdampak pada pelanggaran norma-norma budaya.	Binkley, 1989; Charles et al., 2007; McCay, 2004; McCay et al., 1995; Wiber et al., 2004
6.	Islandia	Penerapan transfer kuota perikanan secara individu (ITQ)	Peningkatan pekerjaan ABK, berkurangnya pekerjaan sampingan, peningkatan kapasitas produksi kapal, berkurangnya pendapatan ABK, dan berdampak pada keberlanjutan kehidupan sosial ekonomi masyarakat.	Eythórsson, 1996, 2000; Helgason & Pálsson, 1997; Pálsson, 1998; Pálsson & Helgason, 1995
7.	Selandia Baru	Sistem pengelolaan berbasis kuota (<i>quota management system/QMS</i>)	Konsolidasi dan konsentrasi dalam penangkapan ikan, mendukung operasi perikanan skala besar, dan meningkatkan lapangan kerja.	Batstone & Sharp, 1999; Bourassa & Strong, 2000; Connor, 2001; Dewees, 2008; Gibbs, 2008; Memon & Cullen, 1992; Stewart et al., 2006; Stewart & Walshe, 2008; Yandle, 2008
8.	Norwegia	Perikanan cod	Akses yang kuat, pelibatan aspek gender, lahirnya kelompok yang memiliki hak istimewa, peningkatan kapasitas usaha, serta perubahan insentif dan karakteristik sosial	Brox, 1996; Hersoug et al., 2000; Holm & Rånes, 1996; Johnsen, 2005; Maurstad, 2000; Munk-Madsen, 1998; Olson, 1997

No	Wilayah	Pengelolaan Perikanan	Dampak	Referensi
9.	Tasmania	Perikanan lobster	Tingginya biaya <i>leasing</i> dan dukungan untuk perikanan skala besar. Ini mengubah sistem pendapatan dari bagi hasil menjadi upah dan berdampak pada keberlanjutan kehidupan sosial ekonomi komunitas.	Bradshaw, 2004; Phillips et al., 2002; van Putten & Gardner, 2010
10.	Amerika Serikat	Perikanan U.S. Ocean Quahog & Surf Clam	Mengurangi ketersediaan lapangan pekerjaan bagi kru/ABK, berkurangnya bagi hasil kru/ABK, dan berdampak pada keberlanjutan kehidupan sosial ekonomi komunitas.	Brandt, 2005; Brandt & Ding, 2008; Final rule, 1977; McCay, 1995, 2004; McCay et al., 1995

Sumber: Olson (2011)

H. Pendekatan Teknis Kuota Penangkapan Ikan

Pengelolaan sumber daya perikanan laut secara berkelanjutan sangat penting dalam menjaga kelestarian sumber daya kelautan perikanan yang terbatas (Anas et al., 2011). Beberapa opsi pengelolaan yang dapat dilakukan, antara lain penutupan daerah maupun musim penangkapan ikan, pengurangan trip penangkapan, dan penerapan kuota (Suman et al., 2022). Sistem kuota penangkapan ikan merupakan salah satu alat untuk mengatur kegiatan penangkapan ikan melalui pembatasan jumlah dan wilayah, dengan tujuan untuk memastikan bahwa nelayan tidak menangkap lebih banyak ikan daripada jumlah ikan yang dapat mereka tangkap secara berkelanjutan, atau batas atas lainnya (Ayers et al., 2018; Badiuzzaman et al., 2014; Ernawati et al., 2015; Hoshino et al., 2020; Newman et al., 2015; Pilling et al., 2016; Purwanto et al., 2015; Zhang et al., 2017).

Dalam rangka penghitungan kuota penangkapan ikan, beberapa tahapan dan diskusi telah dilakukan oleh berbagai pihak termasuk Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Ikan (Komnas

KAJISKAN), BRIN, eselon II KKP, akademisi IPB, UNDIP, dan UB. Kuota penangkapan ikan ditetapkan melalui keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan untuk setiap zona penangkapan ikan, yang mencakup WPPNRI dan perairan laut lepas. Penghitungan kuota didasarkan pada potensi sumber daya ikan yang tersedia di wilayah tersebut dengan mempertimbangkan tingkat pemanfaatannya. Jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) didasarkan Kepmen KP Nomor 19/2022, yang mencakup berbagai jenis ikan dan komoditas perikanan serta Kepmen KP Nomor 19/2022 yang mencakup jenis-jenis ikan tertentu, seperti tuna, cakalang, kekerangan, gurita, dan teripang. Penghitungan JTB di luar Kepmen KP Nomor 19/2022 dilakukan berdasarkan *catch limit*/kuota yang diberlakukan oleh Organisasi Regional Pengelolaan Perikanan (RFMOs) atau rata-rata produksi tertinggi selama tiga tahun berturut-turut untuk tuna dan cakalang (berdasarkan statistik perikanan tangkap). Untuk jenis ikan lainnya, penghitungan JTB didasarkan pada rata-rata produksi tertinggi selama 5 tahun dalam kurun waktu 15 tahun terakhir yang dimanfaatkan, dengan tingkat pemanfaatan sebesar 50%, dengan prinsip kehati-hatian (menggunakan statistik perikanan tangkap).

PP Nomor 11 Tahun 2023 menyebutkan bahwa kuota penangkapan ikan di zona PIT dibagi atas kuota industri, kuota nelayan lokal, dan kuota kegiatan bukan untuk tujuan komersial. Kuota industri diberikan pada setiap zona PIT di atas 12 mil laut (izin pusat) dan disediakan kuota bagi nelayan kecil sedangkan kuota nelayan lokal diberikan pada setiap zona penangkapan ikan terukur sampai dengan 12 mil laut (izin provinsi) dan disediakan kuota bagi nelayan kecil. Kuota nonkomersial diberikan pada setiap zona PIT sampai dengan 12 mil laut dan di atas 12 mil laut.

Pengalokasian kuota industri, kuota nelayan lokal, dan kuota nonkomersial yang dilakukan pemerintah didasarkan atas *base scientific available* terhadap proporsi kelompok sumber daya ikan dan/atau jenis ikan. Faktor-faktor yang dipertimbangkan mencakup:

- 1) jumlah nelayan yang terlibat dalam penangkapan ikan;
- 2) jumlah dan ukuran kapal penangkap ikan yang digunakan;

- 3) jenis alat penangkapan ikan yang digunakan;
- 4) produksi ikan hasil tangkapan;
- 5) data dari *log book* penangkapan ikan;
- 6) karakteristik sumber daya ikan dan habitatnya; dan
- 7) keterlibatan lembaga pendidikan, pelatihan, penelitian, serta aktivitas lain, seperti wisata yang tidak berorientasi komersial dalam penangkapan ikan.

PP Nomor 11 Tahun 2023 menyebutkan bahwa pemerintah pusat dan pemerintah daerah akan memfasilitasi pemberian kuota industri kepada nelayan kecil. Nelayan kecil didefinisikan, dalam PP Nomor 27 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Kelautan dan Perikanan, sebagai individu yang mencari nafkah melalui kegiatan penangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka. Definisi ini mencakup, baik mereka yang menggunakan kapal penangkap ikan maupun yang tidak, dengan syarat bahwa mereka hanya memiliki satu unit atau lebih kapal perikanan dengan total ukuran hingga 5 GT. Dalam konteks ini, nelayan kecil diberikan hak istimewa untuk menangkap ikan di berbagai lokasi dan kewajiban mereka untuk mengikuti zona PIT dapat dikecualikan.

Masalah berpotensi muncul karena perikanan skala kecil masih menghadapi sejumlah tantangan, termasuk perbaikan data mengenai nelayan dan kapal mereka, kurangnya pelaporan data hasil tangkapan, kekurangan fasilitas produksi perikanan tangkap, permasalahan modal, perlindungan hak kepemilikan, dampak perubahan iklim, serta keterbatasan pasokan bahan bakar minyak bersubsidi (Sulaiman, 2013). Di Indonesia, terdapat total sekitar 1.004.060 kapal perikanan laut pada tahun 2021, dengan sekitar 910.096 atau sekitar 90% dari total jumlah kapal perikanan laut memiliki ukuran di bawah atau sama dengan 5 GT (Statistik KKP, t.t.). Kurangnya data yang akurat mengenai jumlah nelayan dan kapal perikanan skala kecil membuat pengelolaan perikanan menjadi sulit. Perbaikan dalam pengumpulan data ini penting untuk memahami populasi nelayan dan kapal serta

mengembangkan kebijakan yang sesuai. Selain itu, pelaporan data hasil tangkapan yang tidak memadai menghambat pemantauan dan pengelolaan perikanan skala kecil. Pelaporan yang akurat dan teratur diperlukan untuk memahami tingkat pemanfaatan sumber daya ikan dan mengambil langkah-langkah pengelolaan yang tepat.

Untuk menghadapi permasalahan ini, tugas pemerintah adalah memfasilitasi proses pelaporan hasil tangkapan yang dilakukan oleh nelayan kecil. Pemerintah juga harus mendorong pelaporan data hasil tangkapan secara teratur dan akurat melalui bantuan penyuluh perikanan yang ada di dinas perikanan. Terlebih lagi, ditegaskan bahwa kuota yang diperuntukan bagi nelayan kecil memberikan prioritas kepada mereka yang telah bergabung dalam koperasi. Pemerintah memiliki aspirasi agar nelayan kecil tidak terus-menerus harus menjalani status sebagai nelayan kecil. Dengan bergabung dalam koperasi, usaha nelayan dapat tumbuh dan berkembang, yang pada akhirnya akan memungkinkan mereka untuk memenuhi syarat dalam mendapatkan kuota penangkapan ikan. Bagi nelayan yang tidak memiliki afiliasi dengan koperasi, pemerintah dapat mempertimbangkan sejumlah tindakan strategis, antara lain, dilakukan peningkatan kesadaran dan pelatihan.

Beberapa potensi masalah yang mungkin timbul, antara lain, ketidakpastian dalam hal berapa besar kuota yang dapat ditangkap nelayan sehingga mengakibatkan kesulitan dalam merencanakan usaha perikanan. Tanpa regulasi yang kuat, ada potensi *overexploited* sumber daya ikan yang dapat mengancam keberlanjutan populasi ikan dan berdampak negatif pada lingkungan. Selain itu, ketidakpastian dalam kuota dapat memicu konflik antarnelayan serta antara nelayan dan otoritas perikanan sehingga pemerintah harus segera mengembangkan dan menerbitkan regulasi yang jelas mengenai besaran kuota. Hingga naskah ini ditulis, ketentuan besaran kuota penangkapan ikan belum diterbitkan melalui regulasi turunan dari PP Nomor 11 Tahun 2023. Menurut Nurainun dan Kustiwa (2022) dan Ratumakin et al. (2023), jika belum ada peraturan turunan dari peraturan pemerintah, akan terjadi beberapa akibat, di antaranya

tidak adanya petunjuk atau panduan yang jelas bagi masyarakat atau pihak-pihak terkait dalam mengimplementasikan kebijakan tersebut.

Kementerian Kelautan dan Perikanan secara rutin akan mengevaluasi kuota penangkapan ikan setiap 12 bulan mencakup aspek penghitungan, pemberian, dan pemanfaatan kuota tersebut. Evaluasi ini melibatkan berbagai pihak seperti kementerian/ lembaga, perguruan tinggi, pemerintah daerah, ahli, dan pemangku kepentingan terkait. Hasil evaluasi digunakan sebagai pertimbangan dalam menetapkan kuota penangkapan ikan berikutnya oleh Menteri. Evaluasi rutin ini adalah langkah yang sangat positif dalam upaya pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Evaluasi ini tidak hanya melibatkan pihak-pihak terkait di pemerintahan, seperti kementerian/ lembaga dan pemerintah daerah, tetapi juga melibatkan unsur akademisi dari perguruan tinggi, ahli, dan pemangku kepentingan terkait. Evaluasi yang berkelanjutan ini dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut dan mendukung mata pencarian nelayan Indonesia jangka panjang.

I. Pelabuhan Perikanan sebagai Sentra Penerapan Penangkapan Ikan Terukur

PP Nomor 11 Tahun 2023 menyebutkan bahwa Menteri akan menetapkan pelabuhan pangkalan untuk setiap zona PIT. Pelabuhan perikanan dapat dijadikan sebagai pelabuhan pangkalan jika termasuk dalam Rencana Induk Pelabuhan Perikanan Nasional. Pelabuhan pangkalan harus memenuhi kriteria teknis minimal yang setara dengan pangkalan pendaratan ikan. Pelabuhan pangkalan adalah suatu kompleks pelabuhan yang dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu pelabuhan perikanan yang dikelola oleh pemerintah pusat atau pemerintah daerah, pelabuhan perikanan yang tidak dikelola oleh pemerintah pusat atau pemerintah daerah, dan pelabuhan umum. Persyaratan untuk dapat dikategorikan sebagai pelabuhan pangkalan mencakup ketentuan yang tercantum dalam Rencana Induk Pelabuhan Perikanan Nasional; penetapan sebagai pelabuhan

perikanan (khususnya bagi yang tidak dikelola oleh pemerintah pusat atau pemerintah daerah); serta ketersediaan fasilitas yang minimal mencakup tanah, dermaga, kolam pelabuhan, jalan, kantor administrasi pelabuhan, tempat pemasaran ikan, pasokan air bersih, listrik, serta fasilitas mandi, cuci, dan kakus.

Berdasarkan Kepmen KP Nomor 139 Tahun 2023, telah dilakukan penetapan 171 pelabuhan pangkalan yang dinyatakan memenuhi persyaratan dalam kegiatan penarikan PNBP pascaproduksi yang berasal dari pemanfaatan sumber daya alam perikanan yang dapat dilihat dalam Tabel 8.4. Tabel 8.4 menunjukkan sebaran pelabuhan pangkalan yang tidak merata untuk setiap zona. Penentuan lokasi pelabuhan pangkalan didasarkan pada distribusi kapal yang memiliki izin pusat serta pertimbangan bahwa tidak semua pelabuhan memiliki fasilitas dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung implementasi penarikan PNBP pascaproduksi. Penentuan lokasi pelabuhan harus mempertimbangkan kapasitas dan kesiapan sarana serta prasarana pendukung. Potensi permasalahan yang muncul perlu dipertimbangkan agar implementasi kebijakan ini berjalan efektif dan adil di seluruh zona penangkapan ikan.

Pelabuhan perikanan memainkan peran penting dalam mendukung kebijakan PIT. Kapal penangkap ikan yang beroperasi di zona PIT diwajibkan untuk membongkar hasil tangkapannya di pelabuhan pangkalan yang telah ditentukan dalam zona tersebut. Pelabuhan berfungsi sebagai pusat pengumpulan data, kontrol dan pemantauan, tempat untuk penyuluhan dan pelatihan, pendataan produksi di mana data ini penting untuk melacak jumlah ikan yang ditangkap, dan memastikan kepatuhan terhadap kuota. Selain itu, pelabuhan perikanan yang berperan dalam distribusi dan pemasaran produk perikanan juga dapat digunakan sebagai basis untuk kegiatan penegakan hukum terkait dengan perikanan. Oleh karena itu, kesiapan pelabuhan perikanan sebagai sentra penangkapan ikan terukur perlu diperhatikan dengan seksama terutama dalam hal sarana prasarana dan sumber daya manusianya. Permasalahan yang muncul adalah keterbatasan jumlah dan kualitas sumber daya manusia (SDM) yang

tersedia, serta optimalitas sarana prasarana yang ada di pelabuhan. Oleh karena itu, diperlukan sertifikasi bagi petugas pendataan PIT di pelabuhan dan peningkatan pada sarana dan prasarana yang ada. Dengan adanya sertifikasi untuk petugas pendataan PIT, diharapkan data terkait penangkapan ikan dapat dikumpulkan dengan lebih baik. Peningkatan sarana dan prasarana juga penting untuk mendukung kegiatan perikanan yang berkelanjutan di pelabuhan-pelabuhan tersebut.

Tabel 8.4 Pelabuhan Pangkalan Sesuai Zona

No	Nama Pelabuhan	Kabupaten/Kota	Provinsi
Zona 01			
711			
1	PP Barelang	Kota Batam	Kepulauan Riau
2	PP Dompok	Kota Batam	Kepulauan Riau
3	PP Kijang Bintan	Kab. Bintan	Kepulauan Riau
4	PP Moro	Kab. Natuna	Kepulauan Riau
5	PP Selat Lampa	Kab. Natuna	Kepulauan Riau
6	PPI Tarempa	Kab. Anambas	Kepulauan Riau
7	PP Baran	Kab. Bangka Tengah	Kepulauan Bangka Belitung
8	PP Kuala Tungkal	Kab. Tanjung Jabung Barat	Jambi
9	PP Nipah Panjang	Kota Jambi	Jambi
10	PP Jakabaring	Kota Palembang	Sumatera Selatan
11	PPI Sungsang	Kab. Banyuasin	Sumatera Selatan
12	PPN Sungailiat	Kab. Bangka	Kepulauan Bangka Belitung
13	PPN Tanjungpandan	Kab. Belitung	Kepulauan Bangka Belitung
14	PPN Pemangkat	Kab. Sambas	Kalimantan Barat
15	PPP Sungai Rengas	Kab. Bengkalis	Riau
16	PPP Teluk Batang	Kab. Bintan	Kepulauan Riau
17	PP Selakau	Kab. Sambas	Kalimantan Barat
18	PP Sungai Jawi	Kab. Banyuasin	Sumatera Selatan

No	Nama Pelabuhan	Kabupaten/Kota	Provinsi
Zona 02			
716			
1	PPI Sambaliung	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
2	PP Sebatik	Kab. Nunukan	Kalimantan Utara
3	PP Tengkeyu II	Kab. Tarakan	Kalimantan Utara
4	PPP Ogotua	Kab. Buru Selatan	Maluku
5	PPP Tumumpa	Kab. Minahasa Tenggara	Sulawesi Utara
6	PP Amurang	Kab. Minahasa Selatan	Sulawesi Utara
7	PP Dagho	Kab. Maluku Barat Daya	Maluku
8	PP Salibabu	Kab. Maluku Barat Daya	Maluku
9	PP Ulu	Kab. Maluku Barat Daya	Maluku
10	PPI Gentuma	Kab. Boalemo	Gorontalo
11	PPN Kwandang	Kab. Gorontalo	Gorontalo
717			
1	PP Sanggeng	Kab. Raja Ampat	Papua Barat
2	PP Fandoi	Kab. Raja Ampat	Papua Barat
3	PP Hamadi Jayapura	Kota Jayapura	Papua
4	PP Waiya Depapre	Kab. Jayapura	Papua
5	PP Waharia	Kab. Jayapura	Papua
Zona 03			
714			
1	PPS Kendari	Kota Kendari	Sulawesi Tenggara
2	PP Wameo	Kab. Merauke	Papua
3	PPI Sodohoa	Kab. Merauke	Papua
4	PPN Tual	Kab. Maluku Tenggara	Maluku
5	PPN Ambon	Kota Ambon	Maluku
6	PPI Banda	Kab. Maluku Tengah	Maluku
7	PP Masarete	Kab. Maluku Tenggara	Maluku
8	PP Tual	Kab. Maluku Tenggara	Maluku
9	PP Ukurlaran	Kab. Maluku Tenggara	Maluku
Zona 03			
715			
1	PP Kema	Kab. Maluku Tengah	Maluku
2	PPS Bitung	Kota Bitung	Sulawesi Utara
3	PP Atep Oki	Kab. Konawe Selatan	Sulawesi Tenggara
4	PP Belang	Kab. Konawe Selatan	Sulawesi Tenggara

No	Nama Pelabuhan	Kabupaten/Kota	Provinsi
5	PP Dodepo	Kab. Konawe Selatan	Sulawesi Tenggara
6	PU Labuhan Uki	Kab. Kepulauan Sula	Maluku Utara
7	PPI Tilamuta	Kab. Gorontalo	Gorontalo
8	PPI Tenda	Kab. Pohuwato	Gorontalo
9	PP Inengo	Kab. Gorontalo	Gorontalo
10	PP Marisa	Kab. Pohuwato	Gorontalo
11	PP Dufa-Dufa	Kab. Kepulauan Aru	Maluku
12	PP Goto	Kab. Kepulauan Aru	Maluku
13	PPN Ternate	Kota Ternate	Maluku Utara
14	PPP Bacan	Kab. Halmahera Selatan	Maluku Utara
15	PPP Tobelo	Kab. Halmahera Utara	Maluku Utara
16	PP Daao Majiko	Kab. Halmahera Tengah	Maluku Utara
17	PPP Sorong	Kota Sorong	Papua Barat
18	PP Klademak	Kab. Raja Ampat	Papua Barat
19	PP Dulanpokpok	Kab. Raja Ampat	Papua Barat
718			
1	PPP Dobo	Kab. Kepulauan Aru	Maluku
2	PP Benjina	Kab. Kepulauan Aru	Maluku
3	PP Poumako	Kab. Jayawijaya	Papua
4	PPN Merauke	Kota Merauke	Papua
Zona 04			
572			
1	PPS Lampulo	Kota Banda Aceh	Aceh
2	PP Keude Meukek	Kab. Aceh Utara	Aceh
3	PP Sawang Ba'u	Kab. Aceh Selatan	Aceh
4	PP Teluk Sinabang (Lugu)	Kab. Simeulue	Aceh
5	PPI Ujong Baroeh	Kab. Aceh Utara	Aceh
6	PPI Ujung Serangga	Kab. Aceh Timur	Aceh
7	PPP Labuhanhaji	Kab. Aceh Utara	Aceh
8	PPN Sibolga	Kota Sibolga	Sumatera Utara
9	PPS Bungus	Kota Padang	Sumatera Barat
10	PPI Carocok Tarusan	Kab. Pesisir Selatan	Sumatera Barat
11	PPI Sikakap	Kab. Kepulauan Mentawai	Sumatera Barat
12	PPI Sasak	Kab. Kepulauan Mentawai	Sumatera Barat
13	PPI Air Bangis	Kab. Pesisir Selatan	Sumatera Barat

No	Nama Pelabuhan	Kabupaten/Kota	Provinsi
14	PPP Pulau Baai	Kota Pangkalpinang	Kepulauan Bangka Belitung
15	PPI Kalianda	Kab. Lampung Selatan	Lampung
16	PPP Kota Agung	Kab. Tanggamus	Lampung
17	PPP Lempasing	Kab. Lampung Selatan	Lampung
18	PPI Muara Piluk Bakauheni	Kab. Lampung Selatan	Lampung
19	PPI Rangai	Kab. Lampung Selatan	Lampung
20	PPP Labuan	Kota Cilegon	Banten
21	PP Panimbang	Kab. Pandeglang	Banten
22	PP Sidamukti	Kab. Pandeglang	Banten
Zona 04			
573			
1	PP Binuangeun	Kab. Lebak	Banten
2	PP Cikeusik	Kab. Pandeglang	Banten
3	PPN Palabuhanratu	Kab. Sukabumi	Jawa Barat
4	PP Cikidang	Kab. Sukabumi	Jawa Barat
5	PPP Sadeng	Kab. Gunungkidul	DIY
6	PPS Cilacap	Kab. Cilacap	Jawa Tengah
7	PP Masami	Kab. Sumenep	Jawa Timur
8	PU Tanjung Wangi	Kota Jakarta Selatan	DKI Jakarta
9	PPN Prigi	Kab. Trenggalek	Jawa Timur
10	PPP Pondok Dadap	Kab. Karawang	Jawa Barat
11	PPP Tamperan	Kab. Tulungagung	Jawa Timur
12	PP Popoh	Kab. Tuban	Jawa Timur
13	PPP Muncar	Kab. Banyuwangi	Jawa Timur
14	PPI Kedonganan	Kab. Badung	Bali
15	PU Benoa	Kab. Badung	Bali
16	PPN Pengambengan	Kab. Jembrana	Bali
17	PP Teluk Awang	Kab. Lombok Tengah	Nusa Tenggara Barat
18	PPP Labuhan Lombok	Kab. Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat
19	PP Sape	Kab. Bima	Nusa Tenggara Barat
20	PPI Tanjung Luar	Kab. Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat
21	PP Tenau	Kota Kupang	Nusa Tenggara Timur

No	Nama Pelabuhan	Kabupaten/Kota	Provinsi
Zona 05			
571			
1	PPN Idi	Kab. Aceh Timur	Aceh
2	PP Ie Meulee	Kab. Aceh Barat	Aceh
3	PP Krueng Mane	Kab. Aceh Besar	Aceh
4	PP Kuala Peukan Baro	Kab. Aceh Utara	Aceh
5	PP Kuala Tari	Kab. Aceh Utara	Aceh
6	PP Pante Raja	Kab. Aceh Singkil	Aceh
7	PPI Pusong	Kab. Aceh Barat	Aceh
8	PPI Peudada	Kab. Aceh Selatan	Aceh
9	PPS Belawan	Kota Medan	Sumatera Utara
10	PP Tanjung Tiram	Kota Tanjung Tiram	Sumatera Utara
11	PPI Tanjung Balai Asahan	Kab. Asahan	Sumatera Utara
12	PPI Dumai	Kota Dumai	Riau
Zona 06			
712			
1	PPP Labuhan Maringgai	Kab. Lampung Selatan	Lampung
2	PPN Karangantu	Kab. Serang	Banten
3	PP Kronjo	Kab. Lebak	Banten
4	PP Cituis	Kab. Pandeglang	Banten
5	PPS Nizam Zachman	Kota Jakarta Utara	DKI Jakarta
6	PPN Muara Angke	Kota Jakarta Utara	DKI Jakarta
7	PP Karangsong	Kab. Indramayu	Jawa Barat
8	PPN Kejawanan	Kota Cirebon	Jawa Barat
9	PPP Blanakan	Kab. Subang	Jawa Barat
10	PPP Eretan	Kab. Subang	Jawa Barat
11	PPN Pekalongan	Kota Pekalongan	Jawa Tengah
12	PPP Bajomulyo	Kab. Kendal	Jawa Tengah
13	PPP Klidang Lor	Kab. Demak	Jawa Tengah
14	PPP Tasik Agung	Kab. Jepara	Jawa Tengah
15	PPP Tegalsari	Kab. Batang	Jawa Tengah
16	PPP Morodemak	Kab. Batang	Jawa Tengah

No	Nama Pelabuhan	Kabupaten/Kota	Provinsi
17	PPP Asemdayong	Kab. Batang	Jawa Tengah
18	PP Tanjungsari	Kab. Ciamis	Jawa Barat
19	PP Kluwut	Kab. Cirebon	Jawa Barat
20	PP Pulolampes	Kab. Cirebon	Jawa Barat
21	PP Ujung Batu	Kab. Karawang	Jawa Barat
22	PP Sarang	Kab. Indramayu	Jawa Barat
23	PP Karanganyar	Kab. Brebes	Jawa Tengah
24	PPN Brondong	Kab. Lamongan	Jawa Timur
25	PPP Mayangan	Kab. Probolinggo	Jawa Timur
26	PPI Muara Kintap	Kab. Tanah Bumbu	Kalimantan Selatan
27	PPI Banjarmasin	Kota Banjarmasin	Kalimantan Selatan
713			
1	PPI Sangsit	Kab. Buleleng	Bali
2	PPI Teluk Santong	Kab. Lombok Timur	Nusa Tenggara Barat
3	PPP Batulicin	Kab. Tanah Bumbu	Kalimantan Selatan
4	PPI Kotabaru	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
5	PPI Tanjung Limau	Kab. Tanah Laut	Kalimantan Selatan
6	PP Manggar Baru	Kab. Tanah Laut	Kalimantan Selatan
7	PPI Selili	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
8	PP Untia	Kota Banjarmasin	Kalimantan Selatan
9	PP Lappa	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
10	PP Beba	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
11	PP Cempae	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
12	PP Kajang	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
13	PP Lonrae	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
14	PP Pontap	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
15	PPI Birea	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
16	PP Lero	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
17	PP Polejiwa	Kab. Kotabaru	Kalimantan Selatan
18	PP Bonto Bahari Maros	Kab. Maros	Sulawesi Selatan
19	PP Bonto Bahari Bulukumba	Kab. Bulukumba	Sulawesi Selatan
20	PPI Bonehalang	Kab. Bone	Sulawesi Selatan
21	PPI Palipi	Kab. Buru	Maluku
22	PP Kasiwa	Kab. Seram Bagian Barat	Maluku
23	PP Mangolo	Kab. Merauke	Papua

Sumber: Kepmen KP Nomor 139 (2023)

J. Harga Acuan Ikan dan Penerimaan Negara Bukan Pajak

Harga acuan ikan adalah harga ikan yang ditetapkan untuk komponen penghitungan nilai produksi ikan pada saat didaratkan. Harga acuan ikan merupakan suatu parameter yang menggunakan data yang berasal dari pusat informasi pelabuhan perikanan. Data mengenai ikan ini diatur dan dikelompokkan berdasarkan nama ikan dan nama latinnya, yang sejalan dengan database jenis ikan yang ada dalam aplikasi *e-logbook* penangkapan ikan. Proses penyusunan harga acuan ikan melibatkan beberapa pertimbangan, antara lain penghitungan rata-rata harga ikan yang telah ditimbang pada tingkat produsen untuk masing-masing jenis ikan. Harga acuan ikan juga mengacu pada harga patokan ikan yang telah ditetapkan untuk setiap jenis ikan sesuai dengan Kepmen KP Nomor 97 Tahun 2021. Analisis perbedaan harga antarpelabuhan dipertimbangkan juga sebagai faktor yang berpengaruh dalam pembentukan harga acuan ikan. Harga acuan ikan ditetapkan dalam Kepmen KP Nomor 140 Tahun 2023 tentang Harga Acuan Ikan.

Harga acuan ikan diatur berdasarkan WPPNRI dan dibagi menurut jenis ikan di setiap pelabuhan perikanan sesuai dengan WPP yang berlaku. Ini diatur dalam Permen KP Nomor 1 Tahun 2023 mengenai Tata Cara Penetapan Nilai Produksi Ikan pada Saat Didaratkan. Harga acuan ikan menjadi dasar dalam menghitung nilai produksi ikan, yaitu nilai ikan hasil tangkapan yang didaratkan di pelabuhan pangkalan yang digunakan sebagai dasar penentuan tarif PNBP yang berasal dari sumber daya alam perikanan.

Namun, timbul pertanyaan mengenai apakah perhitungan harga acuan ikan telah memperhitungkan parameter musim dan mutu. Musim memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah ikan yang berhasil ditangkap. Pada masa paceklik, nelayan akan merasa kesulitan jika harus membayar PNBP yang dihitung berdasarkan total hasil tangkapan mereka. Selain itu, nelayan juga akan dirugikan jika

ikan hasil tangkapan dengan kualitas rendah dianggap setara dengan ikan berkualitas baik dalam perhitungan PNBP. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan indeks musim dan indeks mutu dalam formula perhitungan harga acuan ikan untuk mencerminkan kondisi yang lebih akurat dan adil dalam memutuskan nilai produksi ikan pada saat didaratkan.

K. Penerimaan Negara dari Produksi Perikanan Tangkap

PNBP pascaproduksi adalah sumber penerimaan negara yang berasal dari eksploitasi sumber daya alam perikanan sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam PP Nomor 85 Tahun 2021 mengenai Jenis dan Tarif PNBP yang berlaku di KKP. Penentuan besarnya tarif PNBP yang berasal dari pemanfaatan sumber daya alam perikanan didasarkan pada nilai produksi ikan pada saat ikan tersebut didaratkan. Nilai produksi ini dihitung melalui perhitungan yang memperhatikan jumlah berat ikan hasil tangkapan yang didaratkan dikalikan dengan harga ikan. Pengukuran berat ikan dilakukan dengan menggunakan satuan kilogram dan dilakukan oleh pelaku usaha perikanan tangkap. Data berat ini diolah oleh pengolah data yang menggunakan timbangan elektronik. Namun, jika timbangan elektronik tidak tersedia atau mengalami gangguan, penimbangan dapat dilakukan secara manual dan hasil beratnya kemudian dimasukkan ke dalam sistem aplikasi oleh pengolah data. Proses ini memastikan bahwa data berat hasil tangkapan ikan masuk ke dalam sistem aplikasi berdasarkan hasil penimbangan secara komprehensif di pelabuhan pangkalan.

KKP telah mempersiapkan aplikasi untuk mendukung kebijakan penangkapan ikan terukur untuk memudahkan perhitungan PNBP pascaproduksi, yaitu melalui PIT elektronik (*e-PIT*). Pelaksanaan penetapan nilai produksi ikan pada saat didaratkan sampai dengan penerbitan surat tagihan PNBP pungutan hasil perikanan

pascaproduksi menggunakan sistem aplikasi. Namun, terdapat potensi permasalahan yang terjadi sebagaimana ditemukan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tumumpa Sulawesi Utara. Ditemukan adanya kendala sumber daya manusia dalam pelaksanaan implementasi kebijakan PIT melalui *e*-PIT.

Selain keterbatasan pengetahuan tentang rancangan kebijakan, nelayan (dalam hal ini nakhoda, pemilik kapal, dan pelaku usaha) masih belum terbiasa dalam menggunakan aplikasi *e*-PIT. Kemungkinan penyebabnya, antara lain adalah karena nelayan tidak memiliki akses yang memadai ke teknologi atau internet untuk menggunakan aplikasi *e*-PIT, nelayan tidak mendapatkan pelatihan yang cukup untuk menggunakan aplikasi *e*-PIT dengan benar, dan aplikasi *e*-PIT terlalu kompleks atau sulit digunakan bagi nelayan yang tidak terbiasa dengan teknologi. Sebagai contoh, kendala teknis pada saat login ke dalam aplikasi atau *website*, maupun kendala teknis lain yang mengakibatkan aplikasi tidak berfungsi dengan baik. Selain itu, nelayan mungkin tidak menyadari manfaat dari menggunakan aplikasi *e*-PIT atau tidak tahu bahwa aplikasi tersebut tersedia.

Jika hal ini terjadi saat kapal akan melakukan operasional penangkapan ikan di laut atau pada saat akan melakukan pendaratan ikan sebagai dasar perhitungan pungutan PNBP pascaproduksi, diperlukan tindakan antisipasi yang harus dilakukan agar kegiatan dapat terus dilakukan sesuai ketentuan yang berlaku. Hal ini penting dikarenakan aplikasi *e*-PIT terintegrasi dengan layanan lain dalam satu kesatuan rangkaian kegiatan penangkapan ikan, seperti

- 1) SILAT : data SIUP dan perizinan berusaha;
- 2) SIPALKA : data pendaftaran kapal perikanan;
- 3) TemanSPB : permohonan persetujuan berlayar dan STBLKK;
- 4) eSLO : permohonan Standar Laik Operasi;
- 5) Simphoni : pemberitahuan kewajiban pembayaran pungutan hasil perikanan (PHP) pascaproduksi;

- PIPP : data produksi penangkapan ikan;
- SILOPI : pengisian dan pelaporan *log book* penangkapan ikan.

Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah dapat memberikan pelatihan dan dukungan teknis kepada nelayan untuk membantu mereka memahami dan menggunakan aplikasi *e-PIT* dengan benar. Selain itu, pemerintah juga dapat meningkatkan kesadaran tentang kewajiban penggunaan dan manfaat aplikasi ini. Tantangan lain muncul, dalam konteks penarikan PNBP pascaproduksi ini, karena pelaku usaha diminta untuk melakukan penilaian mandiri (*self-assessment*). Ini berhubungan dengan naluri pelaku bisnis, termasuk nelayan, yang tentu menginginkan keuntungan maksimal. Mereka cenderung berupaya mengurangi pengeluaran operasional mereka. Oleh karena itu, ada kekhawatiran terjadinya pelanggaran, seperti melaporkan hasil tangkapan yang lebih kecil dari seharusnya (*mark down*), melakukan *transshipment* hasil tangkapan di laut ke kapal berizin daerah, atau berkolaborasi dengan petugas pendataan untuk mengurangi nilai jumlah ikan hasil tangkapan yang berpotensi menciptakan kerentanan terhadap kebocoran data. Dalam hal ini, pengawasan dari hulu hingga hilir dalam rantai produksi perikanan sangat penting untuk memastikan bahwa pelaku usaha di sektor perikanan mematuhi semua peraturan dan undang-undang yang berlaku.

Selain itu, mekanisme perhitungan perkiraan harga sendiri yang dilakukan oleh nelayan sebagai penerapan PNBP pasca produksi tidak memperhitungkan komponen biaya operasional penangkapan ikan. Permasalahan akan terjadi jika nelayan atau pelaku usaha mengalami kerugian atau tidak mendapatkan keuntungan setelah melakukan pembayaran tagihan PNBP pungutan hasil perikanan pascaproduksi menggunakan sistem aplikasi. Biaya operasional penangkapan ikan yang dapat diperhitungkan, antara lain, biaya bahan bakar, biaya tenaga kerja, dan biaya perbekalan. Dengan memperhitungkan biaya operasional penangkapan ikan, diharapkan nelayan tidak mengalami kerugian setelah melakukan pembayaran tagihan PNBP pungutan

hasil perikanan pascaproduksi. Dengan demikian, tujuan dari kebijakan PIT memberikan kesejahteraan nelayan dapat terwujud.

L. Penutup

Kebijakan penangkapan ikan terukur (PIT) adalah langkah penting dalam upaya pengelolaan perikanan di Indonesia. Kebijakan ini memiliki beberapa kelebihan yang signifikan. *Pertama*, PIT membantu menjaga stok ikan dan kesehatan laut, yang sangat penting untuk menjaga ekosistem laut yang seimbang. *Kedua*, PIT memberikan fleksibilitas kepada pelaku usaha untuk menentukan jumlah kapal yang optimal sehingga mereka dapat mencapai keuntungan maksimal. Selain itu, kebijakan ini berkontribusi pada pemerataan ekonomi daerah dengan menyesuaikan pelabuhan pendaratan dengan wilayah penangkapan, menciptakan akurasi data penangkapan, dan mengoptimalkan industri di pelabuhan pendaratan. Kontrak jangka panjang juga memberikan kepastian pengembalian investasi, sedangkan hasil PNBPN dari PIT cenderung tinggi.

Namun, PIT juga memiliki potensi permasalahan yang harus diatasi. Perikanan skala kecil masih menghadapi tantangan dalam hal perbaikan data mengenai nelayan dan kapal mereka gunakan, kurangnya pelaporan data hasil tangkapan, kekurangan fasilitas produksi perikanan tangkap, permasalahan modal, perlindungan hak kepemilikan, dampak perubahan iklim, serta keterbatasan pasokan bahan bakar minyak bersubsidi. Selain itu, kebijakan ini perlu mengatasi kendala dalam alokasi investasi asing (PMA), ketentuan besaran kuota penangkapan ikan yang belum diatur secara detail melalui regulasi, keterbatasan sumber daya manusia, dan mekanisme perhitungan perkiraan harga sendiri yang tidak memperhitungkan komponen biaya operasional penangkapan ikan.

Dalam menghadapi tantangan ini, diperlukan serangkaian langkah strategis guna memastikan keberhasilan kebijakan penangkapan ikan terukur (PIT), antara lain, sebagai berikut:

- 1) memastikan pelaksanaan regulasi, sosialisasi, pendampingan kebijakan PIT, serta adopsi penggunaan teknologi e-PIT;
- 2) menentukan kapasitas pelabuhan pangkalan sebagai dasar untuk menentukan kuota penangkapan di pelabuhan pangkalan;
- 3) melakukan perhitungan dan distribusi kuota secara efisien di seluruh pelabuhan pangkalan yang telah ditetapkan;
- 4) memberikan pendampingan kepada pemerintah daerah dalam proses distribusi kuota kepada nelayan lokal dan nelayan kecil;
- 5) meningkatkan jumlah sumber daya manusia yang terampil dalam pendataan ikan dan operator di pelabuhan serta melakukan evaluasi kebutuhan dan distribusi ulang petugas pendataan sesuai kebutuhan di setiap pelabuhan pangkalan;
- 6) melaksanakan sertifikasi kompetensi bagi petugas pendataan ikan di pelabuhan; dan
- 7) meningkatkan fasilitas dan infrastruktur pendukung di pelabuhan.

Dengan upaya bersama dari pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat, kebijakan PIT memiliki potensi menjadi solusi terbaik bagi pengelolaan perikanan di Indonesia. Keberhasilan kebijakan ini akan memberikan manfaat jangka panjang bagi keberlanjutan sektor perikanan dan ekosistem laut di Indonesia. Selain itu, peran dari akademisi dan peneliti juga menjadi sangat penting dalam mendukung implementasi kebijakan PIT. Dengan melakukan kajian ilmiah yang komprehensif dan mendalam, mereka dapat memberikan wawasan yang berharga terkait efektivitas kebijakan ini. Kajian ilmiah dapat mencakup evaluasi terhadap dampak kebijakan, pemantauan terhadap kinerja pelaksanaan, serta identifikasi potensi perbaikan yang dapat diterapkan. Dengan kontribusi para akademisi dan peneliti, kita dapat memastikan bahwa kebijakan PIT terus berkembang dan ditingkatkan sesuai dengan perubahan dinamika perikanan dan tantangan lingkungan. Kajian ilmiah yang komprehensif juga akan membantu pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya untuk

membuat keputusan yang lebih baik dan berbasis data ilmiah dalam upaya menjaga keberlanjutan perikanan Indonesia.

Referensi

- Agung, A., Zainuri, M., Wirasatriya, D. A., Maslukah, L., Subardjo, P., Anugroho, A., Suryosaputro, A. A. D., & Handoyo, G. (2018). Analisis sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut sebagai *fishing ground* potensial (ikan pelagis kecil) di perairan Kendal, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina Oktober*, 7(2), 67–74. <https://doi.org/10.14710/buloma.v7i2.20378>
- Alice, Ekklesia, Sepriani, L., & Hulu, Y. J. (2021). Pengaruh investasi penanaman modal terhadap pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan produk domestik bruto di Indonesia. *Wacana Ekonomi (Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Akuntansi)*, 20(2), 77–83. <https://doi.org/10.22225/we.20.2.2021.77-83>
- Anas, P., Adrianto, L., Muchsin, I., & Satria, A. (2011). Analisis status pemanfaatan sumber daya ikan sebagai dasar pengelolaan perikanan tangkap berkelanjutan di wilayah perairan Cirebon. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 3(2), 145–157. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.3.2.2011.145-157>
- Ayers, A. L., Hospital, J., & Boggs, C. (2018). Bigeye tuna catch limits lead to differential impacts for Hawai'i longliners. *Marine Policy*, 94, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.032>
- Badiuzzaman, Wijayanto, D., & Yulianto, T. (2014). Analisis potensi tangkap sumberdaya rajungan (*blue swimming crab*) di perairan Demak. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 3(3), 248–256. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfrumt>
- Bertheussen, B. A., Xie, J., & Vassdal, T. (2020). Strategic investments in catch capacity and quotas: How costly is a mismatch for a firm? *Marine Policy*, 117, Artikel 103874. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103874>

- Chu, C. (2009). Thirty years later: The global growth of ITQs and their influence on stock status in marine fisheries. *Fish and Fisheries*, 10(2), 217–230. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00313.x>
- Ernawati, T., Wedjatmiko, & Suman, A. (2015). Kajian parameter populasi dan tingkat pemanfaatan rajungan (*Portunus pelagicus Linnaeus, 1758*) di perairan Pati dan sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 21(3), 169–176. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi/article/view/243/245>
- Fiddes, S., Pepler, A., Saunders, K., & Hope, P. (2021). Redefining southern Australia's climatic regions and seasons. *Journal of Southern Hemisphere Earth Systems Science*, 71(1), 92–109. <https://doi.org/10.1071/ES20003>
- Gai, A. M. (2020). Konsep pemberdayaan nelayan pesisir Kota Surabaya sebagai bentuk adaptasi perubahan iklim berbasis sustainable livelihood. *Journal Planoearth*, 5(1), 45–51. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/JPE/article/view/2153>
- Hatcher, A. C., Pascoe, S., Banks, R., & Arnason, R. (2002). *Future options for UK fish quota management: A report to the department for the environment, food and Rural Affairs*. Centre for the Economics and Management of Aquatic resources, University of Portsmouth. <https://core.ac.uk/download/pdf/52398873.pdf>
- Hoshino, E., van Putten, I., Pascoe, S., & Vieira, S. (2020). Individual transferable quotas in achieving multiple objectives of fisheries management. *Marine Policy*, 113, Artikel 103744. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103744>
- Indriyani, R., Rahim, A. B. A., & Azmi, R. B. (2021). Fishing quota and international obligation: Why has Indonesia been indicated as a non-compliant state. *Hasanuddin Law Review*, 7(2), 89–104. <https://doi.org/10.20956/halrev.v7i2.2841>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 50 Tahun 2022 tentang Penetapan Pelabuhan Pangkalan yang Telah Memenuhi Syarat Penarikan Pasca Produksi atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berasal dari Pemanfaatan Sumber Daya

- Alam Perikanan. (2022). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/3465>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 4 Tahun 2023 tentang Penetapan Pelabuhan Pangkalan yang Telah Memenuhi Syarat Penarikan Pasca Produksi atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berasal dari Pemanfaatan Sumber Daya Alam Perikanan. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/4229>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 21 Tahun 2023 tentang Harga Acuan Ikan. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/4243>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 132 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 109 Tahun 2021 tentang Rencana Induk Pelabuhan Perikanan Nasional. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/4753>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 139 Tahun 2023 tentang Penetapan Pelabuhan Pangkalan yang Telah Memenuhi Syarat Penarikan Pasca Produksi atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berasal dari Pemanfaatan Sumber Daya Alam Perikanan. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/4995>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 140 Tahun 2023 tentang Harga Acuan Ikan. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/4996>
- Kharismawan, G. K., & Wisanjaya, I. G. P. E. (2021). Problematika perikanan pada zona ekonomi eksklusif Inggris dan Uni Eropa. *Arena Hukum*, 14(3), 432–454. <https://doi.org/10.21776/ub.arenahukum.2021.01403.2>
- KORAL (Koalisi NGO untuk Perikanan dan Kelautan Berkelanjutan). (2022). *Kertas kerja terhadap kebijakan penangkapan ikan terukur*. <https://www.walhi.or.id/uploads/buku/Executive%20Summary%20Kertas%20Kerja%20KORAL%202022.pdf>

- Mustaruddin, Lubis, E., Supriatna, A., & Kartini, S. S. (2020). Dampak pencemaran fishing ground terhadap produksi dan mutu ikan yang tertangkap di Teluk Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(2), 284–293. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.2.284-293>
- Newell, R. G., Sanchirico, J. N., & Kerr, S. (2005). Fishing quota markets. *Journal of Environmental Economics and Management*, 49(3), 437–462. <https://doi.org/10.1016/j.jjeem.2004.06.005>
- Newman, D., Berkson, J., & Suatoni, L. (2015). Current methods for setting catch limits for data-limited fish stocks in the United States. *Fisheries Research*, 164, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.10.018>
- Ningsih, N. S., Hanifah, F., & Kusmarani, A. M. (2018). Peranan dinamika oseanografi dalam pengelolaan sumber daya perikanan. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 2(2), 116–127. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.02.8>
- Nurainun, & Kustiwa, O. (2022). Penyelenggaraan pelayanan perizinan berusaha berbasis resiko di pemerintahan daerah. *Jurnal Sosio-Komunika*, 1(1), 12–29. <https://doi.org/10.57036/jsk.v1i1.13>
- Olson, J. (2011). Understanding and contextualizing social impacts from the privatization of fisheries: An overview. *Ocean & Coastal Management*, 54(5), 353–363. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2011.02.002>
- Pasaribu, I. F., Hapsari, T. D., & Wibowo, B. A. (2022). Analisis pemasaran ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) di pangkalan pendaratan ikan kranji, Kabupaten Lamongan. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 8(2), 103–115. <https://doi.org/10.15578/marina.v8i2.11043>
- Pascoe, S., Hoshino, E., Hutton, T., & Hobday, A. J. (2022). Conflicting perceptions of quota-based systems in Australian fisheries.

- Marine and Freshwater Research*, 73(4), 419–427. <https://doi.org/10.1071/MF21227>
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18/PERMEN-KP/2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2014). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/486>
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/5003>
- Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur. (2023). <https://jdih.kkp.go.id/Homedev/DetailPeraturan/4584>
- Picaulima, S. M., Wiyono, E. S., Ngamel, A. K., Pentury, F., & Ngangun, T. A. (2022). Analisis usaha perikanan purse seine skala kecil tipe satu dan dua kapal dalam zona penangkapan ikan terukur di WPP-NRI 714 dan 718, Kepulauan Kei. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(2), 89–102. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2022.vol.6.no.2.224>
- Pilling, G. M., Berger, A. M., Reid, C., Harley, S. J., & Hampton, J. (2016). Candidate biological and economic target reference points for the south Pacific albacore longline fishery. *Fisheries Research*, 174, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.09.018>
- Purnama, W. W. (2022). Regulasi mata uang kripto di Indonesia: Pandangan regulator dan implikasi hukum bagi ekonomi masyarakat. *Jurnal Serambi Hukum*, 15(2), 96–101. <https://doi.org/10.59582/sh.v15i02.922>
- Purwaningsih, E., & Chikmawati, N. F. (2022). Pengangkatan UMKM di masa pandemi melalui kebijakan perlindungan hukum dan pemberdayaan. *Jurnal Ilmiah Galuh Justisi*, 10(1), 1–19. <https://jurnal.unigal.ac.id/galuhjustisi/article/view/6183/4667>

- Purwanto, Sadiyah, L., & Satria, F. (2015). Model pengendalian output penangkapan untuk penyesuaian terhadap kuota nasional tuna sirip biru selatan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(2), 103–114. <https://doi.org/10.15578/jkpi.7.2.2015.103-114>
- Ratumakin, P. A. K. L., Krisdayanti, M. O., Ketmoen, A., Baunsele, A. B., Boelan, E. G., Tukan, G. D., Taek, M. M., Amaral, M. A. L., Nani, P. A., Sinlae, A. A. J., & Hornay, P. M. A. (2023). Penyesuaian anggaran dasar dan anggaran rumah tangga Bumdes Ina Huk Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Desa Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi Nomor 3 Tahun 2021. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(5), 1760–1772. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i5.9253>
- Rosmayanti, M., & Apriani, R. (2023). Kedudukan penanaman modal asing terhadap pertumbuhan ekonomi nasional berdasarkan hukum investasi. *Jurnal Panorama Hukum*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.21067/jph.v8i1.8500>
- Statistik KKP. (t.t.). *Jumlah kapal*. Diakses pada 9 September, 2023, dari <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=kapal&i=5>
- Suharti, T., & Kumala, M. T. (2019). Fishing quotas regulation as the embodiment of fish resources protection. Dalam *Proceedings of the international conference on innovation in research (ICIIR 2018) – section: economics and management science* (209–211). <https://doi.org/10.2991/iciir-18.2019.40>
- Sulaiman. (2013). Prospek hukum adat laut dalam pengelolaan perikanan di Kabupaten Pidie Jaya Provinsi Aceh. *Yustisia*, 2(3), 15–22. <https://doi.org/10.20961/yustisia.v2i3.10146>
- Sulanke, E., & Rybicki, S. (2021). Community development quotas and support of small-scale fisheries as two key concepts for blue growth in fisheries. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.752764>
- Suman, A., Kembaren, D. D., & Taufik, M. (2022). Beberapa aspek biologi udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di perairan Kepulauan Aru dan sekitarnya (Laut Arafura) sebagai dasar

- kebijakan pengelolaannya secara berkelanjutan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 14(1), 35–46. <https://doi.org/10.15578/jkpi.14.1.2022.35-46>
- Suwarso, Wudianto, & Atmaja, S. B. (2008). Perubahan upaya dan hasil tangkapan ikan pelagis kecil di sekitar Laut Jawa: Kajian paska kolaps perikanan pukat cincin besar. *BAWAL*, 2(1), 17–26. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.2.1.2008.17-26>
- Trenggono, S. W. (2023). Penangkapan ikan terukur berbasis kuota untuk keberlanjutan sumber daya perikanan di Indonesia. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, 1–8. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12057>
- Payong, V. F., Ilham, M., & Supriadi, B. (2021). Strategi pengembangan sektor perikanan dalam meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten Flores Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Visioner*, 13(2), 187–195. <https://doi.org/10.54783/jv.v13i2.425>
- Widodo, A. A., Mahulette, R. T., & Satria, F. (2015). Status stok, eksploitasi dan opsi pengelolaan sumber daya ikan tuna di Laut Banda. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(1), 45–54. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpi/article/view/36>
- Wagiyo, K., Suman, A., & Patria, M. P. (2015). Sebaran dan hubungan parameter reproduksi ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) dengan suhu dan klorofil-a di Laut Banda. *BAWAL*, 7(3), 183–191. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal/article/download/307/312>
- Wagiyo, K., Prihatiningsih, & Hartati, S. T. (2021). Kepadatan stok, komposisi jenis, struktur ukuran dan daerah penangkapan ikan di Teluk Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 14(2), 43–50. <https://doi.org/10.37439/jurnaldrd.v14i2.47>
- Zhang, Y., Chen, Y., Zhu, J., Tian, S., & Chen, X. (2017). Evaluating effectiveness of biological reference points for bigeye tuna (*Thunnus obesus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) fisheries in the Indian Ocean. *Aquaculture and Fisheries*, 2(2), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2017.01.004>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 9

Peran Pemangku Kepentingan dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan

Siti Hajar Suryawati, Rizki Aprilian Wijaya, Achmad Zamroni, Hakim Miftakhul Huda, Sonny Koeshendrajana

A. Tantangan Pengelolaan Perikanan Rajungan

Rajungan merupakan komoditas industri perikanan unggul bernilai ekonomis tinggi di Indonesia dan telah diekspor ke berbagai negara, terutama Amerika Serikat, Jepang, dan Uni Eropa (Agustina et al., 2014; Hardjito, 2006; Ningrum et al., 2015). Dalam lima tahun terakhir, total ekspor rajungan (termasuk komoditas kepiting) meningkat menjadi 29 ribu ton pada tahun 2022 dari 27 ribu ton pada tahun 2017. Dari sisi nilai ekspor, meningkat dari US\$472 ribu menjadi US\$484 ribu pada periode 2017 hingga 2022. Hal ini menjadikan rajungan sebagai salah satu sumber kekuatan ekonomi Indonesia. Armada perikanan rajungan Indonesia sebagian besar didominasi

S.H. Suryawati*, R.A. Wijaya, A. Zamroni, H.M. Huda, & S. Koeshendrajana

*Badan Riset dan Inovasi Nasional, *e-mail*: siti102@brin.go.id

© 2023 Editor & Penulis

Suryawati, S. H., Wijaya, R. A., Zamroni, A., Huda, H. M., & Koeshendrajana, S. (2023). Peran pemangku kepentingan dalam pengelolaan perikanan rajungan berkelanjutan. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (315–346). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c760 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

oleh perikanan skala kecil kurang dari 10 GT. Jaring insang, bubu, dan *mini trawl* merupakan alat tangkap utama yang digunakan nelayan untuk menangkap rajungan. Alat tangkap lain (*trammel net*, cantrang, dogol, sero) juga sering kali mendapatkan rajungan sebagai hasil tangkapan sampingan (Adam et al., 2006; Gardenia, 2006).

Perikanan rajungan berkontribusi terhadap ekonomi masyarakat pesisir. Pada tahun 2018, diestimasi sekitar 90 ribu nelayan, 185 ribu pengolah/pengupas rajungan (*pickers*), pedagang pengumpul, pelaku usaha *plant* (pengolahan rajungan), dan *miniplant* (unit mitra dari *plant* yang bertanggung jawab terhadap proses pengupasan daging rajungan) terlibat secara langsung terhadap perikanan rajungan mulai dari aktivitas penangkapan, penyortiran, perebusan, pengupasan, dan perdagangan (Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia [APRI], 2018). Jumlah ini terus meningkat karena harga jual rajungan lebih tinggi dibandingkan dengan produk perikanan lain. Zamroni et al. (2020) menyatakan pada tingkat nelayan, harga jual rajungan pada tahun 2020 berkisar antara Rp60.000–Rp100.000/kg, sedangkan upah pengupas rajungan berkisar antara Rp15.000–Rp20.000/kg. Harga jual dan upah tersebut dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan ekonomi masyarakat nelayan.

Tingginya nilai ekonomi rajungan dan permintaan daging rajungan dari pasar ekspor menyebabkan harga rajungan makin tinggi di pasar domestik maupun ekspor sehingga mendorong nelayan untuk mengeksploitasinya secara berlebihan (Setiyowati & Sulistyawati, 2019). Penangkapan yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang tepat bukan tidak mungkin berujung pada kepunahan (Huda et al., 2021).

Pengelolaan perikanan termasuk perikanan rajungan harus menjamin ketersediaan sumber daya yang cukup untuk generasi sekarang dan masa yang akan datang. Hal tersebut sejalan dengan amanat *Code of Conduct Responsible Fisheries* (FAO, 1995). Untuk menjaga keberlanjutan pemanfaatan sumber daya rajungan, perlu diperhatikan daya dukung lingkungan laut yang menjadi habitatnya, termasuk berapa kapasitas maksimal yang dapat dimanfaatkan. Terkait

hal tersebut, melalui Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan (Permen KP) Nomor 17 Tahun 2021 dan Nomor 16 Tahun 2022 terkait pengelolaan perikanan rajungan di Wilayah Negara Republik Indonesia, pemerintah berupaya memastikan pemanfaatan sumber daya rajungan secara berkelanjutan. Pada pengelolaan rajungan, dari sisi alat tangkap, pemerintah memastikan alat tangkap yang digunakan untuk menangkap rajungan bersifat pasif dan ramah lingkungan. Pada sisi sumber daya rajungan itu sendiri, penangkapan dapat dilakukan dengan ketentuan rajungan tidak dalam kondisi bertelur dan telah dewasa dengan ukuran berat minimal 60 gram per ekornya.

Implementasi teknis dalam pengelolaan rajungan saat ini masih terus diupayakan meskipun mengalami kendala untuk dijalankan. Banyaknya jumlah nelayan rajungan, luasnya wilayah yang diawasi, termasuk pula ketersediaan jumlah pengawas perikanan yang terbatas menjadi faktor penyebab implementasi tersebut sulit berjalan. Potensi sumber daya rajungan, berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022, mencapai 57.947 ton per tahun dengan dominasi potensi sumber daya rajungan dari Laut Jawa sebesar 40%. Namun, sayangnya, Laut Jawa sebagai sumber produksi utama komoditas rajungan Indonesia dilaporkan mengalami tanda-tanda *overfishing* (Budiarto et al., 2015; Muawanah et al., 2017). Ukuran rajungan yang tertangkap dilaporkan tidak lebih besar, bahkan lebih kecil dibandingkan komoditas rajungan yang ada di perairan lainnya. Status lingkungan perairan dan penangkapan rajungan yang ada di perairan Laut Jawa dapat dikategorikan kurang baik (Badiuzzaman et al., 2014; Budiarto et al., 2015; Nabila et al., 2023; Setiyowati & Sulistyawati, 2019).

Perikanan rajungan memerlukan pengelolaan yang tepat mengingat banyaknya jumlah keterlibatan nelayan dan pengupas rajungan skala kecil yang masih dominan. Keberlanjutan sumber daya rajungan sejatinya tidak hanya mengatur nelayan sebagai pelaku utama ekstraksi sumber daya rajungan, tetapi juga pemangku kepentingan lain yang berperan dalam pengelolaan perikanan rajungan. Pemerintah pusat, pemerintah daerah, penegak hukum, pengolah rajungan (skala

rumah tangga, *miniplant*, dan *plant*), pedagang, dan pihak lainnya yang terkait dengan perikanan rajungan sangat berperan terhadap keberhasilan pengelolaan rajungan. Karakter pengelolaan perikanan rajungan dapat dikatakan sebagai sebuah sistem multiaktor, yaitu sering melibatkan berbagai aktor pemangku kepentingan pada pengembangan maupun implementasinya. Untuk itu, perlu dilakukan analisis terkait karakteristik pemangku kepentingan dan hubungan antaraktor dalam pengelolaan perikanan rajungan. Hasil analisis tersebut untuk memberikan rekomendasi yang tepat berdasarkan peta kekuatan dan dukungan serta peluang munculnya konflik dalam tata kelola perikanan rajungan.

Bab ini fokus pada identifikasi pemangku kepentingan dan perannya dalam pengelolaan perikanan rajungan, mendeskripsikan kekuatan pemangku kepentingan terhadap tujuan pengelolaan, serta mendeskripsikan pola keterhubungan antar-pemangku kepentingan dalam pengelolaan rajungan. Bab ini merupakan hasil studi di pantai utara Jawa dengan studi kasus Kabupaten Cirebon sebagai pusat produksi rajungan di Provinsi Jawa Barat. Pendekatan *mixed method* yang memadukan pendekatan kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk memperoleh gambaran tentang karakteristik pemangku kepentingan dalam pengelolaan rajungan secara menyeluruh. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam kepada informan kunci yang ditindaklanjuti dengan diskusi kelompok terpusat (FGD) bersama pemangku kepentingan terkait untuk memperkuat analisis. Selanjutnya, data dianalisis pada aplikasi *Matrix of Alliances and Conflicts Tactics, Objective, and Recommendation* (Mactor) oleh Godet (1991) yang banyak digunakan pada sumber daya kelautan perikanan (Kusumawardhani et al., 2023; Tandio et al., 2023). Mactor bekerja didasarkan pada pendekatan analisis struktural, yaitu melihat strategi dan inisiatif aktor berdasarkan pengaruh antaraktor yaitu, pengaruh langsung, pengaruh tidak langsung, dan pengaruh potensial (Fauzi, 2019; Wardono et al., 2019). Hasil studi diharapkan dapat memberikan informasi yang berharga kepada *stakeholder* perikanan rajungan untuk perbaikan pengelolaan rajungan yang berkelanjutan di masa yang akan datang.

B. Identifikasi Pemangku Kepentingan dan Tujuan Strategis Pengelolaan Perikanan Rajungan

Keterlibatan dan peran aktor menjadi aspek yang krusial dalam tata kelola sumber daya alam (Hamilton & Ruta, 2006), termasuk dalam implementasi pembangunan berkelanjutan (Fauzi, 2019). Aktor didefinisikan sebagai lembaga, kelompok, atau individu yang memainkan peran sentral dalam sistem, termasuk memobilisasi sumber daya alam dalam sistem (Avelino & Wittmayer, 2016; Rees & MacDonell, 2017). Aktor bukan saja menentukan bagaimana tujuan keberlanjutan pembangunan dicapai, tetapi juga menentukan indikator yang menjadi pijakan keberlanjutan. Interaksi dan hubungan antaraktor, daya saing aktor, dan sikap aktor terhadap indikator keberlanjutan sering disebut sebagai *interaksi aktor-faktor*.

Identifikasi aktor kunci dan penentuan tujuan strategis para aktor dalam pengelolaan rajungan berkelanjutan menjadi langkah awal dalam analisis Mactor. Hasil identifikasi aktor menunjukkan terdapat 27 aktor yang berperan mewakili instansi pemerintahan pusat, daerah, pengusaha, organisasi masyarakat, pelaku usaha, dan sebagainya sebagai aktor kunci pengelolaan perikanan rajungan berkelanjutan (Tabel 9.1). Peran masing-masing aktor dalam pengelolaan perikanan rajungan berkelanjutan berbeda-beda. Pemerintah pusat hingga daerah umumnya memiliki peran sebagai perancang aturan maupun kebijakan pengelolaan perikanan rajungan (Wijaya et al., 2023), termasuk pula memiliki peran sebagai pengawas. Bagi pemerintah pusat, komoditas rajungan sangat penting dan perlu dikelola dengan baik. Dilihat dari perancangan aturannya, setidaknya terdapat lima aturan setingkat Menteri Kelautan dan Perikanan sepanjang periode 2015–2022 terkait pengelolaan rajungan. Selain itu, juga terdapat dokumen strategi pemanfaatan perikanan (*harvest strategy*) rajungan dan status pemanfaatan yang dapat diacu oleh *stakeholder* dalam pengelolaan perikanan rajungan. Dalam konteks tata ruang, telah diatur mengenai jalur penangkapan ikan dan alat penangkapan ikan yang harus diketahui oleh nelayan rajungan (Kurnia et al., 2014; Novitasari et al., 2023; Susanto et al., 2019; Taurusman et al., 2020).

Organisasi masyarakat terkait perikanan rajungan, yaitu Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia (APRI) berperan sebagai mitra pemerintah dalam mengimplementasikan pengelolaan perikanan rajungan berkelanjutan. Pelaku usaha, mulai dari nelayan rajungan, pedagang rajungan, *miniplant*, maupun *plant*, berperan dalam ekstraksi sumber daya dan penciptaan nilai tambah untuk memperoleh manfaat ekonomi dari sumber daya rajungan.

Tabel 9.1 Aktor yang Terlibat dan Perannya Terkait Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan

Nama Aktor	Peran		
	Tata Kelola	Implementasi	Pengawasan
1. Dirjen Perikanan Tangkap [DJPT KKP]	Merancang aturan terkait alat tangkap, dan penangkapan rajungan		
2. Dirjen Perikanan Budidaya [DJPB KKP]	Mendorong produksi benih rajungan dengan tujuan <i>restocking</i>		
3. Dirjen Penguatan Daya Saing [DJPDS KKP]	Merancang aturan pascapenangkapan		
4. Dirjen Pengawasan SDKP [DJPSDKP]			Pengakuan aturan
5. Dirjen Pengelolaan Ruang Laut [DJURL KKP]	Merancang aturan terkait pengelolaan ruang laut		
6. Badan Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu [BKIPM]			Karantina dan sistem jaminan mutu rajungan
7. Badan Riset dan SDM KP [BRSDM KKP]	Dukungan riset, pelatihan dan penyuluhan	Sosialisasi aturan terhadap pelaku	
8. Kementerian Koperasi RI [Kemenkop]		Dukungan implementasi aturan (Perdagangan rajungan)	
9. Bank Indonesia [BI]		Dukungan implementasi aturan	

Nama Aktor	Peran		
	Tata Kelola	Implementasi	Pengawasan
10. Dinas Kelautan Perikanan Provinsi [DKP Prop]	Merancang aturan terkait penangkapan rajungan		
11. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah [Bappeda]	Sinkronisasi perencanaan terkait perikanan rajungan		
12. Dinas Kelautan Perikanan Kabupaten [DKP Kab]		Pemberdayaan nelayan rajungan	
13. Dinas Koperasi dan UKM [Dinkop UKM]		Dukungan implementasi aturan terkait perdagangan	
14. Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia [APRI]		Implementasi aturan rajungan di tingkat nelayan	Pengawasan terhadap implementasi aturan
15. Kelompok Usaha Bersama [KUB]		Implementasi aturan rajungan	
16. Koperasi Nelayan [Koperasi]		Dukungan implementasi aturan (Perdagangan rajungan)	
17. Perusahaan Pengolahan Rajungan [<i>Plant</i>]		Implementasi aturan dan perdagangan rajungan	
18. Unit Pengolahan Rajungan [<i>Miniplant</i>]		Implementasi aturan, penciptaan nilai tambah dan perdagangan rajungan	
19. Perusahaan eksportir [Eksportir]		Implementasi aturan, penciptaan nilai tambah dan perdagangan rajungan	
20. Pedagang pengumpul [Bakul]		Implementasi aturan dan perdagangan rajungan	
21. Nelayan [Nelayan]		Implementasi aturan, ekstraksi sumber daya dan perdagangan rajungan	

Nama Aktor	Peran		
	Tata Kelola	Implementasi	Pengawasan
22. Pembudidaya [Pembudidaya]		Implementasi aturan terkait <i>restocking</i> rajungan	
23. Penyuluh perikanan [Penyuluh]		Sosialisasi dan pemberdayaan nelayan rajungan	
24. Pemerintah desa [Pemdes]		Sosialisasi dan pemberdayaan nelayan rajungan	
25. Masyarakat [Masyarakat]		Pemanfaatan sumber daya untuk konsumsi	
26. Perguruan tinggi/ akademisi [PT]	Memberikan masukan terkait aturan penangkapan rajungan		
27. Pemerhati rajungan [NGO]			Pengawasan terhadap implementasi aturan

Sumber: Zamroni et al. (2020)

Berbagai macam peran aktor pada Tabel 9.1 juga berkaitan dengan tujuan strategis apa yang akan dicapai oleh masing-masing aktor. Terdapat setidaknya sepuluh tujuan strategis para aktor yang teridentifikasi dalam pengelolaan perikanan rajungan berkelanjutan (Gambar 9.1). Pengendalian upaya penangkapan, penggunaan alat tangkap, waktu penangkapan, kualitas hasil tangkapan, zonasi wilayah tangkap hingga sosialisasi menjadi tujuan strategis dari 27 aktor yang terkait dengan pengelolaan rajungan. Para aktor umumnya tidak hanya memiliki satu tujuan strategis, tetapi beberapa tujuan strategis sesuai dengan kepentingan masing-masing aktor. Sebagai contoh, pemerintah pusat memiliki strategi terkait dengan pengendalian upaya penangkapan, termasuk pula mendorong penggunaan alat tangkap ramah lingkungan bagi nelayan.



Gambar 9.1 Tujuan Strategis Aktor-Aktor dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan

C. Pemetaan Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Antar-Pemangku Kepentingan

Pemetaan para aktor yang terkait dan terlibat dalam upaya pengelolaan rajungan berkelanjutan menjadi penting dilakukan terkait peran dan posisinya. Posisi aktor dinilai dari seberapa besar tingkat pengaruh dan tingkat ketergantungan setiap aktor terhadap aktor lainnya dalam pengelolaan rajungan berkelanjutan. Tabel 9.2 menginformasikan matriks pengaruh langsung (*matrix of direct influences*, MDI) aktor pengelolaan sumber daya rajungan. MDI menggambarkan kemampuan aktor untuk memengaruhi aktor lain, baik dalam hal prosedur operasional, perencanaan, implementasi, maupun pelaksanaan suatu kegiatan/pekerjaan yang dilakukan oleh aktor lain (Ariyani et al., 2020). Kepemilikan sumber daya, posisi sosial, dan pengetahuan menjadi faktor yang akan menentukan pengaruh kepada aktor lainnya (Tronvoll, 2017). Kategori nilai pengaruh langsung antaraktor diukur dengan kaidah Godet (1991) sebagai berikut.

- 1) Nilai 0 berarti tidak berpengaruh.
- 2) Nilai 1 berarti memengaruhi prosedur operasional aktor.

- 3) Nilai 2 berarti memengaruhi aktivitas kinerja aktor.
- 4) Nilai 3 berarti memengaruhi misi aktor.
- 5) Nilai 4 berarti memengaruhi eksistensi keberadaan aktor.

Tabel 9.2 menunjukkan bahwa makin sedikit rekap nilai 0 (nol) maka aktor tersebut tidak memiliki pengaruh yang kuat atau pengaruh langsung terhadap aktor lain. Sementara itu, jika makin banyak nilai 4 (empat), dapat dikatakan bahwa aktor tersebut cukup dominan pengaruhnya dalam pengelolaan sumber daya perikanan rajungan. Aktor Nelayan dan Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap Kementerian Kelautan dan Perikanan (DJPT KKP) merupakan dua aktor dominan dalam pengelolaan perikanan rajungan. DJPT KKP membuat berbagai macam aturan, tidak hanya dapat memengaruhi prosedur operasional aktor, bahkan hingga dapat memengaruhi eksistensi keberadaan aktor lain, sebagai contoh keberadaan nelayan dalam memanfaatkan sumber daya perikanan rajungan.

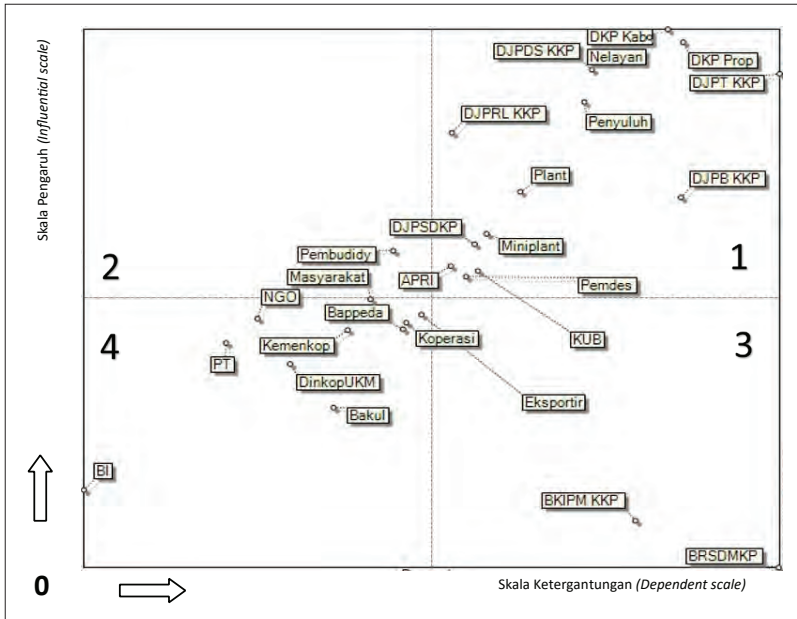
Tabel 9.2 Komposisi Nilai Kategori Pengaruh Langsung Antaraktor (MDI) dalam Pengelolaan Sumber Daya Rajungan Berkelanjutan

Aktor Pengelolaan Rajungan	Komposisi Nilai Kategori Pengaruh Aktor terhadap Aktor lain				
	0	1	2	3	4
1. Dirjen Perikanan Tangkap [DJPT KKP]	5	3	5	4	10
2. Dirjen Perikanan Budidaya [DJPB KKP]	8	9	0	5	5
3. Dirjen Penguatan Daya Saing [DJPDS KKP]	3	9	2	7	6
4. Dirjen Pengawasan SDKP [DJPSDKP]	12	4	3	2	6
5. Dirjen Pengelolaan Ruang Laut [DJPRL KKP]	8	5	1	6	7
6. Badan Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu [BKIPM]	21	1	1	2	2
7. Badan Riset dan SDM KP [BRSDM KKP]	22	1	3	0	1
8. Kementerian Koperasi RI [Kemenkop]	8	14	3	0	2
9. Bank Indonesia [BI]	16	9	2	0	0
10. Dinas Kelautan Perikanan Provinsi [DKP Prop]	1	9	7	4	6

Aktor Pengelolaan Rajungan	Komposisi Nilai Kategori Pengaruh Aktor terhadap Aktor lain				
	0	1	2	3	4
11. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah [Bappeda]	8	13	4	1	1
12. Dinas Kelautan Perikanan Kabupaten [DKP Kab]	1	9	8	2	7
13. Dinas Koperasi dan UKM [Dinkop UKM]	9	15	2	1	0
14. Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia [APRI]	7	13	3	3	1
15. Kelompok Usaha Bersama [KUB]	9	11	1	4	2
16. Koperasi Nelayan [Koperasi]	6	19	1	1	0
17. Perusahaan Pengolahan Rajungan [<i>Plant</i>]	6	9	7	4	1
18. Unit Pengolahan Rajungan [<i>Miniplant</i>]	5	13	5	3	1
19. Perusahaan eksportir [Eksportir]	8	13	4	1	1
20. Pedagang pengumpul [Bakul]	15	5	4	2	1
21. Nelayan [Nelayan]	2	6	3	7	9
22. Pembudidaya [Pembudidaya]	9	6	4	3	5
23. Penyuluh Perikanan [Penyuluh]	3	12	3	7	2
24. Pemerintah desa [Pemdes]	6	14	7	0	0
25. Masyarakat [Masyarakat]	6	16	4	1	0
26. Perguruan Tinggi/Akademisi [PT]	8	15	3	1	0
27. Pemerhati Rajungan [NGO]	8	16	2	1	0

Sumber: Zamroni et al. (2020)

Berdasarkan kekuatannya, pengaruh aktor dapat diposisikan dalam peta pengaruh dan ketergantungan aktor, daya saing aktor, dan hubungan antaraktor secara grafis (Gambar 9.2). Selanjutnya, dilakukan analisis dengan menggunakan perangkat lunak Mactor untuk melihat hubungan antaraktor, daya saing aktor, dan hubungan aktor dengan tujuan yang direpresentasikan dalam bentuk grafis (Fauzi, 2019). Aktor dapat diposisikan menjadi empat kategori berdasarkan tinggi rendahnya pengaruh dan ketergantungan (Elmsalmi & Hachicha, 2014).



Keterangan:

Kuadran 1 = aktor dengan pengaruh tinggi dan ketergantungan tinggi

Kuadran 2 = aktor dengan pengaruh tinggi dan ketergantungan rendah

Kuadran 3 = aktor dengan pengaruh rendah dan ketergantungan rendah

Kuadran 4 = aktor dengan pengaruh rendah dan ketergantungan rendah

Sumber: Zamroni et al. (2020)

Gambar 9.2 Peta Pengaruh dan Ketergantungan Antaraktor dalam Pengelolaan Perikanan Rajungan Berkelanjutan

Gambar 9.2 menunjukkan aktor mana yang perlu menjadi perhatian dan aktor mana yang dapat diabaikan dalam pengelolaan perikanan rajungan. Para aktor yang masuk ke dalam kuadran 1 merupakan aktor *relay* atau dapat menjadi pengungkit keberhasilan pengelolaan perikanan rajungan, sedangkan para aktor yang masuk ke dalam kuadran 4 tidak terlalu berperan atau dapat diabaikan dalam pengelolaan rajungan. Pada kuadran 1, terdapat dua bagian besar aktor, yaitu aktor yang berperan dalam mengawal kebijakan rajungan

dan aktor yang berperan dalam ekstraksi sumber daya dan penciptaan nilai tambah rajungan. Ketujuh aktor pemerintah (DJPT KKP, DKP Prop, DKP Kab, DJPDS, DJPRL, DJPB, dan Penyuluh) yang memiliki tupoksi perikanan kelautan pada berbagai level pemerintah nyatanya memiliki peran penting dalam merumuskan kebijakan terkait pengelolaan rajungan. Pada hasil ini, penyuluh perikanan sebagai perpanjangan tangan KKP pada level pemerintahan terkecil, yaitu pemerintah desa, juga dapat berperan dalam merumuskan aturan terkait pengelolaan rajungan melalui peraturan desa yang lebih relevan terhadap kondisi karakteristik masyarakatnya (Istikasari et al., 2016). Kebijakan pemerintah, di satu sisi bertujuan untuk melindungi sumber daya rajungan agar tidak dieksplorasi terus-menerus, di sisi lain memastikan keberlangsungan usaha nelayan. Sementara itu, aktor nelayan, *plant*, *miniplant*, dan APRI bertugas dalam melaksanakan implementasi kebijakan pengelolaan rajungan. Kedua kelompok aktor pada kuadran 1 menjadi ujung tombak dan faktor penentu keberhasilan pengelolaan perikanan rajungan sehingga perlu melakukan kerja sama yang baik dalam hal perencanaan hingga implementasi pengelolaan perikanan rajungan.

Pada kuadran 2, masyarakat dan pembudidaya menjadi aktor yang dominan. Mereka dapat memengaruhi aktor lain, tetapi ketergantungannya terhadap aktor lain rendah. Pembudidaya rajungan dalam artikel ini diartikan sebagai nelayan dengan alat tangkap bubu yang memiliki wadah penampungan rajungan dalam kondisi bertelur. Hasil rajungan yang berasal dari alat tangkap bubu masih dalam keadaan hidup sehingga dapat diketahui kondisi rajungan. Aturan Permen KP No 16 Tahun 2022 menyatakan bahwa nelayan yang memperoleh rajungan dalam kondisi bertelur diamanatkan untuk melakukan karantina dan melepas anak rajungan kembali ke laut ketika telur sudah menetas (Sunartiningsih & Larasati, 2020).

Pada kuadran 3 terdapat aktor Badan Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu (BKIPM) dan Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (BRSDMP) yang berperan dalam melakukan penjaminan mutu dan ketertelusuran sebagai syarat ekspor

serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia nelayan rajungan baik melalui kegiatan riset, penyuluhan, maupun pelatihan (Hudaya et al., 2017; Simbolon et al., 2020). Kedua aktor tersebut terdominasi (dipengaruhi aktor lain) dan memiliki ketergantungan dengan aktor lain. Terdominasi berarti kegiatan kedua aktor tersebut tidak akan berjalan apabila tidak ada inisiasi kegiatan dari aktor lainnya. Sebagai contoh, nelayan melakukan penangkapan rajungan yang kemudian dilakukan proses nilai tambah produk oleh *miniplant* hingga *plant* rajungan. Dalam konteks perdagangan internasional, diperlukan sertifikasi/jaminan mutu oleh BKIPM terhadap produk yang dihasilkan oleh aktor tersebut. Tanpa adanya inisiasi penangkapan dan penciptaan nilai tambah rajungan maka tidak diperlukan jaminan mutu oleh aktor BKIPM. Dengan kata lain, aktor-aktor pada kuadran 3 memiliki sifat pelayanan terkait implementasi pengelolaan perikanan rajungan.

D. Keterkaitan Pemangku Kepentingan dalam Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan

Hasil analisis berikutnya adalah melihat posisi masing-masing aktor terhadap setiap tujuan strategis dalam pengelolaan rajungan berkelanjutan yang telah teridentifikasi sebelumnya melalui matriks penimbang posisi aktor (Tabel 9.3). Dapat terlihat koefisien mobilisasi aktor yang menunjukkan bahwa antaraktor yang berbeda dapat terlibat dalam satu situasi yang sama. Lebih lanjut, matriks ini juga dapat memperhitungkan tingkat kompetisi di antara para aktor, hierarki tujuan, dan derajat pendapat masing-masing aktor terhadap setiap tujuan dalam pengelolaan rajungan berkelanjutan. Nilai positif menyatakan dukungan aktor terhadap tujuan penge-lolaan rajungan dan nilai negatif menunjukkan sikap sebaliknya, yaitu menyatakan oposisi atau menentang tujuan. Nilai positif besar menunjukkan makin besarnya dukungan aktor terhadap tujuan. Sebaliknya, nilai negatif besar menyatakan makin tingginya penolakan terhadap tujuan. Bagi para pembuat kebijakan dan praktisi pembangunan yang peduli terhadap kesetaraan dan keberlanjutan perikanan, tata kelola yang

baik di berbagai tingkatan pengelolaan adalah komponen yang sangat penting dalam ketahanan pangan global (Warren & Steenbergen, 2021).

Analisis berikutnya adalah pemetaan kepentingan para aktor terhadap tujuan pengelolaan rajungan. Tingkat kepentingan suatu tujuan digambarkan dengan makin kuatnya dukungan para aktor terhadap tujuan tersebut. Mengacu kepada dokumen *Harvest Strategy* Rajungan di Wilayah Pengelolaan Perikanan 712, setidaknya terdapat dua tujuan pengelolaan rajungan, yaitu tujuan keberlanjutan sosial ekonomi dan tujuan ekologi. Tabel 9.3 menunjukkan bahwa tujuan strategis kesejahteraan masyarakat memiliki derajat mobilisasi tertinggi, yaitu sebesar 78,8 yang diikuti oleh pemasaran dan bisnis (63,9) serta kualitas rajungan hasil tangkapan (58,8). Aktor Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi (DKP Provinsi), DJPT, Dinas Kelautan dan Perikanan kabupaten (DKP Kab), Penyuluh, Dirjen Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan (DJPSDKP), dan Nelayan menjadi enam aktor dengan mobilisasi tertinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa para aktor relatif mengutamakan aspek ekonomi dibandingkan ekologi. Sebagaimana disebutkan oleh Mubaroq dan Jailani (2022), tuntutan terhadap kesejahteraan masyarakat, pemasaran dan bisnis, serta kualitas rajungan hasil tangkapan menjadi tujuan yang paling banyak memobilisasi peran para aktor yang terlibat dalam pengelolaan perikanan rajungan. Hasil ini bertolak belakang dengan kondisi sumber daya rajungan yang telah tereksplorasi. Seharusnya, tujuan ekologi menjadi faktor pendorong mobilisasi peran para aktor (Badiuzzaman et al., 2014; Budiarto et al., 2015; Nabila et al., 2023; Setiyowati & Sulistyawati, 2019). Tarik-menarik kepentingan ekonomi dan ekologi terjadi dalam pengelolaan rajungan. Sunartiningasih dan Larasasi (2020) mengkaji kegiatan *restocking* rajungan sebagai salah satu solusi dalam mengatasi adanya perbedaan kepentingan tersebut. Idealnya, eksploitasi sumber daya rajungan dengan tujuan ekonomi dapat dilakukan sepanjang sumber daya masih dalam kondisi baik dan stok melimpah. Saat sumber daya telah berada dalam kondisi tereksplorasi maka tujuan ekologi, misalnya konservasi rajungan, dapat didorong sebagai faktor mobilisasi para aktor.

Tabel 9.3 Matriks Posisi Setiap Aktor terhadap Setiap Tujuan Strategis Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan

Aktor	Koefisien Mobilisasi Aktor Terhadap Tujuan Strategis (TS)*										Nilai Mobilisasi*	Peringkat
	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7	TS8	TS9	TS10		
1. Dirjen Perikanan Tangkap [DIPT KKP]	5,3	5,3	5,3	5,3	4,0	5,3	5,3	4,0	4,0	4,0	47,4	2
2. Dirjen Perikanan Budidaya [DIPB KKP]	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	4,0	4,0	3,0	0,0	0,0	20,1	12
3. Dirjen Penguatan Daya Saing [DJIDS KKP]	3,1	3,1	3,1	6,1	0,0	3,1	6,1	6,1	1,5	1,5	33,6	7
4. Dirjen Pengawasan SDKP [DJPSDKP]	4,1	4,1	3,1	3,1	4,1	4,1	4,1	2,0	3,1	3,1	34,7	5
5. Dirjen Pengelolaan Ruang Laut [DJURL KKP]	2,9	2,9	2,9	2,9	5,8	4,3	2,9	2,9	1,4	2,9	31,8	8
6. Badan Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu [BKIPM]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,2	0,3	4,5	24
7. Badan Riset dan SDM KP [BRSDM KKP]	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	2,0	26
8. Kementerian Koperasi RI [kemenkop]	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	0,9	6,8	20
9. Bank Indonesia [BI]	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	2,2	2,2	0,6	0,0	5,5	22
10. Dinas Kelautan Perikanan Provinsi [DKP Prop]	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	4,6	59,3	1
11. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah [Bappeda]	0,0	0,0	0,0	0,8	3,2	2,4	3,2	1,6	0,0	0,0	11,3	17
12. Dinas Kelautan Perikanan Kabupaten [DKP Kab]	4,8	4,8	3,2	4,8	3,2	4,8	4,8	3,2	4,8	4,8	43,0	3
13. Dinas Koperasi dan UKM [Dinkop UKM]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	4,7	23
14. Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia [APRI]	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	19,7	14
15. Kelompok Usaha Bersama [KUB]	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,8	2,8	2,8	1,9	0,9	20,8	10
16. Koperasi Nelayan [Koperasi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	3,3	0,0	0,0	6,6	21
17. Perusahaan Pengolahan Rajungan [Plant]	-2,4	-2,4	-1,2	-1,2	0,0	0,0	3,5	4,7	-2,4	2,4	20,0	13
18. Unit Pengolahan Rajungan [Miniplant]	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	3,2	2,1	2,1	3,2	23,2	9
19. Perusahaan eksportir [Eksportir]	1,7	2,5	1,7	1,7	1,7	0,8	1,7	1,7	-2,5	1,7	17,7	16
20. Pedagang pengumpul [Bakul]	0,0	-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	-0,6	0,0	0,0	2,4	25
21. Nelayan [Nelayan]	4,7	-4,7	4,7	4,7	0,0	0,0	4,7	0,0	-6,3	-4,7	34,4	6
22. Pembudidaya [Pembudidaya]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27
23. Penyuluh Perikanan [Penyuluh]	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	2,9	4,3	4,3	2,9	1,4	37,1	4
24. Pemerintah desa [Pemdes]	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,8	1,9	1,9	1,9	19,6	15
25. Masyarakat [Masyarakat]	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,8	1,9	1,9	2,8	20,8	10

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Aktor	Koefisien Mobilisasi Aktor Terhadap Tujuan Strategis (TS)*										Nilai Mobilisasi*	Peringkat
	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7	TS8	TS9	TS10		
26. Perguruan Tinggi/Akademisi [PT]	0,9	0,9	0,0	0,9	1,9	0,9	0,9	0,9	0,0	1,9	9,4	19
27. Pemerintah Rajungan [NGO]	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	11,0	18
Jumlah Kesepakatan	50,2	46,4	45,7	57,6	48,6	51,0	78,8	63,3	35,2	41,2		
Jumlah Ketidaksepakatan	-2,4	-8,2	-1,2	-1,2	0,0	0,0	0,0	-0,6	-11,1	-4,7		
Derajat Mobilisasi	52,6	54,6	46,9	58,8	48,6	51,0	78,8	63,9	46,4	45,9		

Keterangan:

TS1/Tangkap = Pengendalian upaya penangkapan

TS2/ATramah = Penggunaan alat tangkap ramah lingkungan

TS3/Waktu = kesesuaian waktu penangkapan

TS4/Kualitas = Kualitas hasil tangkapan

TS5/Zonasi = Zonasi daerah penangkapan

TS6/Preventif = Langkah pencegahan penerapan kebijakan

TS7/Sejahtera = Kesejahteraan masyarakat

TS8/Pasar = Pemasaran dan bisnis

TS9/Lembaga = Kelembagaan pengelola

TS10/Sosialisasi = Sosialisasi, pengawasan dan penegakan hukum

Derajat Mobilisasi = Total koefisien yang menunjukkan mobilitas aktor di mana antaraktor yang berbeda dapat terlibat dalam satu situasi yang sama.

Nilai positif menyatakan dukungan aktor terhadap tujuan pengelolaan rajungan dan sebaliknya nilai negatif menunjukkan sikap sebaliknya, yaitu menyatakan oposisi atau menentang tujuan.

*Nilai merupakan hasil pembulatan

Sumber: Zamroni et al. (2020)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pengelolaan rajungan secara berkelanjutan telah menjadi isu penting yang melibatkan banyak pihak sehingga pemerintah pusat membuat acuan bersama sesuai amanat dalam Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 70 Tahun 2016 tentang Rencana Pengelolaan Perikanan Rajungan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Di antara seluruh tujuan, yang paling banyak mendapatkan dukungan adalah kesejahteraan masyarakat dengan nilai kesepakatan sebesar 78,8 dan yang mendapatkan paling banyak penolakan adalah kelembagaan pengelola dengan nilai ketidaksepakatan sebesar -11,1 (Tabel 9.3). Hal ini tepat karena arah kebijakannya adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

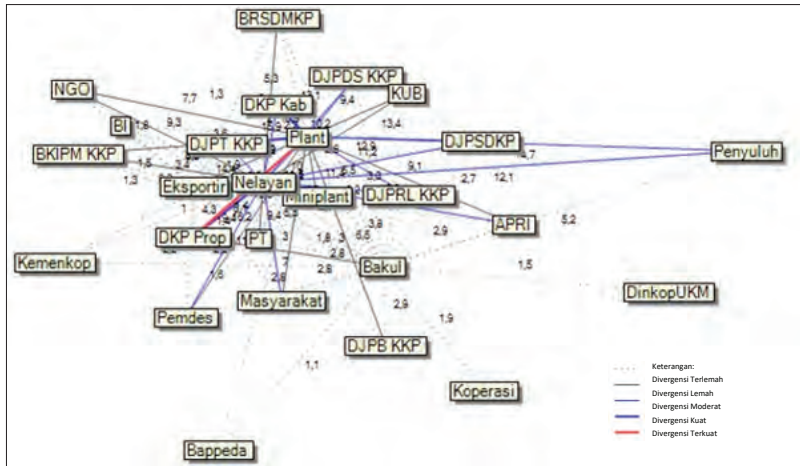
E. Pemetaan Konvergensi dan Divergensi Antar-Pemangku Kepentingan

Hasil analisis Mactor juga menunjukkan pencapaian tujuan strategis antaraktor. Tujuan strategis dapat dicapai apabila aktor memiliki peran dan posisi yang sama dalam suatu situasi. Pemetaan konvergensi antaraktor dapat mengidentifikasi sejumlah kesamaan posisi yang dimiliki para aktor terhadap tujuan-tujuan pengelolaan rajungan berkelanjutan. Nilai dalam matriks merepresentasikan derajat konvergensi satu aktor terhadap aktor lainnya. Makin tinggi nilainya maka makin besar kesamaan kepentingan atau tujuan yang dimiliki oleh para aktor tersebut. Dengan kata lain, dapat diketahui kemungkinan terbentuknya sebuah grup atau aliansi di antara para aktor yang dipetakan berdasarkan besaran nilai pada matriks konvergensi (Gambar 9.3).

Dari Gambar 9.3 terlihat bahwa antara DKP Provinsi, DKP Kabupaten, dan DJPT KKP memiliki tingkat konvergensi paling kuat. Hal ini menunjukkan ketiga aktor tersebut dapat membangun aliansi dalam pengelolaan perikanan rajungan. Ketiga aktor tersebut berkerja sama dalam melakukan upaya pengelolaan sumber daya ikan rajungan dengan melaksanakan berbagai kegiatan yang dapat memberikan manfaat optimal. Beberapa kegiatan tersebut di antaranya adalah

Divergensi tinggi lainnya terlihat pada aktor nelayan dengan DKP Provinsi, DJPT KKP, DKP Kabupaten, Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing (DJPDS), dan pengusaha. Kondisi ini dapat dijelaskan dalam dua hal. *Pertama*, nelayan berorientasi pada perolehan pendapatan sebagai sumber mata pencarian, sering kali tujuan tersebut dicapai dengan melakukan pelanggaran terhadap aturan yang berlaku dalam penangkapan rajungan, misalnya penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan, menangkap rajungan bertelur, dan menangkap ukuran rajungan yang tidak memenuhi persyaratan. Alat tangkap tidak ramah lingkungan, seperti jaring garuk, akan menimbulkan konflik horizontal antar-sesama nelayan, kerugian ekonomi, rusaknya ekosistem, dan sumber daya rajungan (Bayyinah & Nurkhasanah, 2020; Susanto et al., 2022; Wibowo et al., 2016).

Kedua, dalam konteks rantai pasok, nelayan, pengepul/bakul, hingga pengusaha merupakan satu rangkaian distribusi yang memiliki keterkaitan kuat. Di antara faktor penguatnya adalah proses pemberian modal usaha maupun operasional oleh pengusaha kepada bakul dan nelayan serta sistem penentuan harga rajungan. Nelayan yang memiliki hutang kepada bakul maupun pengusaha akan menentukan harga jual rajungan di bawah harga normal, tetapi sayangnya pengurangan harga tersebut tidak dianggap sebagai cicilan atas hutang modal yang telah diberikan (Sulamah et al., 2016). Meskipun demikian, bakul dan pengusaha juga bermanfaat ketika musim rajungan tiba, yaitu saat hasil tangkapan rajungan melimpah. Para nelayan yang tidak memiliki keterikatan hutang akan sulit menjual rajungan hasil tangkapan. Sementara nelayan yang memiliki hutang memiliki kepastian kemana dia akan menjual rajungan. Selain itu, ketika ada permasalahan darurat, sebagai contoh keluarga nelayan yang sakit, bakul maupun pengusaha dapat memberikan santunan (Syatori, 2014).



Sumber: Zamroni et al. (2020)

Gambar 9.4 Kekuatan Divergensi Antaraktor dalam Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan

F. Pengembangan Kelembagaan Pengelolaan Rajungan Berkelanjutan

Pengelolaan rajungan melibatkan pemangku kepentingan dari berbagai level di mana berbagai kelembagaan, baik pemerintah pusat maupun daerah, formal dan informal juga turut terlibat. Oleh karena itu, kelembagaan dalam pengelolaan rajungan yang sifatnya multipihak ini perlu dikoordinasikan dengan baik. Untuk memudahkan proses, koordinasi dapat dibagi ke dalam beberapa kluster kelembagaan yang komprehensif dan dapat menyeimbangkan berbagai kepentingan di level hulu sampai hilir. Kluster kelembagaan yang dimaksud dimulai dari kelembagaan produksi, pengawasan, keuangan, dan pemasaran rajungan.

Kelembagaan produksi berfungsi sebagai *supplier* sarana prasarana penangkapan ramah lingkungan, penetapan zonasi penangkapan, peningkatan kapasitas nelayan, sosialisasi aturan penangkapan rajungan, pengelolaan limbah rajungan, dan perlindungan ekosistem

mangrove. Kelembagaan pengawasan berfungsi sebagai penegakan aturan peralatan tangkap dan penegakan jual beli rajungan *undersize*. Kelembagaan keuangan berfungsi sebagai kemudahan akses pemodal, memutus ketergantungan nelayan rajungan dengan tengkulak dan rentenir, serta penyaluran kredit dan keringanan pajak. Sementara itu, kelembagaan pemasaran berfungsi sebagai standarisasi harga rajungan, efisiensi rantai pemasaran, dan memutus hubungan patron-klien.

Lembaga dari pemerintah pusat dari kementerian kelautan dan perikanan, seperti DJPT, DJPDS, Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut (DJPRL), DJPSDKP, DKP Kabupaten, dan DKP Provinsi berperan sebagai regulator dan pengendali pemanfaatan sumber daya rajungan. Skema kelembagaan tersebut diusulkan dalam rangka menjaga keberlanjutan sumber daya rajungan, keadilan berusaha bagi pelaku usaha, dan keberlanjutan usaha para aktor (Tabel 9.4).

Tabel 9.4 Skema Kelembagaan Pengelolaan Rajungan secara Berkelanjutan

Jenis Kelembagaan	Fungsi Kelembagaan	Indikator	Aktor/ Stakeholders
Kelembagaan produksi	<i>Supply</i> sarana prasarana penangkapan yang ramah lingkungan	▪ Peningkatan produksi	▪ DJPT ▪ DJPRL
	Penetapan zonasi penangkapan	▪ Peningkatan pendapatan	▪ BRSDMKP ▪ Dinas KP Kab
	Peningkatan kapasitas nelayan	▪ Peningkatan nilai tambah	▪ Penyuluh perikanan ▪ Bappeda ▪ Dinas Koperasi & UKM ▪ Nelayan
	Sosialisasi aturan pelarangan rajungan bertelur dan berat <60 gram		
	Pengelolaan limbah cangkang rajungan		
	Perlindungan ekosistem mangrove		

Jenis Kelembagaan	Fungsi Kelembagaan	Indikator	Aktor/ Stakeholders
Kelembagaan pengawasan	Penegakan aturan administrasi penggunaan alat tangkap yang ramah lingkungan, ukuran rajungan yang ditangkap, dan daerah penangkapan Penegakan jual beli rajungan <i>undersize</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peningkatan tingkat kepatuhan pelaku usaha 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PSDKP ▪ DJPT ▪ Dinas KP Prov ▪ Pokmaswas
Kelembagaan keuangan	Kemudahan akses permodalan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peningkatan produksi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DJPT ▪ LPMUKP ▪ Perbankan ▪ Dinas Koperasi & UKM
	Memutus ketergantungan nelayan dengan tengkulak dan rentenir		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Koperasi ▪ Bumdes
	Penyaluran kredit, keringanan bunga bank, pembebasan pajak	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jaminan pendapatan pada saat <i>off-season</i> 	
Kelembagaan pemasaran	Standardisasi harga	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jaminan pasar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DJPDSKP
	Efisiensi rantai pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keadilan berusaha bagi pelaku usaha 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BKIPM ▪ Perusahaan/eksportir ▪ Asosiasi
	Memutus hubungan patron-klien yang bersifat eksploitasi		

Sumber: Zamroni et al. (2020)

G. Penutup

Aktor yang terlibat dalam pengelolaan rajungan berkelanjutan berasal dari ruang kekuasaan yang berbeda, antara pemerintah, swasta, dan masyarakat. Tujuan favorit yang didukung para aktor teridentifikasi sehingga dapat dijadikan dasar untuk mendapat dukungan dalam pelaksanaannya. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan kepentingan atau tujuan antaraktor. Sebagian aktor berorientasi pada keberlanjutan stok rajungan untuk operasionalisasi usaha yang berimplikasi pada ketidakkonsistenan kualitas produk diterima, sedangkan aktor lainnya berorientasi pada perolehan pendapatan sebagai sumber mata pencarian sehingga sering kali tujuan tersebut

dicapai dengan melakukan pelanggaran terhadap aturan yang berlaku dalam penangkapan rajungan. Sebagai contoh, menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan serta menangkap rajungan bertelur dan menangkap rajungan dengan ukuran yang tidak memenuhi persyaratan.

Tujuan pencapaian kesejahteraan masyarakat memiliki derajat mobilisasi tertinggi diikuti oleh tujuan pemasaran dan bisnis, serta tujuan kualitas rajungan hasil tangkapan. Hal ini dapat dicapai dengan menggerakkan aktor-aktor yang memiliki pengaruh yang tinggi, terutama yang merupakan perwakilan dari pemerintah, baik pusat maupun daerah. Aktor-aktor yang memiliki pengaruh tinggi, antara lain, (1) Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap KKP, (2) Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan, (3) Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut KKP, (4) Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya KKP, (5) Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Jawa Barat, (6) Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten, dan (7) Penyuluh Perikanan. Selain memiliki pengaruh tinggi, ketujuh aktor tersebut juga memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap aktor lainnya dalam pengelolaan sumber daya rajungan. Oleh karena itu, para aktor tersebut cenderung memilih untuk mengambil sikap saling menunggu satu sama lain. Empat aktor di antaranya merupakan pemangku kepentingan dari tingkat pusat. Posisi ini dapat dioptimalkan dalam melakukan kolaborasi dan koordinasi untuk merumuskan kebijakan pengelolaan sumber daya rajungan berkelanjutan. Kolaborasi dan koordinasi dapat dilakukan secara berjenjang dengan melibatkan pemerintah daerah serta pemangku kepentingan yang langsung berinteraksi dengan pemanfaat sumber daya.

Untuk itu, pengembangan kelembagaan dengan sistem klusterisasi dari hulu ke hilir dapat menjembatani perbedaan tujuan dari berbagai pemangku kepentingan. Masing-masing dapat menjalankan peran sesuai dengan fungsinya sehingga setiap pemangku kepentingan dapat berkontribusi tanpa mengganggu kewenangan pihak lain.

Referensi

- Adam, Jaya, I., & Sondita, M. F. A. (2006). Model bioekonomi perairan pantai (*in-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*) untuk pengelolaan perikanan rajungan (*Portunus pelagicus*) di perairan Selat Makassar. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 13(1), 33–43. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=122495&lokasi=lokal>
- Agustina, E. R., Mudzakir, A. K., & Yulianto, T. (2014). Analisis distribusi pemasaran rajungan (*Portunus pelagicus*) di Desa Betahwalang Kabupaten Demak. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 3(3), 190–199. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jfrumt/article/view/5543/5343>
- Ariyani, N., Fauzi, A., & Umar, F. (2020). Model hubungan aktor pemangku kepentingan dalam pengembangan potensi pariwisata Kedung Ombo. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 23(2), 357–378. <http://dx.doi.org/10.24914/jeb.v23i2.3420>
- Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia (APRI). (2018). [Data tidak diterbitkan terkait pekerja pada industri rajungan].
- Avelino, F., & Wittmayer, J. M. (2016). Shifting power relations in sustainability transitions: A multi-actor perspective. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 18(5), 628–649. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2015.1112259>
- Badiuzzaman, Wijayanto, D., & Yulianto, T. (2014). Analisis potensi tangkap sumber daya rajungan (Blue swimming crab) di perairan Demak. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 3(3), 248–256. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jfrumt/article/view/5570/5373>
- Bayyinah, A. A., & Nurkhasanah, D. (2020). Status alat tangkap jaring kejer di Cirebon, Jawa Barat. *Marine Fisheries: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut*, 11(2), 135–146. <https://doi.org/10.29244/jmf.v11i2.32545>
- Budiarto, A., Adrianto, L., & Kamal, M. (2015). Status pengelolaan perikanan rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan pendekatan ekosistem di Laut Jawa (WPPNRI 712). *Jurnal Kebijakan*

- Perikanan Indonesia*, 7(1), 9–15. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.7.1.2015.9-24>
- Elmsalmi, M., & Hachicha, W. (2014). Risk mitigation strategies according to the supply actors' objectives through MACTOR method. *International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT 2014)*, 362–367. <https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2014.6866339>
- FAO. (1995). *Code of conduct for responsible fisheries*. https://www.wto.org/english/tratop_e/rulesneg_e/fish_e/1995_fao_ccrf.pdf
- Fauzi, A. (2019). *Teknik analisis keberlanjutan*. Gramedia Pustaka Utama.
- Gardenia, Y. T. (2006). *Teknologi penangkapan pilihan untuk perikanan rajungan di perairan Gebang Mekar Kabupaten Cirebon* [Skripsi tidak diterbitkan]. Institut Pertanian Bogor.
- Godet, M. (1991). Actors' moved and strategies: The method an air transport case study. *Futures*, 23(6), 605–622. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(91\)90082-D](https://doi.org/10.1016/0016-3287(91)90082-D)
- Hamilton, K., & Ruta, G. (2006). Measuring social welfare and sustainability. *Statistical Journal of the United Nations Economic Commission for Europe*, 23(4), 277–288. <http://dx.doi.org/10.3233/SJU-2006-23405>
- Hardjito, L. (2006). Chitosan sebagai bahan pengawet pengganti formalin. *Jurnal Pangan*, 15(1), 80–84. <https://www.jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/284>
- Huda, H. M., Wijaya, R. A., Triyanti, R., Sari, Y. D., & Zamroni, A. (2021). Status dan permasalahan pemanfaatan sumber daya rajungan di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 11(2), 119–126. <https://doi.org/10.15578/jksekv.11i2.9536>
- Hudaya, Y., Hubeis, A. V., Sugihen, B. G., & Fatchiya, A. (2017). Pemberdayaan pengolah ikan skala rumah tangga di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 12(2), 189–202. <https://doi.org/10.15578/jsekv.12i2.6433>

- Istikasari, I., Mudzakir, A. K., & Wijayanto, D. (2016). Analisis bioekonomi rajungan (*Portunus pelagicus*) menggunakan pendekatan swept area dan Gordon-Schaefer di perairan Demak. *Journal of Fisheries Resource Utilization Management and Technology*, 4(4), 29–38. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jfrumt/article/view/9818/9530>
- Keputusan Menteri Kelautan Perikanan Nomor 70 Tahun 2016 tentang Rencana Pengelolaan Perikanan Rajungan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik. (2016). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/159762/kepmen-kkp-no-70kepmen-kp2016-tahun-2016>.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. (2022). <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/peraturan/Kepmen%20KP%20Nomor%2019%20Tahun%202022%20tentang%20Estimasi%20Potensi%2C%20JTB%20dan%20Tingkat%20Pemanfaatan%20SDI%20di%20WPPNRI.pdf>
- Kurnia, R., Boer, M., & Zairion. (2014). Biologi populasi rajungan (*Portunus pelagicus*) dan karakteristik lingkungan habitat esensialnya sebagai upaya awal perlindungan di Lampung Timur. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 19(1), 22–28. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/8402>
- Kusumawardhani, H. A., Susilowati, I., & Hadiyanto. (2023). Vulnerable yet viable: Stakeholders' role in small-scale fishermen governance towards viable life. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 19, 207–217. <https://doi.org/10.37394/232015.2023.19.18>
- Mubaroq, H., & Jailani, M. (2022). Pemberdayaan masyarakat dalam pembangunan kesejahteraan melalui usaha mikro rajungan di Desa Tongas Wetan. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Malikussaleh*, 3(1), 154–166. <https://ojs.unimal.ac.id/jspm/article/view/5775>

- Muawanah, U., Huda, H. M., Koeshendrajana, S., Nugroho, D., Anna, Z., Mira, & Ghofar, A. (2017). Keberlanjutan perikanan rajungan Indonesia: Pendekatan model bioekonomi. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 9(2), 71–83. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.9.2.2017.71-83>
- Nabila, A. N., Taurusman, A. A., Wiryawan, B., & Riyanto, M. (2023). Fishing impact of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) fishery on target in Lamongan Water, Northern Coast of Eastern Java Province. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science* (1137, Artikel 012021). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1137/1/012021>
- Ningrum, V. P., Ghofar, A., & Ain, C. (2015). Beberapa aspek biologi perikanan rajungan (*Portunus pelagigus*) di perairan Betahwalang dan sekitarnya. *Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST)*, 11(1), 62–71. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/view/11137/8759>
- Novitasari, N., Kautsari, N., Ahdiansyah, Y., Mardhia, D., Bachri, S., & Nur, M. (2023). Evaluasi ukuran rajungan yang tertangkap di perairan Labuhan Lalar, Sumbawa Barat. *ALBACORE*, 7(1), 197–208. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/pspalbacore/article/view/46507/25778>
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia. (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/189853/permen-kkp-no-17-tahun-2021>
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 16 Tahun 2022 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Lobster (*Panulirus* spp.), Kepiting (*Scylla* spp.), dan Rajungan (*Portunus* spp.) di Wilayah Negara Republik Indonesia. (2022) <https://peraturan.bpk.go.id/Details/230457/permen-kkp-no-16-tahun-2022>

- Rees, G. H., & MacDonell, S. G. (2017). Data gathering for actor analyses: A research note on the collection and aggregation of individual respondent data for MACTOR. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 9(1), 115–137. <http://dx.doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2017.v9i1.256>
- Setiyowati, D., & Sulistyawati, D. R. (2019). Analisis stok rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) di pantai utara Jepara, Provinsi Jawa Tengah. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(2), 46–51. <https://doi.org/10.29103/aa.v6i2.1367>
- Simbolon, D., Nugroho, T., Fajrin, W. A., & Tarigan, D. J. (2020). Penanganan rajungan oleh pelaku rantai pasok, kaitannya dengan penerapan sistem *traceability* dalam perikanan skala kecil di Cirebon, Indonesia. *ALBACORE*, 4(3), 353–370. <https://doi.org/10.29244/core.4.3.353-370>
- Sulamah, M., Suryadi, & Tandos, R. (2016). Pengelolaan program kelompok usaha bersama nelayan bondet zenawi dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat nelayan. *ORASI: Jurnal Dakwah dan Komunikasi*, 7(2), 771–785. <https://www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/orasi/article/view/1081/771>
- Sunartiningih, A., & Larasati, Z. W. (2020). Inisiatif dari pesisir utara Jawa: Merangkul kearifan lokal dan kerjasama antar aktor berkepentingan dalam pemberdayaan masyarakat pesisir. *Gulawentah: Jurnal Studi Sosial*, 5(1), 28–39. <https://doi.org/10.25273/gulawentah.v5i1.6617>
- Susanto, A., Irnawati, R., Mustahal, Nurdin, H. S., Marliana, Y., Kurniasih, A., Widowati, N., Murniasih, T. R., & Affandi, N. (2019). Meta analisis pengaruh tekanan penangkapan terhadap ukuran rajungan di Teluk Banten. *Marine Fisheries*, 10(2), 153–163. <https://doi.org/10.29244/jmf.v10i2.29483>
- Susanto, A., Syafrie, H., Nurdin, H. S., Irnawati, R., Supadminingsih, F. N., Hamzah, A., & Kurniawati, V. (2022). Hilangnya alat tangkap pada perikanan rajungan di Teluk Banten: Kasus abandoned, lost or discarded fishing gear. *Marine Fisheries*, 13(2), 233–241. <http://dx.doi.org/10.29244/jmf.v13i2.41961>

- Syatori, A. (2014). Ekologi politik masyarakat pesisir (Analisis sosiologis kehidupan sosial-ekonomi dan keagamaan masyarakat nelayan Desa Citemu Cirebon). *HOLISTIK: Journal for Islamic Social Science*, 15(2), 241–264. <https://www.syekh Nurjati.ac.id/jurnal/index.php/holistik/article/view/330/278>
- Tandio, T., Kusmana, C., Fauzi, A., & Hilmi, E. (2023). Identification of key actors in mangroves plantation using the MACTOR Tool: Study in DKI Jakarta. *Jurnal Sylva Lestari*, 11(1), 163–176. <https://doi.org/10.23960/jsl.v11i1.593>
- Taurusman, A., Wiryawan, B., Besweni, & Isdahartati. (2020). Dampak penangkapan terhadap ekosistem: Landasan pengelolaan perikanan berkelanjutan. *ALBACORE*, 4(1), 109–118. <https://doi.org/10.29244/core.4.1.109-118>
- Tronvoll, B. (2017). The actor: The key determinant in service ecosystems. *Systems*, 5(2), Artikel 38. <https://doi.org/10.3390/systems5020038>
- Wardono, B., Muhartono, R., Hikmayani, Y., Apriliani, T., & Hikmah. (2019). Analisis prospektif peran aktor dalam strategi formulasi pembangunan perikanan di Kabupaten Natuna. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 14(2), 179–195. <https://doi.org/10.15578/jsekp.v14i2.8241>
- Warren, C., & Steenbergen, D. J. (2021). Fisheries decline, local livelihoods and conflicted governance: An Indonesian case. *Ocean and Coastal Management*, 202, Artikel 105498. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105498>
- Wibowo, J. T., Kinseng, R. A., & Sumarti, T. (2016). Dinamika modal sosial nelayan dalam arena ekonomi: Studi kasus nelayan rajungan Desa Betahwalang Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. *Sosiologi Reflektif*, 11(1), 139–154. <http://dx.doi.org/10.14421/jsr.v11i1.1276>
- Wijaya, A. I., Nainggolan, C., & Baskoro, M. (2023). Strategi pengembangan penangkapan rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan bubu di Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Buletin*

Jalanidhitah Sarva Jivitam, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v5i1.11392>

Zamroni, A., Koeshendrajana, S., Suryawati, S. H., Sari, Yesi, S., Huda, M. H., Triyanti, R., Wijaya, R. A., Setyawan, E. Y., Nurhendra, & Saputra, J. (2020). *Model sosial ekonomi open-closed season dalam pengelolaan sumber daya kelautan dan perikanan: Rajungan dan benih bening lobster* [Laporan teknis]. Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAGIAN 3

Perkembangan Teknologi Eksplorasi dan Eksploitasi Sumber Daya Perikanan Laut

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 10

Peluang dan Tantangan Pengembangan Bioteknologi Melalui Pemanfaatan Makroalga Laut sebagai Imunostimulan dalam Mendukung Akuakultur Berkelanjutan

R Adharyan Islamy

A. Pentingnya Imunostimulan dalam Akuakultur

Produk perikanan makin meningkat dari tahun ke tahun. Namun, seperti kegiatan pertanian lainnya, akuakultur juga dihadapkan pada berbagai tantangan, termasuk munculnya penyakit dan stres yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi (Walker & Winton, 2010). Sebagai respons, beberapa pembudi daya mungkin telah mengandalkan penggunaan bahan kimia seperti antibiotik, hormon pertumbuhan, dan pestisida untuk meningkatkan produktivitas serta mengendalikan penyakit pada ikan budi daya. Bahan-bahan yang

R.A. Islamy
Universitas Brawijaya, *e-mail*: r.adharyan@ub.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

Islamy, R. A. (2023). Peluang dan tantangan pengembangan bioteknologi melalui pemanfaatan makroalga laut sebagai imunostimulan dalam mendukung akuakultur berkelanjutan. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (349–386). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c761 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

kurang ramah lingkungan tersebut dapat mencemari perairan dan menyebabkan akumulasi residu dalam ikan, yang pada gilirannya dapat berdampak kronis terhadap kesehatan konsumen yang mengonsumsi produk perikanan tersebut (Islamy & Hasan, 2021). Selain itu, pemakaiannya dalam jangka panjang juga dapat merusak keseimbangan ekosistem akuatik dan memengaruhi organisme nontarget (Islamy, 2023; Islamy et al., 2017).

Untuk mengatasi masalah tersebut, penggunaan imunostimulan sebagai suatu pendekatan untuk meningkatkan daya tahan hewan dan tumbuhan air dalam akuakultur menjadi makin penting. Imunostimulan adalah zat atau senyawa yang mampu merangsang sistem kekebalan tubuh sehingga dapat meningkatkan daya tahan hewan dan tumbuhan terhadap penyakit dan stres (Armando et al., 2021). Salah satu pendekatan yang kini menarik perhatian adalah pemanfaatan makroalga laut sebagai imunostimulan yang berpotensi mendukung sistem kekebalan ikan dan udang dalam lingkungan akuakultur (Darwanti & Sidik, 2016; Islamy, 2017; Kilawati et al., 2021; Kilawati & Islamy, 2019).

Makroalga atau yang biasa disebut rumput laut mencakup beragam jenis seperti alga cokelat, merah, dan hijau, yang di beberapa wilayah kerap terlihat teronggok begitu saja di tepi pantai tanpa dimanfaatkan secara optimal (Gambar 10.1 dan 10.2). Meskipun berlimpah dan memiliki potensi bernilai tinggi, banyak daerah yang belum menggali peluang pemanfaatan dari sumber daya alam ini. Membiarkan rumput laut teronggok di pantai tanpa pemanfaatan memang bisa dianggap sebagai pemborosan sumber daya alam.

Rumput laut sebenarnya memiliki banyak potensi pemanfaatan yang dapat memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan. Beberapa penelitian terkini telah memberikan bukti awal mengenai efek positif ekstrak makroalga dalam memperkuat sistem kekebalan pada ikan budi daya. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pemberian ekstrak alga merah dengan dosis tertentu secara teratur dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan dan udang melalui berbagai aktivitas biologis (Lee et al., 2020; Prabu et al.,



Foto: Apriliana Susanti (2012)

Gambar 10.1 Limpanan Rumput Laut di Pantai Drini, Yogyakarta



Sumber: Muslimin (2018)

Gambar 10.2 Limpanan Rumput Laut yang Terbawa Ombak di Pantai Tanrusampe, Sulawesi Selatan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2014; Rahma et al., 2019; Rajendran et al., 2016). Senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung dalam makroalga memiliki kemampuan untuk meningkatkan respons imun ikan melalui berbagai mekanisme. Temuan serupa juga diungkapkan dalam penelitian oleh Wang et al. (2018), yang menemukan bahwa senyawa-senyawa bioaktif dari alga cokelat mampu meningkatkan ekspresi gen yang terkait dengan respons imun pada ikan dan udang (Abdel-Rahim et al., 2021; Sheikhzadeh et al., 2022; Sudaryono et al., 2018; Vijayaram et al., 2022).

Walaupun hasil-hasil penelitian tersebut menjanjikan, pemanfaatan alga sebagai imunostimulan masih membutuhkan berbagai pengembangan (Ma et al., 2020). Selain itu, masih terdapat sejumlah aspek yang perlu mendapatkan penelitian lebih lanjut. Oleh karena itu, bab ini akan mencoba mengeksplorasi potensi makroalga laut untuk menghasilkan imunostimulan.

B. Alga Laut Sebagai Imunostimulan

Alga laut telah lama dikenal sebagai sumber nutrisi yang penting bagi hewan laut dan manusia. Namun, baru-baru ini, alga laut juga telah diidentifikasi sebagai sumber potensial untuk imunostimulan dalam akuakultur. Dalam akuakultur, penggunaan imunostimulan dari alga laut dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas hewan air serta mengurangi penggunaan antibiotik dan bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Sebuah penelitian yang dipublikasikan oleh Purbomartono et al., (2023) menyatakan bahwa pemberian herbal *Nigella sativa* pada ikan nila meningkatkan persentase hematokrit dan limfosit secara signifikan serta meningkatkan persentase monosit, tetapi tidak signifikan. Sementara itu, pemberian *Gracilaria verrucosa* hanya meningkatkan persentase limfosit secara signifikan, sedangkan persentase hematokrit dan monosit meningkat tetapi tidak signifikan. Diet *Nigella sativa* lebih efektif daripada *Gracilaria verrucosa* dalam meningkatkan imunitas nonspesifik ikan nila, terutama pada dosis 5g kg⁻¹ pakan.

Salah satu studi lain yang relevan juga menemukan bahwa ekstrak rumput laut tertentu mampu meningkatkan aktivitas fagositosis dan produksi antibodi pada udang (Abdel-Latif et al., 2022; Citarasu et al., 2022). Selain itu, pemberian suplemen rumput laut pada pakan udang dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan ekspresi gen imun terkait (Abbas et al., 2023; Rouhani et al., 2022).

Salah satu senyawa aktif yang ditemukan dalam alga laut adalah polisakarida, yang telah ditemukan memiliki efek imunostimulan pada ikan dan udang. Polisakarida adalah senyawa karbohidrat kompleks yang terdiri dari molekul gula yang terikat bersama. Beberapa jenis polisakarida yang ditemukan dalam alga laut, seperti fucoidan dan ulvan, telah terbukti memiliki efek imunostimulan pada hewan laut.

Senyawa-senyawa polisakarida pada makroalga seperti fucoidan, ulvan, laminarin, dan alginat memiliki efek imunomodulasi pada ikan dan udang. Fucoidan adalah polisakarida sulfat yang ditemukan pada alga cokelat dan alga hijau yang diketahui dapat meningkatkan respons imun seluler dan humoral pada ikan dan udang. Hasil pada penelitian terpublikasi menjelaskan penggunaan fucoidan sebagai imunostimulan pada udang vaname dapat meningkatkan aktivitas fagositosis, aktivitas enzim superoksida dismutase (SOD), dan resistansi terhadap penyakit *white spot syndrome virus* (WSSV) (Kitikiew et al., 2013; Shi et al., 2020). Sementara itu, Ulvan adalah polisakarida yang ditemukan pada alga hijau dan telah terbukti meningkatkan respons imun pada ikan. Hasil penelitian Mo'o et al., (2020) menjelaskan penggunaan ulvan sebagai imunostimulan pada ikan nila dapat meningkatkan aktivitas fagositosis dan aktivitas enzim peroksidase (POD). Laminarin adalah polisakarida yang ditemukan pada alga cokelat. Penggunaan laminarin sebagai imunostimulan pada udang vaname dapat meningkatkan aktivitas fagositosis dan resistansi terhadap penyakit vibriosis (Eissa et al., 2023; Yao et al., 2008). Terakhir, alginat adalah polisakarida yang ditemukan pada alga cokelat yang juga terbukti memiliki efek imunomodulasi pada ikan dan udang dengan meningkatkan aktivitas fagositosis dan aktivitas enzim (Isnansetyo et al., 2015; Yudiati et al., 2019).

Selain senyawa polisakarida, makroalga laut juga mengandung senyawa bioaktif, yaitu polifenol, flavonoid, tannin, terpenoid, dan sebagainya. Senyawa tersebut berfungsi sebagai agen antiinflamasi dan antioksidan sehingga dapat membantu mengurangi peradangan dan stres oksidatif pada ikan dan udang. Dalam sebuah studi, pemberian ekstrak makroalga *Sargassum hemiphyllum* memiliki peran penting dalam aktivitas antioksidan dan imunostimulasi (Hwang et al., 2010). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa antioksidan pada alga cokelat dapat membantu melindungi sel-sel udang dari kerusakan oksidatif. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak alga merah, *Porphyra yezoensis*, memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan dapat meningkatkan respons imun nonspesifik pada ikan, seperti aktivitas enzim antioksidan, antiinflamasi, dan aktivitas fagositosis (Chen & Zhang, 2019; Chen et al., 2021; Isaka et al., 2015).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa fitokimia dalam makroalga dapat berperan sebagai imunostimulan pada ikan dan udang dalam akuakultur. Beberapa studi menjelaskan bahwa ekstrak alga cokelat, *Sargassum horneri*, mengandung senyawa fitokimia seperti flavonoid dan tannin yang memiliki efek stimulasi pada respons imun ikan laut (Herath et al., 2021; Kim et al., 2022; Liyanage et al., 2022). Penelitian sejenis juga menemukan bahwa pemberian ekstrak *S. horneri* pada pakan ikan mampu meningkatkan aktivitas enzim superoksida dismutase dan glutathion peroksidase, yang merupakan indikator penting dari respons imun dan antioksidan pada ikan (Brontowiyono et al., 2022; Shi et al., 2021).

Dalam mekanisme kerja sebagai imunostimulan, senyawa-senyawa pada makroalga bekerja dengan cara meningkatkan aktivitas seluler dan humoral pada sistem imun ikan dan udang. Sel-sel yang teraktivasi akan memproduksi sitokin, kemokin, dan antibodi serta meningkatkan aktivitas fagositosis dan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD dan POD. Hal ini akan meningkatkan respons imun ikan dan udang terhadap penyakit dan patogen yang mengancam sehingga meningkatkan kesehatan dan produktivitas ikan dan udang akuakultur. Sebagai contoh adalah penelitian yang membahas

tentang penggunaan ekstrak makroalga laut pada ikan lele dapat meningkatkan aktivitas fagositosis dan produksi antibodi setelah diinfeksi dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* (Abdelhamid et al., 2021; Purbomartono et al., 2022). Selain itu, penggunaan fucoidan juga dapat meningkatkan ekspresi gen imun seperti interleukin (IL)-1 β , IL-8, dan tumor *necrosis factor alpha* (TNF- α) (Flórez-Fernández et al., 2023; Li et al., 2023). Gen-gen tersebut terlibat dalam respons imun seluler dan humoral pada ikan. Studi oleh Muahiddah & Diamahesa (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan makroalga laut dalam kegiatan budi daya ikan dan udang dapat meningkatkan kualitas kesehatan ikan dan udang.

Penggunaan makroalga laut sebagai imunostimulan berarti mengurangi penggunaan antibiotik dan obat bahan kimia dalam kegiatan akuakultur. Hal ini dapat berkontribusi pada pengembangan akuakultur yang lebih berkelanjutan dan mengurangi dampak negatifnya pada lingkungan. Selain itu, penggunaan imunostimulan dari makroalga laut juga dapat meningkatkan daya tahan hewan akuakultur terhadap stres lingkungan, seperti perubahan suhu dan kualitas air yang buruk sehingga membantu meningkatkan produktivitas akuakultur secara keseluruhan.

C. Perbandingan Imunostimulan Makroalga Laut dan Kimia

Imunostimulan alami dari makroalga laut dan imunostimulan komersial dari senyawa kimia memegang peran penting dalam meningkatkan kesehatan dan produktivitas organisme akuakultur. Keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan dalam aplikasinya.

Kelebihan imunostimulan alami dari makroalga laut adalah bahan baku yang mudah didapat dan ramah lingkungan karena sifatnya yang alami. Senyawa alami yang terkandung dalam makroalga laut juga cenderung lebih stabil dan memiliki sedikit efek samping pada organisme akuakultur. Selain itu, makroalga laut mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti saponin, terpenoid, steroid,

fitosterol, tanin, flavonoid, fenol, flavonoid fenolik, dan alkaloid yang dapat meningkatkan respons imun organisme akuakultur (El-Beltagi et al., 2022; Palaniyappan et al., 2023; Syakilla et al., 2022).

Imunostimulan memiliki sejumlah keunggulan yang memberikan dampak positif dalam budi daya ikan. Pertama, imunostimulan banyak digunakan secara luas untuk meningkatkan kesejahteraan, kesehatan, dan produksi ikan (Tewary & Patra, 2007). Imunostimulan memfasilitasi kinerja sel fagositik, meningkatkan aktivitas bakterisidal, serta merangsang sel pembunuh alami, sistem komplemen, aktivitas lisozim, dan respons antibodi pada ikan dan krustasea, yang semuanya berkontribusi pada perlindungan yang lebih baik dari penyakit menular (Kitao et al., 1987). Selain itu, beberapa jenis bahan imunostimulan berasal dari bahan herbal yang dapat diperoleh dengan mudah dan biaya yang terjangkau (Armando et al., 2021).

Imunostimulan juga dianggap memiliki peran dalam meningkatkan respons kekebalan nonspesifik dan kualitas lingkungan perairan karena mereka dapat memperkuat mekanisme pertahanan tubuh yang tidak spesifik (Galindo-Villegas et al., 2006). Selain itu, penggunaan imunostimulan dikaitkan dengan kemampuan untuk mengendalikan penyakit pada ikan, baik melalui mekanisme pertahanan spesifik maupun nonspesifik (Salehpour et al., 2021). Beberapa jenis imunostimulan juga dapat meningkatkan aktivitas fagositik dan aktivitas *myeloperoxidase* pada neutrofil yang menunjukkan peningkatan potensi pertahanan tubuh (van Doan et al., 2019).

Namun, terdapat beberapa kekurangan dalam penggunaan imunostimulan alami. Pertama, efisiensi mereka terbatas ketika diberikan secara parenteral (Midtlyng, 1997). Selain itu, imunostimulan tidak efektif melawan semua jenis penyakit. Penggunaan imunostimulan berlebihan bahkan dapat menyebabkan immunosupresi yang dapat mengurangi respons kekebalan tubuh (El-Boshy et al., 2014; Lobo et al., 2018; Sun et al., 2019; Thépot et al., 2020).

Sementara itu, imunostimulan komersial dari senyawa kimia memiliki sejumlah keunggulan yang dapat mendukung penggunaannya dalam budi daya hewan. Pertama, efektivitas produk ini telah terbukti melalui uji coba dan penelitian yang mendukung kemampuannya dalam meningkatkan respons kekebalan hewan budi daya. Selain itu, ketersediaan imunostimulan komersial dalam berbagai bentuk, seperti pakan atau suplemen, memudahkan para peternak dalam mengaplikasikannya. Dosis yang terukur pada produk-produk ini juga memberikan kepastian dalam pemberian kepada hewan. Imunostimulan komersial juga mampu membantu dalam penanganan penyakit, merangsang respons kekebalan terhadap patogen, dan mendukung kesehatan hewan. Kemajuan teknologi juga berkontribusi pada pengembangan produk-produk imunostimulan yang lebih efektif dan stabil.

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, imunostimulan komersial juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Pertama, biaya pengadaan imunostimulan sering kali lebih tinggi daripada metode alternatif dalam meningkatkan kekebalan hewan. Penggunaannya terus-menerus juga dapat membuat hewan menjadi tergantung pada suplemen ini sehingga mengurangi kemampuan alami mereka untuk melawan infeksi. Namun, efek jangka panjang dari penggunaan produk ini terhadap kesehatan hewan dan lingkungan masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Selain itu, tidak semua imunostimulan komersial cocok untuk semua spesies hewan dan resistansi terhadap bahan-bahan ini dapat berkembang jika penggunaannya tidak terkendali. Penggunaan bahan-bahan kimia untuk perikanan haruslah diatur dalam sebuah kebijakan untuk perlindungan konsumen (Kambey et al., 2021).

Praktik budi daya perikanan, seperti penggunaan berbagai bahan kimia yang seharusnya mengendalikan penyebaran penyakit, justru dapat meningkatkan kekhawatiran terhadap keamanan ikan untuk dimakan (Hemalatha, 2014). Oleh karena itu, sangatlah penting untuk mengembangkan langkah-langkah biosekuriti dalam praktik

perikanan untuk menjamin tidak hanya kesehatan ikan, tetapi juga keamanan pangan yang bermanfaat bagi konsumen.

D. Jenis Makroalga Laut yang Berpotensi Sebagai Imunostimulan

Berikut ini akan dibahas beberapa jenis makroalga laut yang memiliki potensi untuk menghasilkan imunostimulan.

1) Selada Laut (*Ulva lactuca*)

Selada laut (*Ulva lactuca*) adalah salah satu jenis makroalga hijau yang banyak ditemukan di perairan dunia termasuk di Indonesia (Gambar 10.3). Makroalga ini memiliki kandungan polisakarida yang tinggi, seperti ulvan, yang telah terbukti memiliki potensi sebagai agen imunostimulan pada ikan dan udang dalam akuakultur. Senyawa ini memiliki struktur kimia yang kompleks dan terdiri dari berbagai monosakarida, termasuk rhamnosa, asam uronat, glukosa, dan galaktosa (Abdel-Fattah & Edrees, 1972; Reis et al., 2020).



Sumber: Krisp (2011)

Gambar 10.3 *Ulva lactuca*

Pemberian ekstrak *Ulva lactuca* pada pakan ikan dapat meningkatkan sistem kekebalan non-spesifik ikan, seperti aktivitas fagositosis dan produksi radikal oksigen. Selain itu, ekstrak *Ulva lactuca* juga meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan mengurangi peradangan pada ikan (Akbariy & Aminikhoei, 2018; Domínguez & Lorete, 2019; Mahasu et al., 2016; Nurfadillah et al., 2021; Tong et al., 2020). Selain kandungan polisakarida, *Ulva lactuca* juga mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti polifenol, flavonoid, dan karotenoid, yang memiliki aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi yang kuat (Windyaswari et al., 2019).

Secara keseluruhan, *Ulva lactuca* memiliki potensi besar sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur, terutama karena kandungan polisakarida dan senyawa fitokimia yang tinggi. Kandungan polisakarida *Ulva lactuca* seperti ulvan, telah terbukti memiliki aktivitas imunostimulan yang kuat pada ikan dan udang. Selain itu, senyawa fitokimia *Ulva lactuca* seperti polifenol, flavonoid, dan karotenoid memiliki aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi yang kuat, sehingga dapat membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan dan udang dalam akuakultur. Oleh karena itu, pemberian ekstrak *Ulva lactuca* pada pakan ikan dan udang dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas organisme akuakultur, serta mengurangi risiko infeksi dan penyakit.

2. Rumput Laut Merah (*Gracilaria* sp.)

Rumput laut merah atau *Gracilaria* adalah jenis makroalga yang juga memiliki potensi sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur (Gambar 10.4). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *Gracilaria gracilis* dapat meningkatkan respons imun pada ikan dan udang. Salah satu senyawa bioaktif yang ditemukan dalam *G. gracilis* adalah sulfat polisakarida seperti agar dan karagenan (Belattmania et al., 2021; Praiboon et al., 2006). Sulfat polisakarida ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan respons imun melalui aktivasi sel fagositik dan produksi sitokin. Rumput laut *Gracilaria lemaneiformis*

memiliki potensi sebagai agen imunomodulator yang kuat dalam makanan fungsional dan obat-obatan (Ren et al., 2017). Selain itu, ekstrak *G. birdiae* juga mampu meningkatkan respons imun pada udang vaname (Cantelli et al., 2019). Beberapa studi tersebut menunjukkan bahwa beberapa makroalga jenis *Gracilaria* memiliki potensi sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur.



Sumber: Addictivereefkeeping (2019)

Gambar 10.4 *Gracilaria*

Selain itu, *Gracilaria* juga mengandung senyawa bioaktif lain, seperti polifenol dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi. Senyawa-senyawa tersebut juga dapat memberikan manfaat bagi kesehatan ikan dan udang akuakultur. Sebuah studi menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari dua jenis *Gracilaria* (*G. birdiae* dan *G. lemaneiformis*) mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan dan dapat melindungi sel ikan dari kerusakan oksidatif (Cantelli et al., 2019; Long et al., 2022; Sobuj et al., 2021).

Dalam penerapannya pada akuakultur, ekstrak *Gracilaria* spp. dapat diberikan melalui pakan atau dicampur langsung dengan air. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan ekstrak *Gracilaria* dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan ikan dan mengurangi tingkat infeksi bakteri pada ikan dan udang.

Meskipun rumput laut jenis *Gracilaria* memiliki potensi sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur, perlu dilakukan lebih banyak penelitian untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif yang berperan dalam meningkatkan respons imun pada ikan dan udang. Selain itu, juga perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi dosis dan cara pemberian yang optimal dari ekstrak rumput laut tersebut dalam akuakultur.

Secara ekonomis, pengembangan *Gracilaria* sebagai imunostimulan dan suplemen komersial dapat memberikan beberapa manfaat. Pertama, produk-produk ini dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan ikan serta krustasea yang menjadi fokus budi daya perikanan, yang pada gilirannya akan berdampak positif pada peningkatan produksi dan pendapatan peternak. Kedua, dengan meningkatnya permintaan global akan produk-produk perikanan yang berkualitas, penggunaan imunostimulan dan suplemen dapat membantu meningkatkan mutu produk budi daya dan daya saing di pasar internasional. Ketiga, pengembangan produk-produk ini dapat membuka peluang pasar baru dalam industri pakan ternak dan suplemen hewan.

Terkait dengan aspek lingkungan, pengembangan *Gracilaria* spp. juga memiliki keuntungan dalam hal menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Pemanenan rumput laut dapat memberikan insentif untuk pengelolaan ekosistem perairan yang lebih baik, termasuk pengendalian pencemaran dan pemulihan habitat.

3. Rumput laut Cokelat (*Sargassum* sp.)

Rumput laut cokelat *Sargassum* sp. adalah salah satu jenis makroalga laut yang juga memiliki potensi sebagai agen imunostimulan bagi

organisme akuakultur (Gambar 10.5). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji potensi *Sargassum* sp. sebagai agen imunostimulan pada ikan dan udang.



Sumber: Arguelles (2022)

Gambar 10.5 *Sargassum polycystum*

Dalam penelitian terbaru yang ditulis oleh Zhang et al., (2020), terdapat tiga jenis komposisi dalam ekstrak polisakarida *Sargassum fusiforme*, yaitu asam alginat yang merupakan polisakarida dengan gugus karboksil dan terbentuk dari penggabungan asam β -D-mannuronat dan asam α -L-guluronat melalui ikatan glikosidik β -(1 \rightarrow 4)/ α -(1 \rightarrow 4); fucoidan, yang merupakan heteropolisakarida sulfat larut dalam air yang terdiri dari fukosa dan gugus asam sulfat sebagai struktur inti, terutama dihubungkan oleh L-fukosa melalui ikatan glikosidik α -(1 \rightarrow 3) dan memiliki aktivitas biologis terkuat; dan laminaran, yang terdiri dari β -D-glukosa melalui ikatan glikosidik β -(1 \rightarrow 3). Ketiga jenis polisakarida ini memberikan sifat biologis pada polisakarida rumput laut jenis *Sargassum*, termasuk aktivitas

antioksidan, anti-tumor, meningkatkan kekebalan, meningkatkan pertumbuhan, dan perkembangan tubuh. Tambahan lagi, rumput laut jenis *Sargassum* juga mengandung senyawa bioaktif lainnya, seperti sterol, asam lemak, dan pigmen karotenoid yang juga merupakan agen imunostimulan pada ikan dan udang (Rajivgandhi et al., 2021; Zhang et al., 2020)

4. Rumput Laut Kotoni (*Kappaphycus alvarezii*/ *Eucheuma cottonii*)

Kappaphycus alvarezii atau biasa disebut *Eucheuma cottonii* (Gambar 10.6), merupakan jenis makroalga merah yang memiliki potensi sebagai agen imunostimulan pada akuakultur. Kandungan polisakarida dalam *K. alvarezii*, terutama karagenan dan agar, telah banyak diteliti karena memiliki potensi sebagai agen imunostimulan pada ikan dan udang. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pemberian karagenan dari *K. alvarezii* pada pakan ikan dan udang dapat meningkatkan respons imun. Misalnya, penelitian oleh Febriani et



Sumber: Tradekey (2007)

Gambar 10.6 *Eucheuma cottonii*

al., (2014) menunjukkan bahwa pemberian karagenan dari *K. alvarezii* pada pakan udang vaname sebagai imunostimulan melalui pakan mampu meningkatkan respons imun, pertumbuhan, dan resistansi udang vaname terhadap infeksi *infectious myonecrosis virus* (IMNV). Pemberian k-karagenan dengan dosis 15 g/kg pakan selama 14 hari secara berulang, dengan interval tujuh hari, memberikan hasil terbaik dengan 88,57% pertumbuhan bobot relatif dan 90% kelangsungan hidup setelah diinfeksi dengan IMNV.

Selain kandungan polisakarida, *K. alvarezii* juga mengandung senyawa bioaktif lainnya. Sumayya dan Murugan (2017) menjelaskan bahwa skrining fitokimia menggunakan berbagai pelarut menunjukkan keberadaan alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, glikosida, dan triterpenoid di dalam ekstrak *K. alvarezii*. Fitokimia yang ditemukan pada alga merah tersebut bersifat obat, seperti aktivitas antiinflamasi, analgesik, dan aktivitas pada sistem saraf pusat. Baru-baru ini dilaporkan bahwa alkaloid, fenol, dan glikosida digunakan dalam berbagai antibiotik untuk mengobati berbagai jenis strain patogen. Meskipun demikian, penelitian mengenai potensi *K. alvarezii* sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur masih perlu dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui dosis, cara pemberian yang optimal serta efek jangka panjang dari penggunaannya.

5. Rumput Laut *Padina* (*Padina* sp.)

Rumput laut padina (*Padina* sp.) adalah jenis makroalga cokelat yang juga memiliki potensi sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur (Gambar 10.7). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa *Padina* mengandung senyawa-senyawa bioaktif seperti polisakarida, fenolik, dan flavonoid yang dapat meningkatkan respons imun pada ikan dan udang (Muntasiroh et al., 2020; Purbomartono et al., 2020). Kandungan polisakarida dalam *Padina* sp. juga telah menjadi fokus penelitian dalam konteks pemanfaatannya sebagai agen imunostimulan. Pemberian polisakarida dari *Padina* sp. pada pakan ikan nila dapat meningkatkan jumlah sel darah putih dan aktivitas fagositik pada ikan (Sheikhzadeh et al., 2022).



Sumber: Akbari et al. (2021)

Gambar 10.7 *Padina australis*

Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa *Padina* sp. juga mengandung sejumlah senyawa fitokimia. *Padina australis* merupakan rumput laut yang banyak mengandung senyawa bioaktif, seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan antioksidan (Nurrahman et al., 2018). Pemberian ekstrak fenolik dari *Padina* sp. pada pakan udang vaname dapat meningkatkan respons imun dan daya tahan udang terhadap infeksi bakteri. Meskipun demikian, masih perlu dilakukan lebih banyak penelitian untuk mengevaluasi dosis dan cara pemberian yang optimal dari ekstrak *Padina* sp. pada ikan dan udang. Selain itu, perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme kerja dari senyawa-senyawa bioaktif *Padina* sp. sebagai agen imunostimulan.

E. Integrasi Makroalga Laut ke dalam Pakan Akuakultur

Integrasi makroalga laut ke dalam pakan akuakultur dapat memberikan manfaat nutrisi dan kesehatan yang penting bagi ikan

dan hewan akuatik lainnya. Pemberian makroalga ke dalam pakan ikan dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam meningkatkan sistem imun dan mencegah terjadinya penyakit pada ikan. Metode pemberian makroalga ke dalam pakan ikan dapat dilakukan dengan mencampurkan bubuk makroalga atau menambahkan irisan/potongan makroalga ke dalam pakan.

Dosis penggunaan makroalga dalam pakan ikan sebagai imunostimulan dapat bervariasi tergantung pada jenis makroalga yang digunakan dan jenis ikan yang dituju. Beberapa penelitian telah menggunakan dosis yang berbeda-beda, tetapi umumnya dosis yang digunakan berkisar antara 2–10% dari berat pakan yang diberikan.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan dosis optimal penggunaan makroalga laut untuk kebutuhan akuakultur, baik untuk pengobatan maupun imunostimulan hewan akuakultur. Pemberian pakan yang diperkaya dengan 3% dan 4% tepung *Sargassum* sp. memberikan kualitas pakan yang lebih unggul dan menghasilkan pemanfaatan yang lebih efisien. Penambahan tepung ini tidak hanya memberi nutrisi pada benih lele melalui pakan, tetapi kandungan nutrisi *Sargassum* sp., juga membantu memenuhi kebutuhan gizi benih lele. Hal ini sejalan dengan temuan Sahara et al. (2015) yang menunjukkan efisiensi pakan yang lebih baik (22,39%) saat tepung *Sargassum* sp. ditambahkan dalam pakan buatan ikan mas, dibandingkan pakan tanpa *Sargassum* sp. (14,92%). Hafezieh et al. (2013) juga mengamati peningkatan efisiensi pakan yang lebih baik (85,47%) melalui penambahan tepung *Sargassum* sp. dalam pakan buatan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), dibandingkan dengan pakan tanpa *Sargassum* sp. (76,92%). Hasil ini menunjukkan bahwa *Sargassum* sp. berpotensi meningkatkan daya tahan tubuh terhadap gangguan penyakit atau patogen bakteri, mengurangi stres lingkungan, dan meningkatkan efisiensi penyerapan pakan.

Fakta lain menunjukkan bahwa *Sargassum* sp. berkontribusi pada efisiensi pemanfaatan dan pertumbuhan yang lebih baik daripada pakan tanpa *Sargassum* sp. (kontrol). Diduga, peran imunostimulan dari *Sargassum* sp. bekerja tidak langsung, yaitu meningkatkan

kesehatan dan ketahanan lele terhadap stres lingkungan dan penyakit. Hal ini membuat pemanfaatan energi menjadi lebih efisien dan optimal daripada pakan tanpa *Sargassum* sp. (kontrol). Huxley dan Lipton (2009) menegaskan bahwa imunostimulan dari *Sargassum* sp. mampu meningkatkan ketahanan udang windu terhadap bakteri patogen, memengaruhi kelangsungan hidup yang lebih tinggi, dan mendukung pemanfaatan pakan yang baik dengan pertumbuhan yang lebih baik. Sejalan dengan itu, Sahara et al. (2015) mengindikasikan bahwa efisiensi pakan meningkat karena senyawa penggiat pertumbuhan dalam *Sargassum* sp. mempermudah penyerapan nutrisi dari pakan sehingga meningkatkan efisiensi pakan secara keseluruhan. Jafri dan Anwar (1995) menambahkan bahwa alga laut ini mengandung karagenan yang menjaga kestabilan pakan di air dengan mencegah larutnya pakan dengan cepat.

Penambahan 10% tepung *Sargassum cristaefolium* dalam pakan merupakan dosis yang paling efektif menghasilkan nilai laju total konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), rasio efisiensi protein (PER), dan pertumbuhan spesifik (SGR) terbaik ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Nugraha et al., 2018). Selain penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat beberapa penelitian lain yang juga menginvestigasi penggunaan makroalga dalam pakan ikan sebagai imunostimulan. Pemberian suplemen *Sargassum alginata* pada dosis 2gr/kg pakan adalah perlakuan terbaik untuk meningkatkan respons kekebalan pada udang vaname dengan memperhatikan parameter hematologi udang, termasuk jumlah sel darah (*total haemocyte count*/THC), aktivitas fagositosis (*phagocytocyte activity*/PA), indeks fagositosis (*phagocytic index*/PI), dan total protein plasma (*total plasma protein*/TPP) (Riana, 2020).

F. Penggunaan Makroalga sebagai Suplemen Akuakultur

Selain dicampur dalam pakan, penggunaan makroalga sebagai suplemen dapat diberikan langsung ke dalam air. Penggunaan

makroalga sebagai suplemen yang diberikan langsung ke dalam air dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya adalah dengan menggunakan ekstrak atau serbuk makroalga. Metode pemberian ini memiliki kelebihan karena dapat memberikan akses langsung ke sistem kekebalan ikan sehingga dapat meningkatkan respons kekebalan dan melindungi ikan dari serangan penyakit.

Hasil penelitian Purbomartono et al., (2020) menunjukkan bahwa fucoidan dari ekstrak rumput laut cokelat *Padina* sp. secara signifikan dapat meningkatkan respon imun nonspesifik terhadap persentase hematokrit, leukokrit, dan superoksida anion pada ikan gurami. Penelitian lain oleh Muntasiroh et al., (2020) menyatakan bahwa pemberian ekstrak rumput laut cokelat (*Padina* sp.) yang dicampur dengan vitamin C berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap hematokrit dan diferensial leukosit. Nilai hematokrit tertinggi dicapai pada P3 sebesar 48,33%, diferensial limfosit tertinggi pada P3 sebesar 81,29% dan diferensial monosit tertinggi pada P2 sebesar 10,77%. Tambahan lagi, penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak rumput laut cokelat (*Padina* sp.) yang dicampur dengan vitamin C dalam pakan sebesar 1500 mg ekstrak rumput laut cokelat/kg pakan dan 1500 mg vitamin C/kg pakan merupakan dosis terbaik dalam meningkatkan imun nonspesifik.

Terdapat beberapa penelitian lain yang juga membahas tentang pemberian langsung makroalga ke dalam air sebagai suplemen imunostimulan dalam akuakultur. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Yeh et al. (2006) yang menunjukkan bahwa parameter THC (jumlah sel darah), aktivitas fenol oksidase, dan ledakan respirasi udang *L. vannamei* meningkat secara signifikan ketika direndam dalam air laut yang mengandung ekstrak air panas *Sargassum duplicatum* pada konsentrasi 300 dan 500 mg/l setelah 1 jam atau disuntik dengan ekstrak air panas *S. duplicatum* pada dosis 10 dan 20 mikrogram per gram setelah 1 hari. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa udang yang direndam dalam ekstrak air panas *S. duplicatum* pada konsentrasi 300 mg/l, atau disuntik dengan ekstrak

air panas pada dosis 10 mikrogram per gram atau kurang memiliki kemampuan kekebalan yang lebih tinggi dan ketahanan terhadap infeksi *Vibrio alginolyticus*.

G. Implikasi Penggunaan makroalga Laut dalam Akuakultur

Penggunaan makroalga laut sebagai agen imunostimulan dalam akuakultur berkelanjutan memiliki implikasi yang penting bagi industri perikanan dan akuakultur secara keseluruhan. Dalam jangka pendek, penggunaan alga laut sebagai imunostimulan dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan ikan dan udang dalam akuakultur. Dengan meningkatkan kesehatan dan daya tahan ikan dan udang terhadap penyakit, penggunaan antibiotik dan obat-obatan kimia yang berpotensi merusak lingkungan dan memicu resistansi terhadap antibiotik dapat dikurangi. Selain itu, menekan penggunaan antibiotik dapat mengurangi biaya dan meningkatkan nilai tambah produk akhir.

H. Tantangan Penggunaan Makroalga Laut sebagai Imunostimulan

Penggunaan makroalga laut sebagai imunostimulan dalam akuakultur memang menawarkan banyak manfaat, tetapi ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Tantangan pertama adalah ketersediaan bahan baku alga laut yang terbatas. Alga laut yang memiliki kualitas baik dan kandungan senyawa bioaktif yang cukup tinggi hanya dapat ditemukan di lokasi-lokasi tertentu dan jumlahnya terbatas. Tantangan kedua adalah biaya produksi yang tinggi. Proses ekstraksi senyawa bioaktif dari alga laut memerlukan teknologi dan peralatan khusus yang dapat meningkatkan biaya produksi. Tantangan ketiga adalah kurangnya informasi dan pemahaman tentang mekanisme kerja dan dosis yang tepat dari senyawa bioaktif dalam alga laut untuk meningkatkan sistem imun ikan dan udang.

Dalam rangka mengatasi tantangan penggunaan alga laut sebagai imunostimulan dalam akuakultur, diperlukan upaya peningkatan teknologi produksi dan pengembangan strategi manajemen akuakultur yang tepat. Selain itu, juga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme kerja dan dosis yang tepat dari senyawa bioaktif dalam alga laut untuk meningkatkan sistem imun ikan dan udang. Dengan mengatasi tantangan-tantangan ini, penggunaan alga laut sebagai imunostimulan dalam akuakultur dapat menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas ikan dan udang.

I. Penutup

Imunostimulan dari makroalga laut dan senyawa kimia penting dalam meningkatkan kesehatan organisme akuakultur. Keduanya punya kelebihan dan kelemahan. Imunostimulan alami dari makroalga mudah didapat, ramah lingkungan, dan stabil, tetapi efeknya lambat dan kurang kuat. Senyawa kimia lebih terkendali, efektif, dan cepat; tetapi berisiko toksik dan dapat memengaruhi kualitas produk. Secara keseluruhan, imunostimulan alami dari makroalga lebih cocok untuk akuakultur berkelanjutan dengan pengawasan ketat terhadap kualitas.

Sebagai rekomendasi, para pembudi daya perlu menerapkan penggunaan imunostimulan alami dari makroalga laut sebagai tambahan pakan dalam praktik akuakultur berkelanjutan karena terbukti memiliki keunggulan nyata. Selain aspek keberlanjutan dan ramah lingkungan yang diusung oleh imunostimulan alami, kandungan senyawa bioaktif seperti polisakarida, flavonoid, dan terpenoid dalam makroalga laut memiliki potensi untuk meningkatkan respons imun organisme akuakultur. Selain itu, peneliti dan industri perlu berkolaborasi untuk meningkatkan pemanfaatannya melalui pembuatan produk makroalga kemasan yang siap pakai.

Referensi

- Abbas, E. M., Al-Souti, A., Sharawy, Z. Z., El-Haroun, E., & Ashour, M. (2023). Impact of Dietary administration of seaweed polysaccharide on growth, microbial abundance, and growth and immune-related genes expression of the pacific whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Life*, *13*(2), 344. <https://doi.org/10.3390/life13020344>
- Abdel-Fattah, A. F., & Edrees, M. (1972). A study on the polysaccharide content of *Ulva lactucal* L. *Plant Foods for Human Nutrition*, *22*(1), 15–22. <https://doi.org/10.1007/bf01099733>
- Abdelhamid, A. G., Ayoub, H. F., Abd El-Gawad, E. A., Abdelghany, M. F., & Abdel-Tawwab, M. (2021). Potential effects of dietary seaweeds mixture on the growth performance, antioxidant status, immunity response, and resistance of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) against *Aeromonas hydrophila* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, *119*, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.09.043>
- Abdel-Latif, H. M., Dawood, M. A., Alagawany, M., Faggio, C., Nowosad, J., & Kucharczyk, D. (2022). Health benefits and potential applications of fucoïdan (FCD) extracted from brown seaweeds in aquaculture: An updated review. *Fish & Shellfish Immunology*, *122*, 115–130. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.01.039>
- Abdel-Rahim, M. M., Bahattab, O., Nossir, F., Al-Awthan, Y. S., Khalil, R. H., & Mohamed, R. A. (2021). Dietary supplementation of brown seaweed and/or nucleotides improved shrimp performance, health status and cold-tolerant gene expression of juvenile whiteleg shrimp during the winter season. *Marine Drugs*, *19*(3), 175. <https://doi.org/10.3390/md19030175>
- Abdelrhman, A. M., Ashour, M., Al-Zahaby, M. A., Sharawy, Z. Z., Nazmi, H., Zaki, M. A. A., Ahmed, N. H., Ahmed, S. R., El-Haroun, E., Van Doan, H., & Goda, A. M. A. (2022). Effect

of polysaccharides derived from brown macroalgae *Sargassum dentifolium* on growth performance, serum biochemical, digestive histology and enzyme activity of hybrid red tilapia. *Aquaculture Reports*, 25, Artikel 101212. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101212>

Addictivereefkeeping. (2019). *Live frag birds nest red Gracilaria marine macro algae plant reef refugium*. Diakses pada 9 September, 2023, dari https://addictivereefkeeping.com/wp-content/uploads/2019/04/23223059_10213093870613703_64391629_o.jpg

Akbari, V., Safaiee, F., & Yegdaneh, A. (2021). Bioassay-guided fractionation and antimicrobial activities of *Padina australis* Extracts. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 15(4). <https://doi.org/10.5812/jjnpp.68304>

Akbary, P., & Aminikhoei, Z. (2018). Effect of polysaccharides extracts of algae *Ulva rigida* on growth, antioxidant, immune response and resistance of shrimp *Litopenaeus vannamei* against *Photobacterium damsela*. *Aquaculture Research*, 49(7), 2503–2510. <https://doi.org/10.1111/are.13710>

Arguelles, E. D. L. R. (2022). Preliminary studies on the potential antioxidant and antidiabetic activities of *Sargassum polycystum* C. Agardh (Phaeophyceae, Ochrophyta). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 15(03), 449–456. <https://doi.org/10.54319/jjbs/150314>

Armando, E., Lestiyani, A., & Islamy, R. A. (2021). Potential analysis of *Lemna* sp. extract as imunostimulant to increase non-specific immune response of tilapia (*Oreochromis niloticus*) against *Aeromonas hydrophila*. *Research Journal of Life Science*, 8(1), 40–47. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2021.008.01.6>

Belattmania, Z., Bhaby, S., Nadri, A., Khaya, K., Bentiss, F., Jama, C., Reani, A., Vasconcelos, V., & Sabour, B. (2021). *Gracilaria gracilis* (Gracilariales, Rhodophyta) from Dakhla (Southern Moroccan Atlantic Coast) as source of agar: Content, chemical characteristics, and gelling properties. *Marine Drugs*, 19(12), 672. <https://doi.org/10.3390/md19120672>

- Brontowiyono, W., Jasim, S. A., Mahmoud, M. Z., Thangavelu, L., Izzat, S. E., Yasin, G., Mohammad, H. J., Mustafa, Y. F., & Balvardi, M. (2022). Dietary *Sargassum angustifolium* (Macroalgae, Sargassaceae) extract improved antioxidant defense system in diazationon-exposed common carp, *Cyprinus carpio*. *Annals of Animal Science*, 22(4), 1323–1331. <https://doi.org/10.2478/aosas-2022-0036>
- Cantelli, L., Goncalves, P., Guertler, C., Kayser, M., Pilotto, M. R., Barracco, M. A., & Perazzolo, L. M. (2019). Dietary supplementation with sulfated polysaccharides from *Gracilaria birdiae* promotes a delayed immunostimulation in marine shrimp challenged by the white spot syndrome virus. *Aquaculture International*, 27(2), 349–367. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0328-1>
- Chen, L., & Zhang, Y. (2019). The growth performance and nonspecific immunity of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) affected by dietary *Porphyra yezoensis* polysaccharide supplementation. *Fish & Shellfish Immunology*, 87, 615–619. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.02.013>
- Chen, X., Huang, W., Sun, X., Xiong, P., & Ouyang, J. (2021). Antioxidant activity of sulfated *Porphyra yezoensis* polysaccharides and their regulating effect on calcium oxalate crystal growth. *Materials Science and Engineering: C*, 128, Artikel 112338. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2021.112338>
- Citarasu, T., Babu, M. M., & Yilmaz, E. (2022). Alternative medications in shrimp health management for improved production. *Aquaculture*, 561, Artikel 738695. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738695>
- Cook, M. T., Hayball, P. J., Hutchinson, W., Nowak, B. F., & Hayball, J. D. (2003). Administration of a commercial imunostimulant preparation, EcoActiva™ as a feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. *Fish*

& *Shellfish Immunology*, 14(4), 333–345. <https://doi.org/10.1006/fsim.2002.0441>

- Darwantin, K., & Sidik, R. (2016). Efisiensi penggunaan imunostimulan dalam pakan terhadap laju pertumbuhan, respon imun dan kelulushidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2), 123–139. <https://doi.org/10.20473/jbp.v18i2.2016.123-139>
- Domínguez, H., & Loret, E. (2019). *Ulva lactuca*, A source of troubles and potential riches. *Marine Drugs*, 17(6), 357. <https://doi.org/10.3390/md17060357>
- Eissa, E. H., Ahmed, R. A., Abd Elghany, N. A., Elfeky, A., Saadony, S., Ahmed, N. H., Sakr, S. E., Dayrit, G. B., Tolenada, C. P. S., Atienza, A. A. C., Mabrok, M., & Ayoub, H. F. (2023). Potential symbiotic effects of β -1,3 glucan, and fructooligosaccharides on the growth performance, immune response, redox status, and resistance of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* to *Fusarium solani* infection. *Fishes*, 8(2), 105. <https://doi.org/10.3390/fishes8020105>
- El-Beltagi, H. S., Mohamed, A. A., Mohamed, H. I., Ramadan, K. M. A., Barqawi, A. A., & Mansour, A. T. (2022). Phytochemical and potential properties of seaweeds and their recent applications: A review. *Marine Drugs*, 20(6), 342. <https://doi.org/10.3390/md20060342>
- El-Boshy, M., El-Ashram, A., Risha, E., Abdelhamid, F., Zahran, E., & Gab-Alla, A. (2014). Dietary fucoidan enhance the non-specific immune response and disease resistance in African catfish, *Clarias gariepinus*, immunosuppressed by cadmium chloride. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 162(3–4), 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2014.10.001>
- Febriani, D., Sukenda, & Nuryati, S. (2014). Kappa-carrageenan as imunostimulant to control infectious myonecrosis (IMN) disease in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(1), 70–78. <https://doi.org/10.19027/jai.12.70-78>
- Flórez-Fernández, N., Vaamonde-García, C., Torres, M. D., Buján, M., Muñíos, A., Muñíos, A., Lamas-Vázquez, M. J., Meijide-

- Failde, R., Blanco, F. J., & Domínguez, H. (2023). Relevance of the extraction stage on the anti-inflammatory action of fucoidans. *Pharmaceutics*, 15(3), 808. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030808>
- Galindo-Villegas, J., Fukada, H., Masumoto, T., & Hosokawa, H. (2006). Effect of dietary imunostimulants on some innate immune responses and disease resistance against *Edwardsiella tarda* infection in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Science (Japan)*, 54(2), 153–162. <https://doi.org/10.11233/aquaculturesci1953.54.153>
- Hafezieh, M., Ajdari, D., Por, A. A., & Hosseini, S. H. (2014). Using Oman Sea *Sargassum illicifolium* meal for feeding white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(1), 73–80. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2018.114339>
- Hemalatha, R. S. (2014). *Biosecurity system in Malaysian fisheries: Gearing up for safe and quality seafood*. SEAFDEC Institutional Repository. <http://hdl.handle.net/20.500.12066/946>
- Herath, K. H. I. N. M., Cho, J., Kim, H. J., Dinh, D. T. T., Kim, H., Ahn, G., Jeon, Y., & Jee, Y. (2021). Polyphenol containing *Sargassum horneri* attenuated Th2 differentiation in splenocytes of ovalbumin-sensitised mice: involvement of the transcription factors GATA3/STAT5/NLRP3 in Th2 polarization. *Pharmaceutical Biology*, 59(1), 1462–1470. <https://doi.org/10.1080/13880209.2021.1992451>
- Huxley, V. a. J., & Lipton, A. P. (2009). Immunomodulatory effect of *Sargassum wightii* on *Penaeus monodon* (Fab.). *Asian Journal of Animal Sciences*, 4(2), 192–196. <https://www.cabdirect.org/abstracts/20103149310.html>
- Hwang, P., Wu, C., Gau, S., Chien, S., & Hwang, D. (2010). Antioxidant and immune-stimulating activities of hot-water extract from seaweed *Sargassum hemiphyllum*. *Journal of Marine Science and Technology*, 18(1). <https://doi.org/10.51400/2709-6998.1863>
- Isaka, S., Cho, K., Nakazono, S., Abu, R., Ueno, M., Kim, D., & Oda, T. (2015). Antioxidant and anti-inflammatory activities of

- Porphyran isolated from discolored nori (*Porphyra yezoensis*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 74, 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.11.043>
- Islamy, R. A. (2017). *Pengaruh flavonoid rumput laut coklat (Sargassum sp.) terhadap hematologi, mikronuklei dan histologi pada ikan nila (Oreochromis niloticus) setelah dipapar pestisida berbahan aktif metomil* [Tesis tidak diterbitkan]. Universitas Brawijaya.
- Islamy, R. A. (2023). Genotoxic effect on hematological and micronucleus alteration of common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed by glyphosate-based herbicide. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 6(1), 246–260. <http://dx.doi.org/10.30587/jpp.v6i1>
- Islamy, R. A., & Hasan, V. (2021). *Pestisida terhadap ekosistem, ikan dan organisme akuatik*. Pena Persada.
- Islamy, R. A., Yanuhar, U., & Hertika, A. M. S. (2017). Assessing the genotoxic potentials of methomyl-based pesticide in tilapia (*Oreochromis niloticus*) using micronucleus assay. *The Journal of Experimental Life Science*, 7(2), 88–93. <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2017.007.02.05>
- Isnansetyo, A., Irpani, H., Wulansari, T. A., & Kasanah, N. (2015). Oral administration of alginate from A tropical brown seaweed, *Sargassum* sp. to enhance non-specific defense in walking catfish (*Clarias* sp.). *Aquacultura Indonesiana*, 15 (1), 14–20. <https://doi.org/10.21534/ai.v15i1.29>
- Jafri, A., & Anwar, M. (1995). Protein digestibility of some low-cost feedstuffs in fingerlings Indian major carps. *Asian Fisheries Science*, 8(1), 47–53. <https://www.asianfisheriessociety.org/publication/abstract.php?id=892>
- Kambey, C. S. B., Campbell, I., Cottier-Cook, E. J., Nor, A. R. M., Kassim, A., Sade, A., & Lim, P. (2021). Evaluating biosecurity policy implementation in the seaweed aquaculture industry of Malaysia, using the quantitative knowledge, attitude, and practices (KAP) survey technique. *Marine Policy*, 134, Artikel 104800. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104800>

- Kilawati, Y., & Islamy, R. A. (2019). The antigenotoxic activity of brown seaweed (*Sargassum* sp.) extract against total erythrocyte and micronuclei of tilapia *Oreochromis niloticus* exposed by methomyl-base pesticide. *The Journal of Experimental Life Science*, 9(3), 205–210. <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2019.009.03.11>
- Kilawati, Y., Arsad, S., Islamy, R. A., & Solekah, S. J. (2021). Immunostimulant from marine algae to increase performance of vanamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquatic Pollution and Toxicology*, 5(6), 26. <https://www.primescholars.com/articles/immunostimulant-from-marine-algae-to-increase-performance-of-vanamei-shrimp-litopenaeus-vannamei.pdf>
- Kim, H. I., Kim, D., Jung, Y., Sung, N., Kim, M., Han, I., Nho, E. Y., Hong, J. H., Lee, J., Boo, M., Kim, H., Baik, S., Jung, K. O., Lee, S., Kim, C. S., & Park, J. (2022). Immune-enhancing effect of *Sargassum horneri* on cyclophosphamide-induced immunosuppression in BALB/c Mice and Primary Cultured Splenocytes. *Molecules*, 27(23), 8253. <https://doi.org/10.3390/molecules27238253>
- Kitao, T., Yoshida, T., Anderson, D., Dixon, O., & Blanch, A. R. (1987). Immunostimulation of antibody-producing cells and humoral antibody to fish bacterins by a biological response modifier. *Journal of Fish Biology*, 31(sA), 87–91. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1987.tb05298.x>
- Kitikiew, S., Chen, J., Putra, D. K. S., Lin, Y., Yeh, S., & Liou, C. (2013). Fucoidan effectively provokes the innate immunity of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against experimental *Vibrio alginolyticus* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 34(1), 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.11.016>
- Krisp, H. (2011). Meersalat, Ulva lactuca [Foto]. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Meersalat-Ulva-lactuca.jpg>
- Lee, P., Wen, C., Nan, F., Yeh, H., & Lee, M. (2020). Immunostimulatory effects of *Sarcodia suiiae* water extracts on nile tilapia *Oreochromis niloticus* and its resistance against *Streptococcus agalactiae*. *Fish*

- & *Shellfish Immunology*, 103, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.05.017>
- Li, Y., McGowan, E. M., Chen, S., Santos, J., Yin, H., & Lin, Y. (2023). Immunopotentiating activity of fucoidans and relevance to cancer immunotherapy. *Marine Drugs*, 21(2), 128. <https://doi.org/10.3390/md21020128>
- Liyanage, N. M., Kim, Y., Nagahawatta, D. P., Jin, H., Yang, H., Jayawardhana, H. H. a. C. K., Jayawardena, T. U., & Jeon, Y. (2022). *Sargassum horneri* as a prebiotic dietary supplement for immunity development in *Streptococcus parauberis* infected zebrafish model. *Frontiers in Marine Science*, 9, Artikel 901676. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.901676>
- Lobo, G., Pereira, L. F., Gonçalves, J. F., Peixoto, M. J., & Ozório, R. O. A. (2018). Effect of dietary seaweed supplementation on growth performance, antioxidant and immune responses in european seabass (*Dicentrarchus labrax*) subjected to rearing temperature and salinity oscillations. *International Aquatic Research*, 10(4), 321–331. <https://doi.org/10.1007/s40071-018-0208-3>
- Long, X., Hu, X., Pan, C., Xiang, H., Chen, S., Qi, B., Liu, S., & Yang, X. (2022). Antioxidant activity of *Gracilaria lemaneiformis* polysaccharide degradation based on Nrf-2/Keap-1 signaling pathway in hepG2 cells with oxidative stress induced by H₂O₂. *Marine Drugs*, 20(9), 545. <https://doi.org/10.3390/md20090545>
- Ma, K., Bao, Q., Wu, Y., Chen, S., Shu-Xin, Z., Wu, H., & Fan, J. (2020). Evaluation of microalgae as imunostimulants and recombinant vaccines for diseases prevention and control in aquaculture. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, Artikel 590431. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.590431>
- Mahasu, N. H., Jusadi, D., Setiawati, M., & Giri, I. N. A. D. (2016). Potential use of *Ulva lactuca* as feed ingredient for tilapia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*. 8(1), 259–267. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/13089>

- Midtlyng, P. J. (1997). Vaccinated fish welfare: Protection versus side-effects. *PubMed*, 90, 371–379. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9270866>
- Mo'o, F. R. C., Wilar, G., Devkota, H. P., & Wathoni, N. (2020). Ulvan, a polysaccharide from macroalga *Ulva* sp.: A review of chemistry, biological activities and potential for food and biomedical applications. *Applied Sciences*, 10(16), Artikel 5488. <https://doi.org/10.3390/app10165488>
- Muahiddah, N., & Diamahesa, W. A. (2022). Potential use of brown algae as an imunostimulant material in the aquaculture field to increase non-specific immunity and fight disease. *Journal of Fish Health*, 2(2), 109–115. <https://doi.org/10.29303/jfh.v2i2.2075>
- Muntasiroh, S., Purbomartono, C., & Mulia, D. S. (2020). Kombinasi ekstrak rumput laut coklat (*Padina* sp.) dan vitamin C melalui pakan terhadap imun non-spesifik lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Saintek*, 17(1), 7–17. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8531>
- Muslimin. (2018). Warga pesisir Tanrusampe “panen” rumput laut yang terbawa ombak. *Tribunnews*. https://asset-2.tstatic.net/makassar/foto/bank/images/rumput-laut_20181017_123231.jpg
- Nugraha, B. A., Rachmawati, D., & Sudaryono, A. (2018). Laju pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan tepung alga coklat (*Sargassum cristaefolium*) dalam pakan. *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*, 2(1), 20–27. <https://core.ac.uk/reader/267827188>
- Nurfadillah, N., Ningsih, H. A., Rahimi, S. A. E., Dewiyanti, I., Mellisa, S., & Syahril, A. (2021). The effect of ethanolic extracts *Ulva lactuca* on growth performance and survival rate of milk fish (*Chanos chanos*). Dalam *IOP Conference Series*, (Vol. 674, Artikel 012049). *IOP Publishing Ltd*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/674/1/012049>
- Nurrahman, N. W. D., Sudjarwo, G. W., & Putra, O. N. (2018). Skrining fitokimia metabolit sekunder alga coklat (*Padina australis*) dari Kepulauan Poteran Madura. *Journal of Pharmaceutical Care*

- Anwar Medika, 2(2), 60–69. <https://doi.org/10.36932/jpcam.v2i2.25>
- Palaniyappan, S., Sridhar, A., Kari, Z. A., Tellez-Isaias, G., & Ramasamy, T. (2023). Evaluation of phytochemical screening, pigment content, in vitro antioxidant, antibacterial potential and GC-MS metabolite profiling of green seaweed *Caulerpa racemosa*. *Marine Drugs*, 21(5), 278. <https://doi.org/10.3390/md21050278>
- Prabu, D. L., Sahu, N. P., Pal, A. K., Dasgupta, S., & Narendra, A. (2014). Immunomodulation and interferon gamma gene expression in sutchi cat fish, *Pangasianodon hypophthalmus*: effect of dietary fucoidan rich seaweed extract (FRSE) on pre and post challenge period. *Aquaculture Research*, 47(1), 199–218. <https://doi.org/10.1111/are.12482>
- Praiboon, J., Chirapart, A., Akakabe, Y., Bhumibhamon, O., & Kajiwara, T. (2006). Chemical characterization of agar polysaccharides extracted from the Thai and Japanese species of *Gracilaria*. *Scienceasia*, 32(1), 11–17. [https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2006.32\(s1\).011](https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2006.32(s1).011)
- Purbomartono, C., Husin, A., Bagasnabila, I. S., Zularini, F. G. D., Susiyani, A. T., Purwaningsih, E. P., & Purnomo, P. (2022). Efektivitas dan potensi herbal untuk peningkatan pertumbuhan benih lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Saintek*, 19(2), 219–229. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v19i2.14903>
- Purbomartono, C., Mulia, D. S., & Priyambodo, D. (2020). Respon imun non-spesifik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diberi fucoidan dari ekstrak rumput laut coklat *Padina* sp. *Saintek*, 16(1), 9–17 <https://doi.org/10.30595/sainteks.v16i1.7012>
- Purbomartono, C., Rofiqoh, R., Husin, A., & Mulia, D. S. (2023). Effectiveness of herbal diet *Nigella sativa* and *Gracilaria verrucosa* against non-specific immunity of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Saintek*, 20(1), 9–16. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v20i1.16410>
- Rahma, F. W., Mahasri, G., & Surmartiwi, L. (2019). Pengaruh pemberian ekstrak *Sargassum* sp. dengan pelarut metanol pada

- pakan terhadap jumlah eritrosit dan differensial leukosit ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(2), 213–217. <https://doi.org/10.20473/jipk.v7i2.11209>
- Rajendran, P., Subramani, P. A., & Michael, R. D. (2016). Polysaccharides from marine macroalga, padina gymnospora improve the nonspecific and specific immune responses of *Cyprinus carpio* and protect it from different pathogens. *Fish & Shellfish Immunology*, 58, 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.09.016>
- Rajivgandhi, G., Kanisha, C. C., Ramachandran, G., Manoharan, N., Mothana, R. A., Siddiqui, N. A., Al-Rehaily, A. J., Ullah, R., & Almarfadi, O. M. (2021). Phytochemical screening and anti-oxidant activity of *Sargassum wightii* enhances the antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3), 1763–1769. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.12.018>
- Reis, S. E., Andrade, R. G. C., De Melo Accardo, C., Maia, L. F., Oliveira, L. S., Nader, H. B., Aguiar, J. A., & Medeiros, V. P. (2020). Influence of sulfated polysaccharides from *Ulva lactuca* L. upon Xa and IIa coagulation factors and on venous blood clot formation. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, 45, Artikel 101750. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101750>
- Ren, Y., Zheng, G., You, L., Wen, L., Li, C., Fu, X., & Zhou, L. (2017). Structural characterization and macrophage immunomodulatory activity of a polysaccharide isolated from *Gracilaria lemaneiformis*. *Journal of Functional Foods*, 33, 286–296. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.03.062>
- Riana. (2020). *Peningkatan respon imun nonspesifik udang vaname Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) dengan suplementasi pakan natrium alginat Sargassum sp. dari Pantai Biha Pesisir Barat Lampung* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Lampung.
- Rouhani, E., Safari, R., Imanpour, M. R., Hoseinifar, S. H., Yazici, M., & El-Haroun, E. (2022). Effect of dietary administration of green macroalgae (*Ulva intestinalis*) on mucosal and systemic immune

- parameters, antioxidant defence, and related gene expression in zebrafish (*Danio rerio*). *Aquaculture Nutrition*, 2022, Artikel 7693468. <https://doi.org/10.1155/2022/7693468>
- Sahara, R., Herawati, V. E., & Sudaryono, A. (2015). Effect of a brown algae (*Sargassum* sp.) meal supplement dietary on growth performance and feed utilization efficiency of juvenile walking catfish (*Clarias* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jamt>
- Salehpour, R., Biuki, N. A., Mohammadi, M., Dashtiannasab, A., & Ebrahimnejad, P. (2021). The dietary effect of fucoidan extracted from brown seaweed, *Cystoseira trinodis* (C. Agardh) on growth and disease resistance to WSSV in shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 119, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.09.005>
- Sheikhzadeh, N., Ahmadifar, E., Soltani, M., Tayefi-Nasrabadi, H., Mousavi, S., & Naiel, M. A. E. (2022). Brown seaweed (*Padina australis*) extract can promote performance, innate immune responses, digestive enzyme activities, intestinal gene expression and resistance against *Aeromonas hydrophila* in common carp (*Cyprinus carpio*). *Animals*, 12(23), Artikel 3389. <https://doi.org/10.3390/ani12233389>
- Shi, Q., Wang, J., Qin, C., Yu, C., Wang, S., & Jia, J. (2021). Growth performance, serum biochemical parameters, immune parameters and hepatic antioxidant status of yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* supplemented with *Sargassum horneri* hot-water extract. *Aquaculture Reports*, 21, Artikel 100839. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100839>
- Shi, Y., Suwaree, K., Chen, Y., Hsu, C., & Chen, J. (2020). White shrimp *Litopenaeus vannamei* hemocytes receiving fucoidan release endogenous molecules that activate and synergize innate immunity in the presence of fucoidan. *Aquaculture*, 519, Artikel 734720. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734720>
- Sobuj, M. K. A., Islam, A., Islam, M. S., Islam, M. M., Bai, S. C., & Rafiquzzaman, S. (2021). Effect of solvents on bioactive

compounds and antioxidant activity of *Padina tetrastromatica* and *Gracilaria tenuistipitata* seaweeds collected from Bangladesh. *Scientific Reports*, 11, Artikel 19082. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98461-3>

- Sudaryono, A., Chilmawati, D., & Susilowati, T. (2018). Oral administration of hot-water extract of tropical brown seaweed, *Sargassum cristaefolium*, to enhance immune response, stress tolerance, and resistance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(5), 877–888. <https://doi.org/10.1111/jwas.12527>
- Sumayya, S. S., & Murugan, K. (2017). Phytochemical screening, RP-HPLC and FTIR analysis of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty EX P.C Silva: Macro red algae. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 325–330. <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue1/PartE/6-1-37-646.pdf>
- Sun, Y., Liu, Y., Ai, C., Song, S., & Chen, X. (2019). *Caulerpa lentillifera* polysaccharides enhance the immunostimulatory activity in immunosuppressed mice in correlation with modulating gut microbiota. *Food & Function*, 10(7), 4315–4329. <https://doi.org/10.1039/c9fo00713j>
- Syakilla, N., George, R., Chye, F. Y., Pindi, W., Mantihal, S., Wahab, N. A., Fadzwi, F. M., Gu, P. H., & Matanjun, P. (2022). A Review on nutrients, phytochemicals, and health benefits of green seaweed, *Caulerpa lentillifera*. *Foods*, 11(18), Artikel 2832. <https://doi.org/10.3390/foods11182832>
- Tewary, A., & Patra, B. C. (2007). Use of vitamin C as an immunostimulant. effect on growth, nutritional quality, and immune response of *Labeo rohita* (Ham.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 34(3), 251–259. <https://doi.org/10.1007/s10695-007-9184-z>
- Thépot, V., Campbell, A. H., Rimmer, M. A., & Paul, N. A. (2020). Meta-analysis of the use of seaweeds and their extracts as immunostimulants for fish: a systematic review. *Reviews in Aquaculture*, 13(2), 907–933. <https://doi.org/10.1111/raq.12504>

- Tong, T., Liu, Y., Zhang, P., & Kang, S. (2020). Antioxidant, anti-inflammatory, and α -amylase inhibitory activities of *Ulva lactuca* extract. *Korean Journal of Food Preservation*, 27(4), 513–521. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.4.513>
- Tradekey. (2007). *Diakses pada 7 November 2023*. <https://imgusr.tradekey.com/p-1236353-20071114022156/carrageenan-eucheumacottonii.jpg>
- Van Doan, H., Hoseinifar, S. H., Esteban, M. Á., Dadar, M., & Thu, T. T. N. (2019). Mushrooms, seaweed, and their derivatives as functional feed additives for aquaculture: An updated view. Dalam Atta-ur-Rahman (Ed.), *Studies in natural products chemistry* (Vol. 62, 41–90). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64185-4.00002-2>
- Vijayaram, S., Sun, Y., Zuurro, A., Ghafarifarsani, H., Van Doan, H., & Hoseinifar, S. H. (2022). Bioactive imunostimulants as health-promoting feed additives in aquaculture: A review. *Fish & Shellfish Immunology*, 130, 294–308. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.09.011>
- Walker, P., & Winton, J. R. (2010). Emerging viral diseases of fish and shrimp. *Veterinary Research*, 41(6), 51. <https://doi.org/10.1051/vetres/2010022>
- Wang, L., Park, Y., Jeon, Y., & Ryu, B. (2018). Bioactivities of the edible brown seaweed, *Undaria pinnatifida*: A review. *Aquaculture*, 495, 873–880. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.079>
- Windyaswari, A. S., Elfahmi, E., Faramayuda, F., Riyanti, S., Luthfi, O. M., Ayu, I. P., Pratiwi, N. T. M., Husna, K. H. N., & Magfirah, R. R. A. (2019). Profil fitokimia selada laut (*Ulva lactuca*) dan mikroalga filamen (*Spirogyra* sp.) sebagai bahan alam bahari potensial dari perairan Indonesia. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(2), 88–101. <https://doi.org/10.26874/kjif.v7i2.288>
- Yao, C., Wu, C., Xiang, J., Li, F., Wang, Z., & Han, X. (2008). The lysosome and lysozyme response in Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis* to *Vibrio anguillarum* and laminarin

- stimulation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 363(1–2), 124–129. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.06.035>
- Yeh, S., Lee, C., & Chen, J. (2006). Administration of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhances the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 20(3), 332–345. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2005.05.008>
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Triyanto, & Handayani, C. M. S. (2019). Alginate from *Sargassum siliquosum* simultaneously stimulates innate immunity, upregulates immune genes, and enhances resistance of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against white spot syndrome virus (WSSV). *Marine Biotechnology*, 21(4), 503–514. <https://doi.org/10.1007/s10126-019-09898-7>
- Zhang, R., Zhang, X., Tang, Y., & Mao, J. (2020). Composition, isolation, purification and biological activities of *Sargassum fusiforme* polysaccharides: A review. *Carbohydrate Polymers*, 228, Artikel 115381. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115381>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 11

Pemanfaatan dan Tantangan Pengelolaan Sumber Daya Ikan Terbang Berkelanjutan (Exocoetidae) di Perairan Selat Makassar

Muhammad Nur

A. Potensi Tinggi Ikan Terbang

Ikan terbang (famili Exocoetidae) merupakan komponen penting ekosistem epipelagik, utamanya di perairan tropis dan subtropis (Churnside et al., 2017). Ikan terbang juga termasuk salah satu jenis ikan ekonomis penting (Rehatta et al., 2021). Ikan dan telurnya merupakan komoditas ekspor ke berbagai negara, seperti Jepang, Korea, dan Taiwan (Indrayani et al., 2021). Dalam sejarah perkembangan ekspor sumber daya perikanan di Indonesia, komoditas ini pernah menjadi penghasil devisa ekonomi kedua tertinggi setelah udang pada tahun 1980-an (Ali, 2019).

M. Nur

Universitas Sulawesi Barat, *e-mail*: muhammadnur@unsulbar.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

Nur, M. (2023). Pemanfaatan dan tantangan pengelolaan sumber daya ikan terbang berkelanjutan (Exocoetidae) di perairan Selat Makassar. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (387–422). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c762 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

Saat ini permintaan ekspor telur ikan terbang terus meningkat. Selain telurnya, ikan terbang juga mulai diminati, terutama dengan makin meningkatnya permintaan dan kebutuhan ikan di seluruh dunia serta meningkatnya biaya penangkapan di laut. Tingginya permintaan telur ikan terbang membuat industri makanan laut (*seafood*) berbasis surimi, mencari alternatif bahan baku dengan memanfaatkan jenis ikan yang belum pernah digunakan sebelumnya. Salah satunya adalah dengan pemanfaatan daging ikan terbang (Moreno et al., 2015). Potensi pengembangan ikan terbang yang dipilih menjadi surimi cukup baik karena tekstur daging yang baik dan mengandung gizi yang tidak kalah dengan jenis ikan lainnya (Herranz et al., 2013).

Perairan Selat Makassar merupakan salah satu ekosistem penting ikan terbang yang potensial di Indonesia. Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat merupakan dua wilayah yang menjadi sentra penangkapan ikan terbang di sekitar perairan ini. Sentra perikanan ikan terbang di Provinsi Sulawesi Selatan berada di sepanjang pesisir Kabupaten Takalar, sementara di Provinsi Sulawesi Barat terkonsentrasi di Kelurahan Mosso dan Rangas, Kecamatan Sendana, Kabupaten Majene. Nelayan di daerah ini melakukan penangkapan terbatas hanya di perairan Selat Makassar, sementara nelayan di Kabupaten Takalar memiliki *fishing ground* yang lebih luas hingga ke Laut Flores. Sumber daya ikan terbang di kedua wilayah tersebut memiliki nilai sosial ekonomi cukup penting karena menjadi sumber pendapatan nelayan, sumber protein, lapangan kerja dalam usaha penangkapan telur, penangkapan ikan, usaha pengeringan, dan pengasapan ikan (Fitriah et al., 2020; Nur, Ihsan, Fitriah, Nasyrah, & Tenriware, 2022).

Eksplorasi telur dan daging ikan terbang di kedua perairan di wilayah perairan Selat Makassar telah berlangsung sejak lama. Berdasarkan data hasil tangkapan ikan terbang dan volume ekspor, utamanya pada telur ikan terbang hingga saat ini telah mengalami menurun. Data hasil tangkapan ikan terbang menunjukkan penurunan yang sangat signifikan, yakni pada tahun 2005 tercatat 4.100 ton dan tahun 2014 tercatat hanya tersisa 2.500 ton. Hal yang sama juga terjadi pada telur ikan terbang. Data volume ekspor telur ikan terbang

periode tahun 2007 hingga 2014 menunjukkan penurunan yang cukup signifikan dari 864 ton pada tahun 2007 hingga tersisa hanya 425 ton pada tahun 2014 (Rencana Pengelolaan Perikanan, 2016). Penurunan populasi ini bahkan dipertegas oleh beberapa peneliti yang menyatakan bahwa populasi ikan terbang di Selat Makassar dan Laut Flores telah mengalami indikasi over eksploitasi, yaitu terjadi kemerosotan produksi lebih dari 67% setelah lebih dari 30 tahun pemanfaatannya (Tuapetel, 2021).

Berdasarkan data produksi ikan terbang dan volume ekspor telur ikan terbang dari tahun ke tahun telah menunjukkan kecenderungan penurunan yang cukup signifikan. Penangkapan ikan dan telur secara terus-menerus tanpa didasari pengelolaan yang baik dapat berpengaruh terhadap ketersediaan ikan-ikan muda, dan akan mengalami kegagalan rekrutmen.

Dalam upaya pengelolaan ikan terbang secara berkelanjutan di Selat Makassar, bab ini menyajikan berbagai data dan informasi terkait ikan terbang, dengan tujuan sebagai landasan dalam suatu pengambilan keputusan bagi pengelola sumber daya perikanan ikan terbang tersebut. Beberapa data yang dibutuhkan meliputi aspek penangkapan, sifat-sifat atau parameter biologis ikan terbang (seperti pertumbuhan, reproduksi, dan kebiasaan makan), aspek pengolahan, sosial ekonomi, dan kelembagaan harus diketahui terlebih dahulu, tentunya dengan melakukan berbagai penelitian-penelitian yang hingga kini masih sangat jarang dilakukan. Oleh karena itu, berbagai upaya tersebut perlu dilaksanakan sebagai bentuk kepedulian dan pengelolaan sumber daya perikanan terbang agar potensinya tetap lestari, khususnya dalam upaya pengelolaan ikan terbang di perairan Selat Makassar.

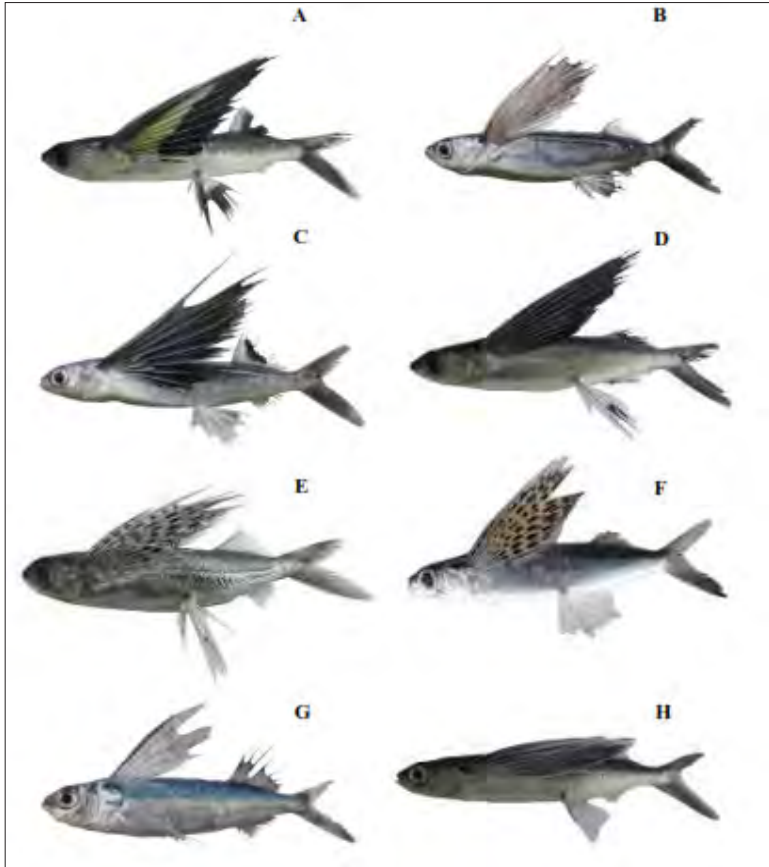
B. Keragaman Jenis Ikan Terbang di Selat Makassar

Ikan terbang yang ditemukan di seluruh perairan dunia terdiri dari 70 spesies. Salah satu yang dominan berasal dari famili Exocoetidae yang terdiri atas enam genus, yaitu *Parexocoetus*, *Exocoetus*, *Hirundichthys*,

Prognichthys, *Cypselurus*, dan *Cheilopogon* (Froese & Pauly, 2023). Pada perairan laut di seluruh wilayah Indonesia ditemukan 18 spesies ikan terbang (Hutomo et al., 1985). Lebih lanjut dijelaskan untuk persebaran di perairan Selat Makassar ditemukan sebanyak 11 spesies ikan terbang yang terbagi ke dalam tiga genus. Jenis-jenis ikan terbang yang ditemukan tersebut yaitu *Cypselurus oxycephalus*, *C. oligolepis*, *C. poecilopterus*, *C. altipennis*, *C. speculiger*, *C. ophisthopus*, *C. nigricans*, *C. swainson*, *Cypselurus* sp., *Evolantia micropterus*, dan *Prognichthys sealei*.

Jumlah spesies tersebut berbeda dengan data terakhir yang ditemukan oleh Nur, Ihsan, Fitriah, Wahana, et al. (2022) yang menemukan delapan jenis ikan terbang yang tergolong ke dalam satu famili dan empat genus. Jenis terbanyak dari genus *Cheilopogon* sebanyak lima jenis dan dari genus *Cypselurus*, *Hirundichthys*, dan *Parexocoetus* masing-masing satu spesies. Delapan spesies yang ditemukan tersebut, antara lain, *Cheilopogon abei*, *Cheilopogon cyanopterus*, *Cheilopogon intermedius*, *Cheilopogon nigricans*, *Cheilopogon spilopterus*, *Cypselurus poecilopterus*, *Hirundichthys oxycephalus*, dan *Parexocoetus mento* (Gambar 11.1). Hal ini menjadikan sebuah fakta yang menarik sekaligus mengkhawatirkan, yaitu tidak ditemukannya ketiga spesies lainnya yang pernah ditemukan sebelumnya. Oleh karena itu, dibutuhkan kajian lebih lanjut dan mendalam terkait hal tersebut.

Perairan Majene merupakan bagian dari Selat Makassar yang merupakan daerah potensial penangkapan ikan terbang. Keberadaan berbagai jenis ikan terbang yang ditemukan tersebut dipengaruhi nyata oleh suhu, salinitas, dan kedalaman (Muhammad et al., 2018). Spesies *Cheilopogon abei* (Gambar 11.1A) yang dikenal juga dengan nama ikan terbang sayap kuning memiliki persebaran meliputi Indo-Pasifik Barat, Afrika Timur hingga Kepulauan Solomon. Ikan ini memiliki ciri yang cukup mudah dibedakan dengan jenis yang lainnya yaitu sirip dada yang besar dengan warna kuning yang menyilang, memiliki bintik-bintik hitam atau abu-abu pada sirip punggung, dan sirip ekor berwarna abu-abu. Kisaran ukuran *C. abei* yang tertangkap di



Keterangan: (A) *Cheilopogon abei*, (B) *Cheilopogon cyanopterus*, (C) *Cheilopogon intermedius*, (D) *Cheilopogon nigricans*, (E) *Cheilopogon spilopterus*, (F) *Cypselurus poecilopterus*, (G) *Hirundichthys oxycephalus*, (H) *Parexocoetus mento*
 Sumber: Nur, Ihsan, Fitriah, Wahana, et al. (2022)

Gambar 11.1 Jenis Ikan Terbang yang Ditemukan di Perairan Majene, Sulawesi Barat

perairan Majene Sulawesi Barat adalah 144–250 mm dengan rata-rata 192 mm. Selanjutnya spesies *Cheilopogon spilopterus* (Gambar 11.1B) yang masih berasal dari genus yang sama dengan *C. abei* memiliki

ukuran maksimal 25 cm. Ukuran panjang ikan di perairan Majene Sulawesi Barat adalah berkisar antara 181–300 mm (rata-rata 237 mm). Spesies selanjutnya ditemukan adalah *Cheilopogon nigricans* (Gambar 11.1C) yang memiliki tubuh berwarna biru gelap di bagian atas dan putih keperakan di bagian bawah, sirip dada hitam pucat, bagian tengah dilintasi garis kekuningan yang makin menyempit ke arah tepi sirip depan, serta sirip perut dengan bintik hitam menonjol. Ukuran maksimal dapat mencapai 25 cm. Ukuran panjang ikan yang tertangkap di perairan Majene Sulawesi Barat adalah berkisar antara 102–193 mm (rata-rata 172 mm).

Spesies selanjutnya yaitu *Cheilopogon cyanopterus* (Gambar 11.1D) dan *Cheilopogon intermedius* (Gambar 11.1E). *Cheilopogon cyanopterus* memiliki sirip dada sangat panjang dan sampai melewati dasar siri dubur, pangkal sirip dubur jauh di belakang pangkal sirip punggung, 33–41 sisik depan punggung, sirip dada hitam kebiruan, gigi terasa saat disentuh. Sementara itu, *Cheilopogon intermedius* memiliki rahang yang hampir sama panjang, sirip punggung pendek dan polos, pangkal sirip perut di tengah antara kepala dan ekor. Spesies *Cypselurus poecilopterus* (Gambar 11.1F) hidup di perairan laut dengan kedalaman 0–20 m.

Hirundichthys oxycephalus (Bleeker, 1853) termasuk ke dalam genus *Hirundichthys* (Gambar 11.1H). Jenis ikan ini memiliki persebaran yang paling luas di antara spesies ikan lain. Persebarannya di Indo-Pasifik Barat: Laut Arab ke selatan Jepang, New Guinea, dan New South Wales, Australia. Ukuran panjang ikan di perairan Majene Sulawesi Barat antara 155–240 mm (rata-rata 192 mm) dengan proporsi ukuran terbesar didapatkan pada rentang kelas panjang 185–195 mm sebanyak 116 ekor (29%) dan proporsi ukuran terkecil rentang kelas 235–245 sebanyak 3 ekor (1%). Terakhir, *Parexocoetus mento* (Gambar 11.1I) adalah jenis ikan terbang yang memiliki sirip dada panjang, tetapi tidak mencapai belakang dasar sirip dubur, jari-jari sirip anal 10–12 sirip dubur, 16–21 sisik depan punggung, rahang atas *protrusible*, warna biru berpendar di atas, keperakan di bawah, sirip dada dan punggung sebagian besar kehitaman.

Informasi keragaman jenis ikan terbang menjadi hal yang sangat penting untuk diketahui karena menjadi dasar dalam pengelolaan. Dengan mengetahui spesies yang ada, dapat dilakukan *monitoring* pada setiap spesies baik stok maupun populasi serta aspek-aspek yang lain. Dengan demikian, jaminan akan kelestarian semua spesies akan menjadi lebih baik.

Di perairan Majene, Sulawesi Barat, delapan jenis *Hirundichthys oxycephalus* merupakan jenis spesies ikan terbang yang dominan ditangkap (Nur, Ihsan, Fitriah, Wahana, et al., 2022). Ikan terbang jenis *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker, 1853) termasuk salah satu jenis ikan yang memiliki persebaran cukup luas di dunia. Distribusi ikan terbang *Hirundichthys oxycephalus* di dunia meliputi Laut Cina Selatan (Chang et al., 2012), perairan Pasifik barat lepas Kepulauan Ryukyu, Kyushu, Honshu Jepang, Australia, Western Polynesia (Shakhovskoy & Parin, 2013), Pasifik barat laut (Chou et al., 2015), Taiwan (Chang et al., 2012), Brasil (Oliveira et al., 2015), Filipina (Emperua et al., 2017). Khusus di perairan Indonesia, ikan terbang ditemukan perairan Takalar–Sulawesi Selatan (Ali et al., 2004), Selat Makassar–Sulawesi Selatan (Indrayani et al., 2020, 2021), perairan Banten (Harahap & Djamali, 2005), dan perairan Kaimana dan Fak-Fak, Papua (Tuapetel, 2021).

C. Biologi ikan terbang

Berdasarkan Nelson (2016), klasifikasi ikan terbang adalah sebagai berikut.

Kingdom: Animalia

Filum: Chordata

Subfilum: Craniata

Infraclass: Vertebrata

Superkelas: Gnathostomata

Kelas: Osteichthyes

Subkelas: Actinopterygii

Infrakelas: Teleostomorpha

Divisi: Teleostei

Superordo: Acanthopterygii

Ordo: Benoniformes

Subordo: Exocoetinae

Famili: Exocoetidae

Genus: *Parexocoetus*, *Exocoetus*, *Hirundichthys*

Prognichthys, *Cypselurus*, *Cheilopogon*

Ikan terbang dalam bahasa Inggris dikenal dengan *flying fish*. Nama lokal ikan ini berbeda-beda di beberapa daerah di Indonesia, antara lain *tuung-tuung* (Makassar, Mandar), torani (Bugis), *balang-balang* (Bali), *antoni* (Sulawesi Utara), *siloar* (Banten). Morfologi ikan terbang secara umum memiliki bentuk tubuh yang memanjang seperti cerutu, kedua rahangnya hampir sama panjang, kecuali pada ikan terbang muda yang memperlihatkan bentuk rahang bawah yang sedikit lebih panjang. Sirip *pectoral* (sirip dada) memanjang sebagai adaptasi ikan yang digunakan untuk melayang. Sirip ekor bercagak dengan cagak bawah yang lebih panjang. Sisiknya termasuk ke dalam tipe sisik sikloid berukuran relatif besar dan mudah terlepas.

Ikan terbang dikatakan terbang karena mampu melayang di permukaan air selama kurang lebih 10 detik dengan jarak sejauh 100 meter. Tingkah laku yang khas dari ikan terbang ini bertujuan untuk menghindarkan diri dari serangan predator seperti ikan tuna, ikan pedang, dan ikan-ikan buas lainnya. Keberadaan ikan terbang di perairan menjadi sangat penting secara ekologi karena menjadi penyambung mata rantai makanan dengan berbagai jenis ikan lain. Oleh karena itu, penting mengetahui ekobiologi termasuk trofik ekologi dari ikan terbang yang nantinya akan mendukung strategi pengelolaan dan konservasi ikan terbang.

1. Pola Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah pertambahan ukuran panjang atau bobot dalam suatu waktu. Pertumbuhan sangat penting diketahui karena memengaruhi stok ikan di suatu daerah. Dalam studi biologi ikan terdapat satu model yang sering digunakan untuk menghitung pertumbuhan ikan yaitu model yang memanfaatkan data hubungan panjang dan bobot ikan. Informasi mengenai hubungan panjang bobot dan faktor kondisi berguna untuk studi populasi lebih lanjut dan penilaian stok untuk langkah-langkah pengelolaan berkelanjutan spesies ikan pelagis (Mehanna & Farouk, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di perairan Majene pada tahun 2021 pada jenis ikan terbang sayap kuning (*Cheilopogon abei*), ikan terbang sayap hitam (*Cheilopogon nigricans*), dan ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*) tergolong ke dalam tipe pertumbuhan alometrik negatif (minor) ($b < 3$), yaitu memiliki pertambahan panjang tubuh lebih cepat daripada pertambahan bobot tubuhnya. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya dengan spesies yang sama di perairan Binuangen, Banten (Harahap & Djamali, 2005), yang melaporkan bahwa *H. oxycephalus* jantan dan betina menunjukkan pola pertumbuhan alometrik negatif.

Di sisi lain, pola pertumbuhan spesies ikan terbang lainnya adalah *H. coromandalensis* (alometrik positif) di Teluk Benggala dekat Pantai Pulicat (Vinoth & Prabu, 2014), *H. affinis* (alometrik negatif) di perairan pantai timur laut Brasil (Oliveira et al., 2015), dan *Cypselurus poecilopterus* (alometrik positif) di pantai bagian barat Surigao del Norte, Filipina (Gomez, 2020). Tidak menutup kemungkinan bahwa spesies yang sama di daerah perairan yang tidak terbatas dapat menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda ketika ikan ditangkap pada bulan dan musim yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh sifat biologi dan kondisi ekologi perairan yang sangat dinamis. Variasi pertumbuhan juga dapat disebabkan oleh genetik atau lingkungan (Vinoth & Prabu, 2014), kematangan gonad (Harahap & Djamali, 2005), intensitas makan dan perut kenyang, jenis kelamin, penyakit, hormon, kemampuan memanfaatkan makanan,

ketersediaan makanan, kompetisi dalam memanfaatkan ruang, dan suhu perairan (Dahlan et al., 2018).

2. Nisbah Kelamin

Proporsi ikan terbang pada spesies *Hirundichthys oxycephalus* tidak berada dalam keadaan seimbang. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian Hermawati (2015) pada ikan *H. oxycephalus* di perairan Binuangeun, Banten dengan perbandingan 2:1 atau 69% jantan dan 31% betina, kemudian (Armanto, 2012) untuk pada ikan terbang dari spesies *Cheilopogon katoptron* di perairan Pemutaran, Bali yang mendapatkan nisbah kelamin jantan-betina sebesar 1,8:1,0 dan belum memasuki masa pemijahan. Selanjutnya menurut Oliveira et al. (2015), untuk ikan *H. affinis* juga menemukan nisbah kelamin yang tidak seimbang, yaitu 1 untuk jantan dan 1,6 untuk betina. Nisbah kelamin ikan terbang yang seimbang hanya dapat ditemukan pada beberapa lokasi, yaitu ikan terbang *H. affinis* di perairan Barbados (Khokiattiwong et al., 2000), *H. oxycephalus* di Laut Flores dan Selat Makassar (Ali et al., 2004), dan perairan Papua Barat (Tuapetel, 2021).

Beberapa populasi ikan menunjukkan nisbah kelamin yang menyimpang dari 1,00:1,00 disebabkan oleh pengaruh suhu terhadap determinasi kelamin, mortalitas yang selektif terhadap jenis kelamin tertentu, tingkah laku seksual, dan laju pertumbuhan yang berbeda (Dahlan et al., 2018; Pinheiro et al., 2011). Perbedaan laju pertumbuhan antarjenis kelamin dapat menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan proporsi di dalam populasi. Jenis kelamin yang memiliki laju pertumbuhan lebih cepat akan bertumbuh besar sehingga mengurangi predasi, sedangkan kejadian sebaliknya terjadi pada jenis kelamin yang lambat bertumbuh dan akan menjadi santapan bagi predator (Vicentini & Araujo, 2003). Faktor lain yang dapat memengaruhi nisbah kelamin adalah ketersediaan makanan. Ikan betina akan dominan jika makanan melimpah, sebaliknya, ikan jantan akan dominan jika makanan terbatas. Faktor lain yang terjadi pada beberapa populasi ikan adalah proporsi ikan jantan yang menunjukkan dominasi reproduksi seksual dihipotesiskan

dari lingkungan yang mengalami tekanan (Kuljanishvili et al., 2018). Beberapa variabel yang diprediksikan menjadi penentu perbedaan nisbah jenis kelamin pada kelompok ikan adalah dapat terjadi karena kebetulan, kematian selektif, dan pemanenan jenis kelamin tertentu. Selanjutnya, menurut Latuconsina (2020), keseimbangan nisbah kelamin akan menentukan ukuran populasi yang efektif dan memengaruhi keadaan setiap ikan untuk mewarisi variasi genetik ke generasi berikutnya melalui kegiatan reproduksi yang selanjutnya akan menentukan keberlanjutan populasinya di alam liar.

3. Tingkat Kematangan Gonad

Tingkat kematangan gonad adalah tahap-tahap tertentu perkembangan gonad sebelum dan sesudah ikan memijah. Tingkat kematangan gonad (TKG) ikan terbang *H. Oxycephalus* yang ditemukan terdiri atas lima tingkat kematangan, yaitu TKG I (belum berkembang), TKG II (awal perkembangan), TKG III (matang gonad), TKG IV (perkembangan akhir), dan TKG V (memijah). Secara lengkap, TKG ikan terbang yang ditemukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 11.1.

Tabel 11.1 Tingkat Kematangan Gonad Ikan Terbang

TKG	Ovari	Testis
I Ikan muda	Ovari sangat kecil, seperti benang, putih, transparan.	Gonad sangat kecil, seperti benang, putih, transparan.
II Mulai matang	Ovari berbentuk bulat, berwarna kuning muda, butiran telur belum tampak, permukaannya halus.	Testis tebal, pipih, berwarna keputihan, ukuran berapa.
III Matang	Ovari menggelembung, Butiran telur mulai terlihat berupa butiran butiran halus. Kantung telur tebal. Warna kekuningan.	Permukaan gonad tampak makin putih, terdapat garis membujur berwarna hitam di bagian tengah testis. Ukuran testis terlihat menutupi sepertiga dari rongga perut bentuk segitiga.
IV Mijah	Ovari berukuran penuh dari rongga perut. Butiran telur makin jelas. Selaput telur mulai menipis. Warna kekuningan	Testis berukuran penuh dari rongga perut, cairan sperma keluar jika sedikit ditekan, berwarna putih kental.

TKG	Ovari	Testis
V Salin	Ovari mengerut, butiran telur sangat jelas. Selaput telur sangat tipis. Sebagian gonad telah kempes karena telah mengalami oviposisi (mijah). Warna kekuningan.	Testis mengerut atau kempis dan kurang pejal. Berwarna putih seperti susu

4. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad

Ukuran pertama kali matang gonad merupakan salah satu aspek penting dalam biologi ikan terbang. Perkiraan ukuran pada kematangan seksual pertama adalah satu cara mengetahui perkembangan populasi ikan, seperti pendugaan kapan waktu terbaik pemijahan atau sudah selesai pemijahan (Dahlan et al., 2018). Pada penelitian ini, ikan jantan lebih cepat matang gonad dibandingkan dengan ikan betina. Ikan jantan matang gonad pada ukuran 19,94–20,60 mm atau rata-rata 20,27 mm, sedangkan pada ikan betina matang gonad pada ukuran 20,15–20,85 atau rata-rata 20,50 mm. Hal ini menunjukkan bahwa ikan jantan lebih cepat matang gonad dibandingkan ikan betina. Hal yang sama juga diperoleh oleh Tuapetel (2021), yang meneliti ikan terbang dari spesies *Cheilopogon abei* di perairan Selat Geser Seram Timur, Maluku. Kali pertama matang gonad ikan jantan dan betina adalah pada ukuran 210,5 mm dan 214,1 mm FL. Hal yang berbeda ditemukan pada penelitian *Hirundichthys affinis* di Brasil, yaitu betina matang gonad lebih cepat daripada jantan, ukuran pertama kali matang gonad adalah 27,1 cm untuk betina dan 27,3 cm untuk jantan (Oliveira et al., 2015).

Perbedaan ukuran pertama kali mencapai kematangan gonad pada ikan dalam genus yang sama dapat disebabkan oleh perbedaan spesies, wilayah, dan habitat termasuk perbedaan sebaran geografis dan kondisi lingkungan, karakteristik pertumbuhan, serta perbedaan eksploitasi dan kelimpahan masing-masing stok (Faghani Langroudi & Mousavi Sabet, 2018; Faghani-Langroudi et al., 2014). Lappalainen et al. (2016) menyatakan bahwa peningkatan tekanan penangkapan

dapat mengubah karakteristik riwayat hidup, seperti pertumbuhan dan ukuran pertama kali mencapai kematangan gonad. Ukuran pertama kali mencapai kematangan gonad berkaitan dengan pertumbuhan dan pengaruh lingkungan. Sementara itu, menurut Lagler et al. (1977), umur, ukuran, dan kondisi fisiologis, serta faktor lingkungan eksternal, seperti suhu, arus, pasang surut, fase bulan, dan dukungan pemijahan, merupakan faktor-faktor dominan yang memengaruhi awal pertama kali mencapai kematangan gonad.

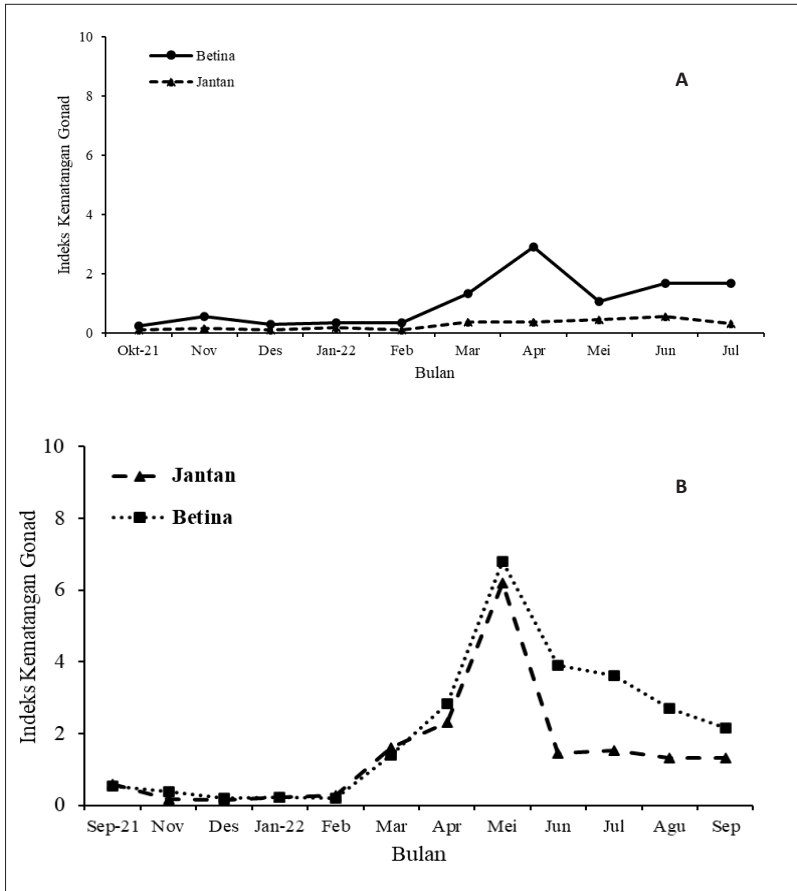
5. Pola Pemijahan

Pola pemijahan ikan terbang termasuk dalam tipe pemijahan *total spawner*, yaitu pemijahan yang terjadi setahun sekali, tetapi dalam waktu yang lama sejak bulan Mei hingga Juli (Ali et al., 2004). Berdasarkan cara pemijahannya, ikan terbang termasuk dalam golongan ikan fitofil, yaitu ikan yang bertelur pada tumbuhan atau benda terapung. Keuntungan yang diperoleh dari pemijahan *total spawner* terkait dengan kelestarian populasi, yaitu ketika ikan terbang yang ditangkap memiliki ukuran yang relatif seragam sehingga memungkinkan kemudahan dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Hal ini berkaitan dengan waktu penangkapan yang diperbolehkan untuk melindungi hasil tangkapan ikan terbang muda, sedangkan kerugian dapat dilihat dari jumlah stok ikan karena pemijahan setahun sekali terancam kegagalan rekrutmen akibat banyak faktor yang memengaruhi, termasuk kematian pasca-pemijahan (Ali, 2019).

6. Musim Pemijahan

Indeks kematangan gonad (IKG) adalah suatu nilai dalam persen yang merupakan hasil dari perbandingan antara bobot gonad dan bobot tubuh ikan tersebut. IKG sangat penting dikarenakan dapat digunakan untuk menentukan musim pemijahan ikan. Gambar 11.2 menunjukkan bahwa periode pemijahan ikan terbang di perairan Majene, Sulawesi Barat, pada spesies *C. abei* dan *H. Oxycephalus* mulai

berlangsung pada bulan Maret hingga Juli dengan puncak tertinggi pada bulan Mei. Hal ini sama dengan pendapat Ali et al. (2004) dan Nessa et al. (1977), yang juga menyimpulkan musim pemijahan ikan terbang di Selat Makassar berlangsung dari bulan Mei sampai September, dengan puncak pemijahannya pada bulan Mei dan Juni.



Keterangan: (A) *Cheilopogon abei* dan (B) *Hirundichthys oxycephalus*

Gambar 11.2 Indeks Kematangan Gonad Ikan Terbang di Perairan Majene

Pemijahan ikan terbang pada periode ini tidak terlepas dari pengaruh musim, khususnya pada musim timur. Taikan air (*upwelling*) kemungkinan memperkaya unsur hara dan makanan yang mendukung daur hidup dan pertumbuhan larva ikan terbang (Ali, 2019). Kelimpahan ikan terbang yang tinggi pada daerah subur menunjukkan bahwa ikan ini mempunyai pilihan pada daerah tertentu untuk melakukan pemijahan (Suwarso et al., 2017) terutama pada daerah yang ada taikan air (Randall et al., 2015). Berdasarkan penelitian ini, perlu dilakukan upaya pembatasan penangkapan pada musim pemijahan agar keberlangsungan ikan terbang tetap terjaga.

Ikan terbang memiliki tipe pemijahan parsial, yaitu dalam satu musim pemijahan ikan terbang memijah lebih dari satu kali, diperkirakan 3–4 kali (Ali et al., 2004). Musim penangkapan di sekitar perairan Takalar (Laut Flores) dimulai antara bulan Januari dan Februari dan berakhir pada bulan Juli. Ikan terbang mengalami perubahan awal musim penangkapan ikan lebih awal, yaitu antara bulan Januari dan Februari dibandingkan awal musim penangkapan ikan sekitar 23 atau 27 tahun yang lalu, yaitu antara bulan April dan Mei. Musim ikan terbang memiliki dua puncak berdasarkan kriteria kelimpahan relatif tertinggi, yaitu Februari pertama sebagai puncak sekunder dan yang kedua antara April–Juni sebagai puncak primer. Perubahan musim yang berlangsung lebih awal diduga karena perubahan lingkungan dan tekanan penangkapan ikan yang berlebihan sehingga terjadi adaptasi biologis yakni pematangan yang lebih cepat sebagai strategi reproduksi untuk menjaga keseimbangan populasi (Ali, 2019).

7. Fekunditas

Salah satu permasalahan ikan terbang adalah pemanfaatan telur yang intensitasnya meningkat dari waktu ke waktu memengaruhi proses rekrutmen larva menjadi stok perikanan terbang karena terjadi penurunan rekrutmen sehingga berdampak pada penurunan stok perikanan. Menurut Ferdiansyah dan Syahailatua (2010), fekunditas

beberapa spesies ikan terbang di Selat Makassar adalah sebagai berikut: *Cheilopogon cyanopterus* berkisar antara 2.704 hingga 7.919 dengan rata-rata 4.291 butir telur, *Hirundichthys oxycephalus* berkisar antara 2.899 hingga 8.862 dengan rata-rata 5.505 butir telur, dan *Parexocoetus mento* berkisar antara 2.898 hingga 9.410 dengan rata-rata 4.596 butir telur.

D. Pemanfaatan Ikan Terbang di Selat Makassar

Ikan terbang memiliki berbagai manfaat yang besar bagi perekonomian masyarakat, baik penangkap maupun masyarakat pengolah. Aktivitas penangkapan telah berlangsung turun-temurun dilakukan masyarakat. Begitu pula dengan aktivitas pengolahan yang telah menjadi usaha turun-temurun yang menjadi sumber penghasilan masyarakat. Berbagai usaha berbasis ikan terbang masih dapat dijumpai pada desa-desa yang merupakan basis penangkapan ikan terbang.

Penangkapan ikan terbang di Selat Makassar menggunakan alat tangkap jaring insang hanyut (*drifting net*) dan telurnya menggunakan alat tangkap rumpun terbuat dari rangkaian daun kelapa yang menjadi tempat melekatnya telur ikan terbang. Pemanfaatan ikan hasil tangkapan adalah dijual dalam keadaan segar, bahan baku industri, dan bahan baku untuk pengolahan ikan terbang, sedangkan telur ikan terbang diekspor ke berbagai negara melalui perusahaan yang berbasis di kawasan industri Makassar.

Kelurahan Mosso di Sulawesi Barat menjadi sentra ikan terbang. Terdapat dua usaha pengolahan masyarakat yang menggantungkan kehidupannya dari ikan terbang, yaitu usaha pengeringan ikan dan usaha pengasapan ikan. Kedua usaha ini masih dilaksanakan secara tradisional. Pengeringan ikan dilakukan dengan cara membelah ikan menjadi dua bagian; mencuci bersih; memberi garam; dan menjemur secara langsung di tempat terbuka (Gambar 11.3). Selanjutnya, untuk pengasapan pertama, ikan dicuci bersih, kemudian diletakkan di atas para-para, kemudian tungku pembakaran dinyalakan menggunakan

sabut kelapa dan kayu lapuk, setelah matang ikan terbang ditiriskan untuk diperjualbelikan (Gambar 11.4). Kedua usaha ini sangat perlu dikembangkan untuk peningkatan ekonomi masyarakat nelayan.



Gambar 11.3 Pengerinan Ikan Terbang di Kelurahan Mosso, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat



Gambar 11.4 Pengasapan Ikan Terbang di Kelurahan Mosso, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

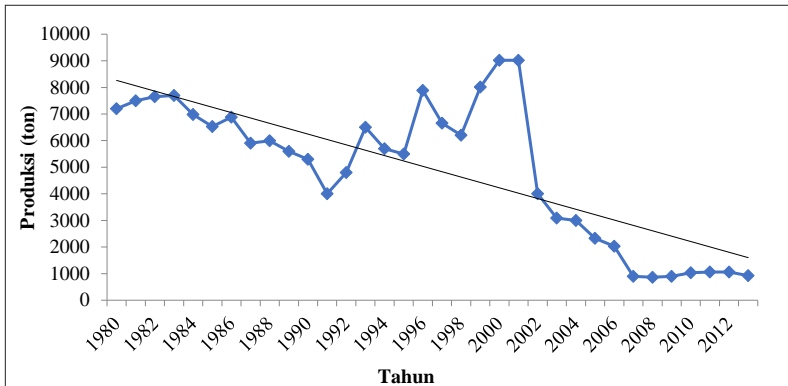
E. Permasalahan Perikanan Ikan Terbang di Selat Makassar

Keberadaan sumber daya ikan terbang di perairan Selat Makassar memiliki nilai sosial ekonomi cukup penting karena menjadi sumber pendapatan utama bagi nelayan dalam usaha penangkapan telur dan ikan terbang, sumber protein pemenuhan nutrisi tubuh masyarakat, lapangan kerja dalam usaha penjualan telur dan ikan terbang, serta usaha pengeringan dan pengasapan ikan (Fitriah et al., 2020).

Permasalahan utama pengelolaan ikan terbang adalah penurunan produksi tangkapan ikan terbang dalam kurang waktu beberapa tahun terakhir. Hasil kajian Kementerian Kelautan dan Perikanan pada Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) 713 yang meliputi Selat Makassar dan Laut Flores sudah masuk kategori *fully-exploited* akibat penangkapan berlebih (*overfishing*). Data produksi ikan terbang sejak periode 1983–2013 menunjukkan kecenderungan penurunan produksi rata-rata per tahunnya, bahkan perbandingan hasil perhitungan *maximum sustainable yield* (MSY) pada periode 1975–1979 dengan 2000–2005 penurunannya mencapai 59,97%. Hasil penelitian Dwiponggo (1982) menyatakan bahwa potensi lestari dari ikan terbang di Selat Makassar dan Laut Flores pada periode Tahun 1975–1979 adalah sebesar 12.293 ton/tahun. Kemudian pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Nessa et al. (1977) pada awal tahun 1990-an menunjukkan hasil bahwa pada periode 1987–1991 telah terjadi penurunan potensi maksimum lestari yang sangat dramatis. Periode tahun 1987–1991, jumlah MSY dari ikan terbang di daerah Selat Makassar dan Laut Flores adalah sebesar 6.066 ton/tahun. Penurunan MSY ikan terbang terus terjadi hingga periode 1991–2002 dengan potensi lestari tersisa adalah sebesar 5.770 ton/tahun (Ali et al., 2004). Hal tersebut menunjukkan penurunan potensi lestari ikan terbang. Salah satu kriteria kategori risiko ancaman kepunahan spesies dapat dilihat dari penurunan secara kuantitatif potensi lestari spesies ikan. Dalam kasus perikanan ikan terbang di Selat Makassar, kriteria penurunan produksi dan stok hingga populasi

50% menjadi sangat mengkhawatirkan dan masuk kategori berbahaya (Tuapetel, 2021).

Selain penurunan potensi lestari, isu penurunan produksi tangkapan menjadi hal serius bagi para pemerhati ikan terbang. Kondisi penurunan produksi tangkapan ini terlihat dari data produksi tangkapan ikan terbang di Selat Makassar sebagaimana tercantum pada Gambar 11.5.

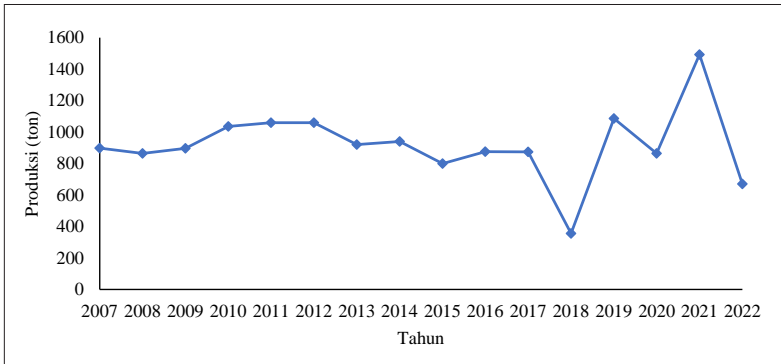


Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKP, 2013).

Gambar 11.5 Grafik Produksi Tangkapan Ikan Terbang di Selat Makassar Tahun 1983–2013

Pada Gambar 11.5 terlihat fluktuasi data penurunan yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 1980, data produksi mencapai 7.200 ton dan meningkat hingga tahun 1983 mencapai 7.700 ton, kemudian menurun drastis selama hampir sepuluh tahun hingga tahun 1992 tersisa 4.800 ton. Memasuki tahun 1993, produksi mulai meningkat menjadi 6.500 ton kemudian mengalami fluktuasi, tetapi meningkat tajam di tahun 2010 hingga 2012 dengan produksi tertinggi sebesar 1.060 ton. Sangat disayangkan, eksploitasi yang terus dilakukan tanpa adanya kontrol menyebabkan sejak saat itu produksi mengalami penurunan sangat tajam hingga tahun 2000 tersisa 4.000 ton. Hal ini terus berlanjut hingga tangkapan terendah pada tahun

2007 sebesar 893 ton dan tahun 2013 sebesar 920 ton. Secara umum, data ini menunjukkan penurunan produksi tangkapan yang sangat drastis yang menjadi perhatian serius dari semua pihak. Selanjutnya, secara khusus data produksi ikan terbang di Provinsi Sulawesi Barat dapat dilihat pada Gambar 11.6.



Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Barat (2023)

Gambar 11.6 Grafik Produksi Tangkapan Ikan Terbang di Provinsi Sulawesi Barat

Berdasarkan Gambar 11.6 produksi tangkapan ikan terbang di Provinsi Sulawesi Barat menunjukkan hasil tangkapan yang berfluktuasi. Pada 2007, total produksi mencapai 894,2 ton, menurun pada tahun 2008 sebesar 864,9 ton, kemudian meningkat kembali pada tahun 2009 dengan 896,5 ton, dan tertinggi pada tahun 2010 dengan 1035,7 ton. Selanjutnya, tahun 2011 terus mengalami penurunan hingga tahun 2018 sebesar 356 ton, kemudian kembali terjadi fluktuasi produksi pada rentang tahun 2019 hingga 2020. Produksi sempat meningkat drastis pada tahun 2021, tetapi pada 2022 kemudian turun kembali menjadi 670 ton. Berdasarkan hal tersebut, rata-rata tangkapan sebesar 918,46 ton dengan tangkapan terendah pada tahun 2018 sebesar 356 ton dan tertinggi pada tahun 2021 sebesar 1.493 ton. Pada tahun 2022, jumlah ikan terbang kembali menurun drastis hingga produksi hanya mencapai 670 ton. Penurunan hasil tangkapan

di tahun 2018 disebabkan kondisi cuaca yang ekstrem di periode musim melimpahnya ikan terbang. Kemudian, pada tahun 2021 juga angka produksi cukup tinggi diperkirakan disebabkan oleh adanya produksi ikan terbang dari wilayah lain, terutama dari Parepare, Sulawesi Barat, yang terdata. Hal ini diketahui dari wawancara dengan pihak terkait serta diperkuat dengan keterangan masyarakat yang juga pada tahun itu tidak banyak mendapatkan ikan terbang. Walaupun demikian, indikasi penurunan populasi ikan terbang dirasakan sangat besar pada tahun 2022 dan tahun 2023 ini. Informasi dari nelayan penangkap ikan terbang di Kabupaten Majene (Sulawesi Barat), makin menurunnya populasi ikan terbang di laut dibuktikan dengan makin sulitnya nelayan mendapatkan hasil tangkapan yang melimpah, baik ikan maupun telur, sejak periode bulan April hingga Agustus, bahkan jumlah nelayan yang menangkap sangat sedikit. Banyak nelayan penangkap ikan terbang yang beralih profesi menjadi nelayan penangkap cumi-cumi.

Penurunan drastis hasil tangkapan ini berdampak pada penurunan pendapatan nelayan dan masyarakat pengolah. Kelompok pengolahan ikan berbasis ikan terbang di sentra ikan terbang Kelurahan Mosso, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat, harus berebut dengan masyarakat untuk mendapatkan bahan baku untuk usaha pengeringan dan pengasapan mereka. Hal ini kemudian berdampak pada menurunnya produksi ikan kering dan ikan asap di unit usaha masyarakat tersebut.

Tingginya eksploitasi yang berlangsung di perairan Selat Makassar (Gambar 11.5 dan 11.6) telah nyata menyebabkan penurunan stok ikan terbang. Penurunan stok tersebut juga dirasakan langsung oleh masyarakat, seperti makin jauhnya lokasi penangkapan dan makin sulitnya menangkap ikan dalam jumlah yang melimpah. Fakta lainnya adalah ukuran ikan terbang yang tertangkap juga makin kecil. Hasil penelitian Nur, Ihsan, Fitriah, Wahana, et al. (2022) di perairan Majene menemukan jenis ikan terbang dari spesies *Cheilopogon spilopterus* memiliki ukuran panjang terbesar dengan rata-rata 237 mm, kemudian diikuti *Hirundichthys oxycephalus* dan *Cheilopogon abei* dengan rata-rata 192 mm, *Cypselurus poecilopterus* dengan

rata-rata 178 mm, *Cheilopogon cyanopterus*, *Cheilopogon intermedius*, *Cheilopogon nigricans* masing masing dengan rata-rata 172 mm, dan terakhir *Parexocoetus mento* dengan rata-rata 115 mm. Ukuran tersebut lebih kecil daripada jenis ikan terbang di perairan lain di Indonesia yang pernah dilaporkan sebelumnya. Jenis *Cheilopogon spilopterus* yang tertangkap di Laut Flores yang memiliki panjang rata-rata 200 mm (Syahailatua, 2006), *Hirundichthys oxycephalus* di Laut Seram memiliki kisaran panjang total 187,1–281,1 mm, *Cheilopogon abei* pada kisaran panjang 182,6–243,3 mm (Tuapetel, 2021), dan *H. oxycephalus* di perairan Binuangeun, Banten, memiliki kisaran panjang 214,5– 78,5 mm (Harahap & Djarnali, 2005). Perbedaan ukuran ikan yang tertangkap ini dapat disebabkan perbedaan dalam aktivitas penangkapan, seperti alat tangkap yang digunakan, musim penangkapan, kondisi lingkungan, dan tingkat eksploitasi di suatu perairan. Hal ini juga ditambahkan oleh King (1995) yang menyatakan bahwa spesies yang dieksploitasi berlebih akan berdampak pada tereduksinya ikan-ikan dewasa karena ditangkap sebelum sempat melakukan pemijahan. Kondisi ini akan berdampak pada keberlanjutan sumber daya ikan terbang.

F. Strategi Pengelolaan Ikan Terbang di Selat Makassar

Pemanfaatan sumber daya ikan terbang melalui aktivitas penangkapan di perairan Selat Makassar dianggap masih berorientasi pada cara nelayan—baik penangkap ikan terbang maupun telur ikan terbang, mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya melalui penangkapan yang sebanyak-banyaknya, tanpa memikirkan dampak terhadap keberlanjutan sumber daya ikan terbang tersebut ke depannya. Peningkatan kebutuhan ekspor ikan dan telur ikan terbang menyebabkan tingginya tekanan pemanfaatan sumber daya ikan terbang yang menyebabkan terjadinya tangkap lebih (*overfishing*) dan penurunan hasil tangkapan ikan di Selat Makassar. Oleh karena

itu, hal ini menjadi tantangan dan diperlukan upaya dan strategi pengelolaan yang tepat agar keberlanjutan ikan terbang tetap lestari.

1. Pengaturan Ukuran Mata Jaring

Kondisi perikanan ikan terbang di perairan Selat Makassar saat ini ada kecenderungan bahwa sumber daya ikan terbang ukurannya makin kecil, jumlah produksi ikan hasil tangkapan nelayan juga makin berkurang, dan daerah penangkapan makin jauh dari pantai. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya nelayan tidak memperhatikan ukuran mata jaring yang seharusnya digunakan. Nelayan berusaha agar hasil tangkapan selalu melimpah tanpa mempertimbangkan aspek keberlanjutannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan penggunaan mata jaring yang sesuai, dengan tujuan untuk memberikan kesempatan ikan tersebut untuk bereproduksi agar tidak mengganggu proses perkembangbiakan yang dapat membahayakan kelestarian sumber daya ikan terbang.

Kegiatan penangkapan ikan terbang yang selama ini dilakukan oleh masyarakat nelayan, khususnya di perairan Majene, umumnya masih menggunakan jaring insang hanyut dengan ukuran mata jaring yang bervariasi 0,5; 1; sampai 1,25 inci yang sangat intensif terhadap ikan terbang setiap musim penangkapan. Sementara itu, ukuran pertama kali matang gonad L50 (11,92 cm) dan Lm (13,59 cm) untuk mata jaring 1 inci lebih kecil dari panjang pertama kali matang, dalam hal ini sebagian besar hasil tangkapan ikan masih yuwana (Palo, 2017). Oleh karena itu, ukuran mata jaring yang digunakan harus lebih besar daripada ukuran ikan pertama kali matang gonad. Untuk menjaga keberlangsungan dan keberlanjutan ikan terbang, nelayan harus menambah ukuran mata jaring dari 1 inci menjadi 1,25 inci. Menurut Mosse & Hutubessy (1996), ikan-ikan yang ditangkap sebaiknya ikan yang lebih besar dari ukuran Lm ($L_c > L_m$) sehingga ikan yang tertangkap sedikitnya telah mengalami satu kali pemijahan agar dapat menjaga kelestarian sumber daya perikanan.

2. Penutupan Penangkapan pada Musim Pemijahan

Penutupan penangkapan musim pemijahan ikan terbang dapat menjadi salah satu opsi pengelolaan. Secara umum, ikan terbang di perairan Selat Makassar mulai memijah pada bulan Februari hingga Maret dengan puncak pemijahan berlangsung pada bulan Juni–Juli (musim timur) dan berakhir pada bulan September–Oktober. Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan pada 2021 hingga 2022 yang menunjukkan bahwa periode pemijahan ikan terbang di perairan Majene, Sulawesi Barat, pada spesies yang dieksploitasi atau banyak tertangkap, yaitu *C. abei* dan *H. Oxycephalus*, mulai berlangsung pada bulan Maret hingga Juli dengan puncak tertinggi pada bulan Mei. Hal ini sama dengan pendapat Ali et al. (2004); Nessa et al. (1977), yang juga menyimpulkan musim pemijahan ikan terbang di Selat Makassar berlangsung dari bulan Mei sampai September, dengan puncak pemijahannya pada bulan Mei dan Juni.

Informasi terkait musim pemijahan tersebut menjadi dasar untuk dapat dilakukan pengaturan penutupan musim penangkapan. Menurut Palo et al. (2017), sebaiknya kegiatan penangkapan ikan terbang tidak dilakukan pada saat ikan terbang memijah untuk memberikan kesempatan ikan terbang untuk memijah sehingga mencegah penurunan stok ikan terbang.

Penutupan musim pemijahan merupakan salah satu opsi pengelolaan yang dapat diambil dengan tujuan untuk meningkatkan kelimpahan dengan melindungi ikan terbang dari penangkapan atau dengan melindungi induk (*broodfish*) selama aktivitas pemijahan. Penerapan musim tertutup adalah tindakan yang bijak karena merupakan upaya konservasi memberikan perlindungan kepada ikan terbang untuk dapat melakukan pemijahan terlebih dahulu sebelum dilakukan penangkapan sehingga keberlanjutannya dapat berkesinambungan. Ikan terbang dapat melakukan rekrutmen dengan maksimal, pemulihan stok dengan baik, telur-telur ikan terbang dapat menetas dan berkembang tanpa adanya gangguan dari manusia. Ikan terbang yang dibiarkan hidup sampai memijah satu kali memberikan jaminan stok ikan terbang. Selain itu, kebijakan ini memiliki efek

ekonomi yang menguntungkan menyangkut pengelolaan perikanan ikan terbang. Penangkapan setelah musim pemijahan dapat memberikan ukuran ikan yang lebih besar sehingga memiliki harga yang cukup tinggi.

Penutupan area dan musim penangkapan telah secara luas digunakan sebagai alat manajemen perikanan dan manfaatnya telah banyak didokumentasikan. Sebagai contoh adalah implementasi penutupan area dan musim penangkapan untuk pengelolaan perikanan udang di Laut Arafura (Wijopriono et al., 2019). Selanjutnya, contoh yang lain adalah penetapan zona potensial penangkapan ikan berdasarkan musim penangkapan di WPPNRI 718 yang merupakan langkah awal (*pilot project*) dalam pengelolaan daerah penangkapan ikan berbasis spasial untuk zona potensial penangkapan ikan (ZPPI) di Laut Aru, Laut Arafura, dan Laut Timor bagian timur (Tambun et al., 2018).

Penutupan musim penangkapan di Laut Arafura dimaksudkan untuk meningkatkan potensi pemijahan stok udang dengan menutup perikanan selama periode rekrutmen atau selama periode pemijahan (Wijopriono et al., 2019). Lebih lanjut dijelaskan bahwa dalam status tangkap yang tinggi, lebih banyak diterapkan strategi penutupan musim pada periode pemijahan dan masa perekrutan untuk melindungi induk dan juvenil udang. Dari data biologi, runtu kehidupan, dan pola penangkapan udang, diperoleh dua pilihan strategi, yaitu penutupan sepanjang tahun area penangkapan di sisi barat laut Arafura yang diketahui sebagai habitat pemijahan udang, atau menghentikan seluruh kegiatan pengoperasian pukat udang dan pukat ikan di Laut Arafura pada musim puncak pemijahan, yaitu periode Februari dan Agustus–September. Keputusan pemilihan kedua strategi tersebut memiliki konsekuensi yang berbeda dari sisi biologi, ekonomi, dan sosial. Penutupan musim akan efektif jika disertai tindakan lain, seperti kontrol tangkapan dan pembatasan jumlah armada/alat tangkap serta kebijakan teknis lainnya seperti kewajiban penggunaan *by-catch reduction device* (BRD) pada pukat udang dan ikan, penempatan observer di atas kapal, kewajiban

penggunaan peralatan *vessel monitoring system* (VMS), dan sistem pelaporannya (Wijopriyono et al., 2019).

Dalam kasus ikan terbang, demikian dalam penutupan musim ini, juga terdapat hal yang harus dikorbankan, seperti terputusnya mata pencaharian nelayan penangkap ikan dan telur ikan terbang. Namun, dengan kondisi tersebut, para *stakeholder* tetap harus sepakat mendukung dan mempertahankan kebijakan penutupan musim penangkapan. Kebijakan ini harus dibuat dengan melibatkan seluruh pihak terkait sehingga tidak menimbulkan konflik dan permasalahan.

3. Pengaturan Alokasi Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Terbang

Perlu dipahami secara bersama bahwa sumber daya perikanan bukanlah sumber daya yang tidak dapat habis, melainkan sangat terbatas dan dapat habis secara signifikan jika pemanfaatannya tidak dilakukan secara hati-hati. Konsep-konsep ini muncul karena kebutuhan untuk mengelola perikanan secara berkelanjutan sebagai sumber daya “milik bersama” dan berbagi manfaatnya di antara masyarakat.

Hak pemanfaatan sumber daya ikan terbang adalah bentuk akses yang diberikan oleh pemerintah dengan membatasi akses dan alokasi (hak penangkapan ikan) berdasarkan pemahaman tentang karakteristik dan kebutuhan. Pemerintah, sebagai pengelola perikanan atas nama masyarakat, harus dapat menentukan sifat akses dan alokasi ikan terbang sebagai pengaturan pengelolaan perikanan. Selanjutnya, pemerintah juga harus memastikan pengaturan akses dan alokasi yang dibuat tersebut telah sesuai undang-undang, pembagian akses yang adil dan merata, dan maksimalisasi manfaat bagi masyarakat dari penggunaan sumber daya ikan.

Pengaturan alokasi pemanfaatan sumber daya ikan terbang yang didapat dilakukan di antaranya dengan pengaturan jumlah telur ikan terbang yang boleh diambil, penentuan jumlah tangkapan yang diperbolehkan, berapa ikan yang boleh ditangkap antarnelayan dalam

satu kelompok, antarkelompok nelayan yang berbeda, antarnelayan lokal dan nelayan pendatang dari tempat lain, atau antara nelayan yang berbeda alat tangkap dan metode penangkapan ikan. Selain itu juga penetapan alokasi pemanfaatan ikan terbang dan telur ikan terbang setiap daerah penangkapan serta penataan perizinan kapal penangkapan ikan dengan target ikan terbang, dengan ukuran di bawah 30 GT.

4. Pembentukan Sistem Informasi Perikanan Ikan Terbang

Sistem informasi perikanan ikan terbang perlu dibuat untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya ikan terbang dan habitatnya secara berkelanjutan. Sistem informasi ini akan memberikan evaluasi terhadap tingkat pemanfaatan ikan terbang dan telur ikan terbang serta pendataan perdagangan telur ikan terbang, khususnya di Selat Makassar.

Sistem manajemen informasi perikanan ikan terbang dibuat dengan sistem berbasis web terintegrasi yang terdiri dari serangkaian modul terintegrasi yang mengumpulkan, menyimpan, dan menampilkan semua informasi perikanan sehingga memberikan keunggulan kompetitif yang unik dibandingkan sistem manajemen informasi perikanan lainnya.

Dalam mendukung pembentukan sistem informasi perikanan ikan terbang diperlukan beberapa informasi penting, salah satunya terkait dengan pemetaan daerah potensial penangkapan ikan terbang berbasis sistem informasi geografis di perairan Sulawesi Barat. Berdasarkan penelitian yang telah kami lakukan pada bulan September–Oktober 2022 di perairan Sulawesi Barat dengan *fishing base* terletak di perairan Kabupaten Majene menunjukkan bahwa klorofil-a, salinitas, dan suhu permukaan laut secara bersama-sama memberikan pengaruh terhadap hasil tangkapan ikan terbang di perairan Sulawesi Barat, tetapi secara parsial hanya parameter suhu yang memberikan pengaruh nyata terhadap hasil tangkapan. Daerah

yang diprediksi sebagai zona potensial penangkapan berdasarkan sebaran klorofil-a berada pada titik kisaran antara $116^{\circ}36'6,847''$ – $118^{\circ}21'19,138''$ BT dan $2^{\circ}6'1,771''$ – $3^{\circ}51'53,759''$ LS (September) serta $116^{\circ}34'7,748''$ – $118^{\circ}3'27,238''$ BT dan $2^{\circ}33'9,468''$ – $3^{\circ}52'33,460''$ LS (Oktober). Untuk zona potensial penangkapan berdasarkan sebaran salinitas berada pada hampir seluruh perairan, kecuali pada titik $117^{\circ}17'24,932''$ – $118^{\circ}52'7,417''$ BT dan $2^{\circ}23'49,193''$ – $3^{\circ}52'42,474''$ LS (September) serta $117^{\circ}59'12,847''$ – $118^{\circ}25'8,386''$ BT dan $2^{\circ}43'23,786''$ – $3^{\circ}23'4,715''$ LS (Oktober). Sementara itu, daerah yang diprediksi sebagai zona potensial penangkapan berdasarkan sebaran suhu permukaan laut berada pada titik antara $117^{\circ}45'30,787''$ – $118^{\circ}58'47,309''$ BT dan $0^{\circ}15'7,438''$ – $2^{\circ}32'3,437''$ LS (September) serta $118^{\circ}2'24,485''$ – $119^{\circ}18'1,397''$ BT dan $0^{\circ}14'39,959''$ – $3^{\circ}53'34,570''$ LS (Oktober).

5. Perbaikan Kelembagaan Ikan Terbang

Secara nasional, kebijakan pengelolaan perikanan ditetapkan oleh pemerintah, dalam hal ini Kementerian Kelautan dan Perikanan, termasuk oleh pemerintah provinsi, sesuai dengan kewenangannya berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 23/Permen-KP/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Secara umum, *stakeholder* yang terlibat dalam RPP Ikan Terbang di WPPNRI (Rencana Pengelolaan Perikanan, 2016) berdasarkan hasil analisis dibagi menjadi dua kelompok, yaitu upaya penegakan hukum di bidang perikanan, pemerintah daerah, dan kelompok ilmiah. Berikutnya adalah lembaga swadaya masyarakat termasuk nelayan yang bertindak sebagai pengolah hasil perikanan tradisional; pelaku utama dalam mendukung RPP, industri perikanan: industri pengolahan ikan, asosiasi perusahaan, mitra provinsi dan pemerintah; tokoh adat dan mitra kerja sama.

Selama ini kelembagaan ikan terbang di Selat Makassar telah terbentuk, tetapi belum dirasakan keberadaannya. Kelembagaan

perikanan ikan terbang perlu dimanfaatkan keberadaannya, khususnya dalam menyusun strategis kebijakan pengelolaan ikan terbang yang berkelanjutan.

D. Penutup

Ikan terbang telah mengalami penurunan produksi tangkapan yang cukup drastis di Selat Makassar. Tingginya eksploitasi yang berlangsung di perairan Selat Makassar telah menyebabkan penurunan stok ikan terbang. Penurunan stok tersebut ditandai dengan makin jauhnya lokasi penangkapan, makin sulitnya menangkap ikan dalam jumlah yang melimpah, dan ukuran panjang rata-rata ikan yang makin menurun dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan ikan terbang di Selat Makassar, pengaturan mata jaring, penutupan penangkapan pada musim pemijahan, pengaturan alokasi pemanfaatan sumber daya ikan terbang, pembentukan sistem informasi perikanan ikan terbang, dan perbaikan kelembagaan ikan terbang.

Referensi

- Ali, S. A. (2019). Maturity and spawning of flying fish (*Hirundichthys oxycephalus* Bleeker, 1852) in Makassar strait, South Sulawesi. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 253, 012012). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/253/1/012012>
- Ali, S. A., Nessa, M. N., Djawad, I., Bin, S., & Omar, A. (2004). Musim dan kelimpahan ikan terbang (Exocoetidae) di sekitar Kabupaten Takalar (Laut Flores) Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Torani*, 3(14), 165–172. <https://core.ac.uk/download/pdf/25489504.pdf>
- Armanto, D. (2012). *Analisis aspek biologi ikan terbang (Cheilopogon katoptron) Bleeker, 1865, di perairan Pemuteran, Bali Barat*. Universitas Indonesia. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20297684&lokasi=lokal>

- Chang, C. W., Lin, C. H., Chen, Y. S., Chen, M. H., & Chang, S. K. (2012). Age validation, growth estimation and cohort dynamics of the bony flying fish *hirundichthys oxycephalus* off eastern Taiwan. *Aquatic Biology*, 15(3), 251–260. <https://doi.org/10.3354/ab00425>
- Chou, C. E., Liao, T. Y., Chang, H. W., & Chang, S. K. (2015). Population structure of *hirundichthys oxycephalus* in the northwestern pacific inferred from mitochondrial cytochrome oxidase I gene. *Zoological Studies*, 54. <https://doi.org/10.1186/s40555-014-0085-4>
- Churnside, J., Wells, R. D., Boswell, K., Quinlan, J., Marchbanks, R., McCarty, B., & Sutton, T. (2017). Surveying the distribution and abundance of flying fishes and other epipelagics in the northern gulf of Mexico using airborne lidar. *Bulletin of Marine Science*, 93(2), 591–609. <https://doi.org/10.5343/bms.2016.1039>
- Dahlan, Muh. A., Yunus, B., & Umar, M. T. (2018). Nisbah kelamin dan tingkat kematangan gonad ikan tongkol lisong (*Auxis Rochei*, Risso 1810) di Perairan Majene Sulawesi Barat. *Jurnal SAINTEK Peternakan dan Perikanan*, 2(1), 15–21. <https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/saintek/article/view/686/357>
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Barat. (2023). *Produksi ikan terbang di Provinsi Sulawesi Barat*.
- Dwiponggo, A. (1983). *Pengkajian sumber daya perikanan dan tingkat pengusahaannya di perairan Sulawesi Selatan* [Laporan Penelitian Perikanan Laut No. 24]. Balai Penelitian Perikanan Laut, Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Departemen Pertanian.
- Emperua, L. L., Muallil, R. N., Donia, E. A., Pechon, R. R., & Balonos, T. A. (2017). Relative abundance of flying fish gillnet fisheries in Maitum, Sarangani province. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(5), 438–442. <https://www.fisheriesjournal.com/archives/2017/vol5issue5/PartF/5-4-68-384.pdf>
- Faghani Langroudi, H., & Mousavi Sabet, H. (2018). Reproductive biology of lotak, *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae), from the Tigris River drainage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17(2), 288–299. <https://doi.org/10.22092/IJFS.2018.115479>

- Faghani-Langroudi, H. Esmailpour- Chokami, H , Eslamkhah- Taghizad, M., Rohani-Rad, M., & Mousavi-Sabet, H. (2014). Length-weight and length-length relationships of *Cyprinion macrostomum* from the Tigris River drainage. *AACL Bioflux*, 7(4), 235–240. <http://www.bioflux.com.ro/aacl>
- Ferdiansyah, F., & Syahailatua. (2010). Fekunditas dan diameter telur ikan terbang di perairan Selat Makassar dan utara Bali. *Bawal*, 3(3), 191–197. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal/article/view/3643>
- Fitriah, R., Nur, M., Ihsan, M. N., Apriansyah, A., Arbit, N. I. S., Jufri, A., Tenriware, T., & Athirah, A. (2020). Program kemitraan masyarakat melalui penerapan teknologi pengasapan ikan terbang di Kelurahan Mosso, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 611. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i1.3356>
- Froese, & Pauly. (2023, 11 Mei). Flying fish. *FishBase*. <https://www.semanticscholar.org/paper/FishBase.-World-Wide-Web-electronic-publication.-Froese-Pauly/3ee244ff8d5720d7dbe2de41e36e1a817872dee4>
- Gomez. (2020). Length-weight relationship of yellow-wing Flyingfish, *Cypselurus poecilopterus* (Valenciennes) in the Western Coast of Surigao del Norte, Philippines. *International Journal of Biosciences*. 17(3), 7–12.
- Harahap, T., & Djamali, A. (2005). Pertumbuhan ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*) di perairan Binuangeun, Banten. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(2), 49–54. <https://www.neliti.com/publications/274251/pertumbuhan-ikan-terbang-hirundichthys-oxycephalus-di-ferairan-binuangeun-banten>
- Hermawati, L. (2015). *Aspek biologi reproduksi ikan terbang (Hirundichthys oxycephalus) di perairan Binuangeun, Kecamatan Malimping, Kabupaten Lebak Banten*. Institut Pertanian Bogor.
- Herranz, B., Tovar, C. A., Borderias, A. J., & Moreno, H. M. (2013). Effect of high-pressure and/or microbial transglutaminase on physicochemical, rheological and microstructural properties

- of flying fish surimi. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.08.010>
- Hutomo, M. Burhanuddin, & S. Martosewojo. (1985). *Sumber daya ikan terbang*. LIPI.
- Indrayani, I., Findra, M. N., Jufri, A., Hidayat, H., Pariakan, A., Syaikh, O. J., & Al-Khidhir, M. (2021). Genetic variations of cheilopogon nigricans in the Makassar strait, Indonesia. *Indo Pac J Ocean Life*, 5(1). <https://doi.org/10.13057/oceanlife/o050104>
- Indrayani, Sambah, A. B., Kurniawan, A., Pariakan, A., Jufri, A., & Wiadnya, D. G. R. (2020). Determination spesies flying fishes (exocoetidae) in Makassar strait. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441(1). (Vol. 441, 012110). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012110>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2013). *Statistik perikanan tangkap Kementerian Kelautan dan Perikanan: Produksi ikan terbang di Selat Makassar*.
- Khokiattiwong, S., Mahon, R., & Hunte, W. (2000). Seasonal abundance and reproduction of the fourwing flyingfish, *Hirundicthys affinis*, off Barbodes. *Environmental Biology of Fishes*, 59, 43–60. <https://link.springer.com/article/10.1023/a:1007647918255>
- King. (1995). *Fisheries biology, assessment, and management*. Fishing News Books. https://books.google.co.id/books/about/Fisheries_Biology.html?id=gf4QNQAACAAJ&redir_esc=y
- Kuljanishvili, T., Mumladze, L., Kalous, L., & Japoshvili, B. (2018). Fish species composition, sex ratio and growth parameters in Saghamo Lake (Southern Georgia). *Biologia*, 73(1), 93–100. <https://doi.org/10.2478/s11756-018-0012-y>
- Lagler, K., Bardach, J., Miller, R., & Passino, D. (1977). *Ichthyology* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Lappalainen, A., Saks, L., Šuštar, M., Heikinheimo, O., Jürgens, K., Kokkonen, E., Kurkilahti, M., Verliin, A., & Vetemaa, M. (2016). Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pikeperch (*Sander lucioperca*) stocks in the

- northern Baltic Sea. *Fisheries Research*, 174, 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.08.013>
- Latuconsina, H. (2020). *Ekologi ikan perairan tropis: Biodiversitas, adaptasi, ancaman, dan pengelolaannya*. UGM Press. <https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/perikanan/ekologi-ikan-perairan-tropis-biodiversitas-adaptasi-ancaman-dan-pengelolaannya>
- Mehanna, S. F., & Farouk, A. E. (2021). Length-weight relationship of 60 fish species from the eastern mediterranean sea, egypt (GFCM-GSA 26). *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.625422>
- Moreno, H. M., Bargiela, V., Tovar, C. A., Cando, D., Borderias, A. J., & Herranz, B. (2015). High pressure applied to frozen flying fish (*Parexocoetus brachyterus*) surimi: Effect on physicochemical and rheological properties of gels. *Food Hydrocolloids*, 48, 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.029>
- Mosse, J., & Hutubessy. (1996). Umur, pertumbuhan, dan ukuran pertama kali matang gonad ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dari perairan Pulau Ambon dan sekitarnya. *Jurnal Sains dan Teknologi Universitas Patimura*, 1(1), 2–13.
- Muhammad, S., Mallawa, A., & Zainuddin, M. (2018). Analisis daerah penangkapan dan pola pergerakan ikan terbang di perairan utara Majene. *Jurnal IPTEKS PSP*, 5(9), 26–40. https://www.researchgate.net/publication/368074468_ANALISIS_DAERAH_PENANGKAPAN_DAN_POLA_PERGERAKAN_IKAN_TERBANG_DI_PERAIRAN_UTARA_MAJENE
- Nelson. (2016). *Fishes of the world* (5th Edition). John Wiley and Sons. <https://www.wiley.com/en-us/Fishes+of+the+World%2C+5th+Edition-p-9781118342336>
- Nessa, M., Ali, S., & Rustam. (1977). Studi pendahuluan terhadap perikanan ikan terbang di Selat Makassar. *Buletin Peternakan dan Perikanan*, 8(13), 643–669.
- Nur, M., Ihsan, M. M. N., Fitriah, R., Wahana, S., Tenriware, & Nasyrah, A. F. A. (2022). Keragaman jenis dan struktur ukuran

- ikan terbang (Famili Exocoetidae) di perairan Majene, Sulawesi Barat. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Ikan XI*, (160–168). Masyarakat Ikhtiologi Indonesia. <https://doi.org/10.32491/Semnasikan-MII-2022-p.160-168>
- Nur, M., Ihsan, M. N., Fitriah, R., Nasyrah, A. F. A., & Tenriware. (2022). Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan terbang sayap kuning (*Cheilopogon abei* Parin, 1996) di perairan Majene, Sulawesi Barat. *Jurnal Airaha*, 11(01), 124–130.
- Oliveira, M., Carvalho, M., Silva, N., Yamamoto, M., & Chellappa, S. (2015). Reproductive aspects of the flyingfish, *Hirundichthys affinis* from the northeastern coastal waters of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(1), 198–207. https://r.search.yahoo.com/_ylt=Awr90aXU02ZIGcQDs5BXNyoA;_ylu=Y29sbWNNcTEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1701266517/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2f25945638%2f/RK=2/RS=tkbbPh24j1a50rNSsFWP4YxJECg-
- Palo, M., Farhum, A., & Najamuddin. (2017). Analisis hasil tangkapan jaring insang pada penangkapan ikan terbang (Exocoetidae) di perairan pantai barat Majene Selat Makassar. *Agrokompleks*, 16(1), 46–51. <https://ppnp.e-journal.id/agrokompleks/article/view/179>
- Pinheiro, Hazin, F., Oliveira, P., Carvalho, F., & Rêgo. (2011). The reproductive biology of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) caught in the São Pedro and São Paulo Archipelago. *Braz. J. Biol*, 71(1).
- Randall, L. L., Smith, B. L., Cowan, J. H., & Rooker, J. R. (2015). Habitat characteristics of bluntnose flyingfish *Prognichthys occidentalis* (Actinopterygii, Exocoetidae), across mesoscale features in the Gulf of Mexico. *Hydrobiologia*, 749(1), 97–111. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2151-7>
- Rehatta, B. M., Kamal, M. M., Boer, M., Fahrudin, A., Zairion, & Ninef, J. S. R. (2021). Growth, mortality, recruitment pattern, and exploitation rate of shared stock flying fish (Exocoetidae) at

- border area of Indonesia and Timor Leste in ombai strait. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 744, 012062). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012062>
- Rencana Pengelolaan Perikanan Ikan Terbang di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia, Pub. L. No. Nomor 69/Kepmen-KP/2016 (2016).
- Shakhovskoy, I. B., & Parin, N. V. (2013). A review of flying fishes of the subgenus *Hirundichthys* (Genus *Hirundichthys*, Exocoetidae). 1. Oceanic species: *H. speculiger*, *H. indicus* sp. nova. *Journal of Ichthyology*, 53(2), 117–145. <https://doi.org/10.1134/S003294521301013X>
- Suwarso, S., Zamroni, A., & Wijopriyono, W. (2017). Eksploitasi sumber daya ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*, famili Exocoetidae) di perairan Papua Barat: pendekatan riset dan pengelolaan. *Bawal*, 83–91. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal/article/view/3768>
- Syahailatua, A. (2006). Perikanan ikan terbang di Indonesia: Riset menuju pengelolaan. *Oseana*, 31(3), 21–31. www.oseanografi.lipi.go.id
- Tambun, R., Simbolon, D., Wahju, R., & Supartono. (2018). Zona potensial penangkapan ikan berdasarkan musim di WPPNRI 718. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 757–768. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21182>
- Tuapetel, F. (2021). Reproduction biology of Abe's flyingfish, *Cheilopogon abei* Parin n, 1996 in Geser East Seram Strait waters. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(2), 167–184. <https://doi.org/10.32491/jii.v21i2.555>
- Vicentini, R. N., & Araujo, F. G. (2003). Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba Bay, Rio De Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 559566.
- Vinoth, A., & Prabu, R. (2014). Length weight relationship and condition factor of *Hirundichthys coromandelensis* (flying fish)

in bay of bengal near pulicat coast. *International Journal of Information Research and Review*, 1(11), 162–164. <https://www.ijirr.com/sites/default/files/issues-pdf/0131.pdf>

Wijopriono, W., Wiadnyana, N. N., Dharmadi, D., & Suman, A. (2019). Implementasi penutupan area dan musim penangkapan untuk pengelolaan perikanan udang di Laut Arafura. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 11(1), 11. <https://doi.org/10.15578/jkpi.11.1.2019.11-21>



BAB 12

Restorasi Ekosistem Terumbu Karang Berbasis Inovasi Teknologi Pemanfaatan Limbah Batu Bara

Ruly Isfatul Khasanah, Endang Yuli Herawati, Yudatomo Tri Nugroho, Erry Nabil

A. Dari Limbah Abu Menjadi Terumbu Karang Baru

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem perairan tropik yang sangat produktif (Wilkinson, 2008). Komponen biota terpenting yang mendominasi pada ekosistem ini adalah hewan karang yang tergolong ke dalam ordo Scleractinia yang memiliki kerangka yang terbuat dari kapur (Nybakken, 1992). Peran ekologis yang dimainkan terumbu karang adalah sebagai daerah penyedia makanan, daerah asuhan, daerah pertumbuhan, dan daerah perlindungan bagi biota-biota yang berasosiasi dengan terumbu karang serta sebagai penyimpan karbon (Simarangkair et al., 2015). Terumbu karang memiliki

R.I. Khasanah*, E.Y. Herawati, Y.T. Nugroho, & E. Nabil.

*Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, *e-mail*: ulick.isfatul@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Khasanah, R. I., Herawati, E. Y., Nugroho, Y. T., & Nabil, E. (2023). Restorasi ekosistem terumbu karang berbasis inovasi teknologi pemanfaatan limbah batu bara. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (423–464). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c763 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

keunikan simbiosis, yaitu antara hewan karang dan *zooxanthella* yang mampu menyerap karbon untuk proses fotosintesis dan menghasilkan oksigen (Patty & Simon, 2015). Selain itu, terumbu karang juga sangat berpotensi menyimpan karbon di dalam kerangkanya (Muzaki, 2019).

McManus (2001) mengatakan bahwa laut menyerap sekitar sepertiga dari CO₂ antropogenik yang masuk ke atmosfer. CO₂ yang diserap oleh laut dimanfaatkan oleh organisme laut untuk fotosintesis dan pembentukan kerangka kapur. Salah satu yang memanfaatkan CO₂ adalah hewan karang (*Scleractinia*) yang bersimbiosis dengan *zooxanthellae*. Pada hewan karang terjadi proses fotosintesis dan respirasi. Oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis dikonsumsi oleh hewan karang, sedangkan CO₂ yang dihasilkan dari respirasi hewan karang merupakan pasokan utama karbon. Pasokan karbon ini tidak hanya berasal dari respirasi hewan karang, tetapi juga berasal dari lingkungan luar yang dimanfaatkan hewan karang untuk proses fotosintesis dan kalsifikasi (Moulding, 2005). Kalsifikasi karang sangat bergantung pada cahaya, nutrisi, suhu, dan aroganit (mineral karbonat) (Kambey, 2013). Hutagalung dan Julianty (2013) menyatakan bahwa hewan karang dapat mendaur ulang karbon dioksida, peningkatan karbon dioksida di alam dapat meningkatkan pemanasan global. Proses kalsifikasi pada hewan karang dapat menyimpan karbon dalam kerangka karang sehingga dapat mengurangi karbon pada atmosfer yang merupakan penyebab pemanasan global (*global warming*) (Sunarto, 2006).

Ekosistem terumbu karang ini sangat rentan mengalami kerusakan. Ada dua penyebab kerusakan terumbu karang, yaitu pengaruh dari kegiatan manusia dan pengaruh dari alam. Kerusakan yang disebabkan oleh kegiatan manusia merupakan ancaman utama bagi keselamatan terumbu karang (Dahuri, 2003). Kerusakan terumbu karang makin meningkat setiap tahunnya akibat ketergantungan manusia terhadap sumber daya hayati dari ekosistem terumbu karang (Fachrurrozie et al., 2012).

Upaya restorasi terumbu karang, terutama memulihkan kembali fungsi dan peran terumbu karang, perlu dilakukan. Salah satu upaya untuk menanggulangi masalah kerusakan ekosistem terumbu karang serta mencari alternatif untuk mengurangi tekanan terhadap perusakan terumbu karang dapat dilakukan dengan cara transplantasi karang. Transplantasi karang merupakan upaya pencangkokan atau pemotongan karang hidup untuk ditanam di tempat yang telah ditentukan atau di tempat yang karangnya telah mengalami kerusakan. Transplantasi karang berperan dalam mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak dan menambah jumlah karang dewasa untuk meningkatkan produksi planula (Fachrurrozie et al., 2012) serta untuk mempercepat *recovery* dan penutupan karang hidup (Edward, 1999).

Substrat alami (terumbu) karang mengandung unsur silikat, magnesium, aluminium, ferum, dan kalsium (Guntur et al., 2018). Unsur-unsur tersebut juga ditemukan dalam bahan limbah batu bara PLTU, yaitu *fly ash* dan *bottom ash*, keduanya mengandung silikat, kalsium, aluminium, besi, dan magnesium relatif tinggi yang berbeda. Hal ini yang mendasari ide media tumbuh transplantasi. Unsur-unsur tersebut sangat dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan karang pada media buatan, terutama dalam proses kalsifikasi karang yang sangat bergantung pada kondisi perairan, tetapi substrat memberikan pengaruh yang sangat nyata pada pertumbuhan karang (Scoffin et al., 1980).

Limbah dominan yang dimanfaatkan dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berupa limbah abu (*fly ash* dan *bottom ash*, atau biasa disingkat FABA). Selama ini, limbah abu tersebut telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *paving block* atau batako dan campuran industri semen. Untuk memastikan bahwa produk *paving* dari limbah abu ini tidak berpotensi mencemari lingkungan, dilakukan uji *Toxicity characteristic leachate procedure* (TCLP) terhadap produk paving di Laboratorium ALS Indonesia, dan hasil

pengujian tersebut menunjukkan bahwa bahan tersebut aman dan bebas dari bahan beracun berbahaya, dinyatakan tidak mengandung racun dan tidak berbahaya (non-B3) dalam SK.183/MenLHK/Setjend/PSLB.3/3/2016.

Hingga kini belum ada media/terumbu tumbuh buatan yang berasal dari limbah abu PLTU untuk transplantasi karang. Uji coba dan riset transplantasi menggunakan media berbahan FABA telah dilakukan sejak tahun 2018 dan masih berlangsung hingga saat ini (2023) di perairan Paiton, Kabupaten Probolinggo; perairan Taman Nasional Baluran, Jawa Timur; perairan Pasir Putih, Situbondo; dan perairan Grand Watu Dodol (GWD), Banyuwangi. Sebagai upaya pengayaan pemanfaatan limbah abu tersebut, dalam bab ini dibahas mengenai inovasi tersebut yang menyumbangkan nilai penting bagi ekosistem perairan pesisir dan sebagai langkah dalam memberikan kontribusi nyata dalam mendukung program pemulihan ekosistem terumbu karang dunia.

B. Transplantasi Terumbu Karang dengan Media FABA: Studi Kasus Restorasi di Perairan PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur

Restorasi terumbu karang berbasis riset ini dilakukan sejak tahun 2017 dan berkelanjutan hingga saat ini (2023). Awalnya sebagai uji coba transplantasi terumbu karang bermedia FABA (*fly ash* dan *bottom ash*) di perairan pesisir sekitar PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Di lokasi tersebut digunakan kanstin FABA sebagai media tumbuh transplantasi karang. Kanstin FABA adalah inovasi produk mirip *paving block*/batako yang terbuat dari *fly ash* dan *bottom ash* yang merupakan limbah dominan yang dimanfaatkan sebagai bahan bakunya.

Hasil uji *toxicity characyeristic leachate procedure* (TCLP) menunjukkan bahwa *fly ash* dan *bottom ash* mengandung unsur-unsur,

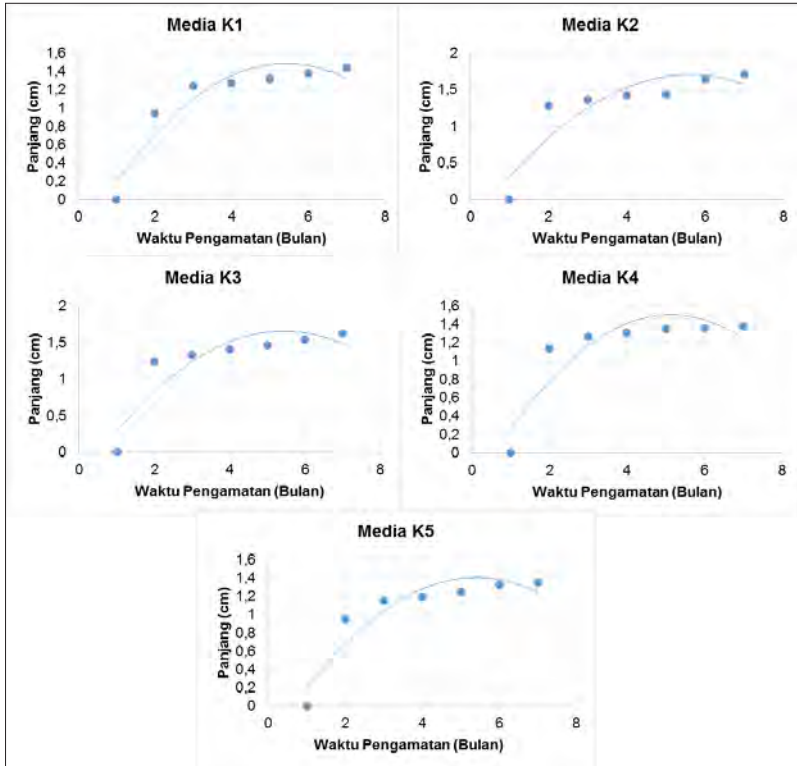
antara lain magnesium (MgO), kalsium (CaO), aluminium (Al₂O₃), dan zat besi (Fe₂O₃) serta silikat (SiO₂) yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan karang sehingga akan memberi pengaruh dan menyumbang kebutuhan hidup jenis karang *Acropora* spp. dan mendukung kecepatan pertumbuhan karang *Acropora* sp. tersebut serta akhirnya memberi nilai lebih baik, bagi pemanfaatan limbah maupun upaya rehabilitasi terhadap lingkungan perairan pesisir PLTU utamanya.

Acropora branching merupakan bentuk yang berasal dari karang *Acropora* yang mempunyai koloni bercabang. Karang *Acropora* memiliki tingkat pertumbuhan dan sekaligus pemulihan yang cepat apabila dibandingkan dengan bentuk karang lainnya (Suharsono, 1984). Karakter ini yang menjadi dasar pemilihan karang jenis *Acropora* sp. (Wilkinson, 2008) dijadikan sebagai transplan pada media buatan (kanstin FABA) yang telah dilakukan uji coba dalam studi ini.

Hasil penelusuran literatur menunjukkan bahwa belum ada referensi penelitian terdahulu tentang seberapa banyak kandungan unsur magnesium (MgO), kalsium (CaO), aluminium (Al₂O₃), dan zat besi (Fe₂O₃) serta silikat (SiO₂) dari substrat alami yang dibutuhkan jenis karang *Acropora* untuk tumbuh optimum.

Hasil riset Khasanah et al. (2019) menyebutkan bahwa laju pertumbuhan dan kelulushidupan (*survival rate*) jenis *Acropora* sp. relatif baik. Yang memiliki laju pertumbuhan tertinggi adalah *Acropora formosa* dan *Acropora pulchra* dengan tingkat kelangsungan hidup 82,61% dan 80,95%; serta laju pertumbuhan masing-masing 1,958 dan 1,730 cm/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa FABA sangat *eligible* (memenuhi syarat) dan *feasible* (layak) digunakan untuk kegiatan rehabilitasi terumbu karang.

Pertambahan tinggi, diameter dan cabang fragmen *Acropora formosa* dan *A pulchra* disajikan dalam bentuk kurva pertumbuhan pada Gambar 12.1.



Keterangan: K1: 100% *bottom ash*
 K2: 75 % *fly ash* dan 25 % *bottom ash*
 K3: 50 % *fly ash* dan 50 % *bottom ash*
 K4: 25 % *fly ash* dan 75 % *bottom ash*
 K5: 100 % *fly ash*

Sumber: Khasanah et al. (2019)

Gambar 12.1 Pertambahan Panjang *Acropora formosa* di Variasi Media



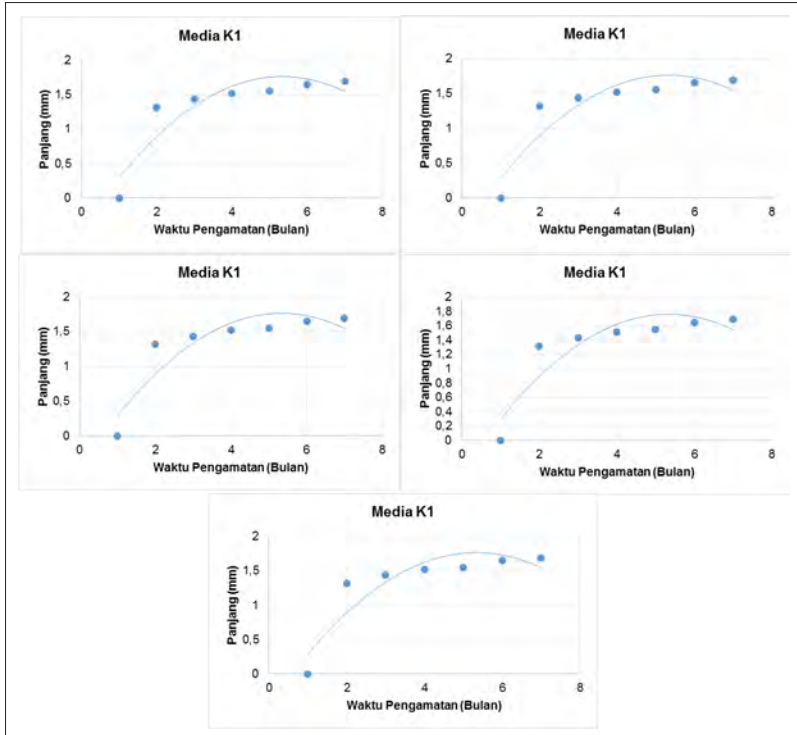
Sumber: Khasanah et al. (2019)

Gambar 12.2 Fragmen *Acropora formosa* Usia Satu Bulan Setelah Ditransplantasi



Sumber: Khasanah et al. (2019)

Gambar 12.3 Fragmen *Acropora formosa* Usia Satu Tahun yang Ditransplantasi pada Media FABA



Keterangan: K1: 100% *bottom ash*
 K2: 75 % *fly ash* dan 25 % *bottom ash*
 K3: 50 % *fly ash* dan 50 % *bottom ash*
 K4: 25 % *fly ash* dan 75 % *bottom ash*
 K5: 100 % *fly ash*

Sumber: Khasanah et al. (2019)

Gambar 12.4 Pertambahan Panjang *Acropora pulchra* di Variasi Media

Gambar 12.1 dan 12.4 menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang cabang, baik pada *Acropora formosa* maupun *Acropora pulchra*, memiliki pertumbuhan optimum pada bulan pertama dan mencapai puncaknya pada bulan kelima di semua variasi media. Pada bulan keenam pasca-transplantasi, pertumbuhan karang mulai mengalami perlambatan yang dibuktikan dengan terjadinya kurva penurunan

pada masa tersebut. Hal ini disebabkan adanya proses retardasi, yaitu terjadinya perlambatan pertumbuhan karang akibat adanya kompetisi dengan alga terkait kebutuhan nutrisi yang dibuktikan dengan makin meningkatnya unsur nitrat dan fosfat.

Menurut Pastorok dan Bilyard (1985), terjadinya peningkatan unsur hara nitrogen dan fosfor akan mempercepat laju pertumbuhan fitoplankton. Tingginya laju pertumbuhan fitoplankton akan menekan laju pertumbuhan karang melalui dua cara, yaitu pertama, mengurangi penetrasi cahaya yang akan mengganggu aktivitas *zooxanthellae* dan kedua, meningkatkan laju pertumbuhan alga jenis lain yang memiliki sifat *filter feeder* dan akan menyebabkan terjadinya kompetisi makan dengan hewan karang (Haris, 2000). Terjadinya perlambatan pertumbuhan ini disebabkan adanya proses retardasi. Terjadinya pertumbuhan alga yang signifikan dapat menyebabkan kematian pada karang karena daya adaptasi dan daya saing karang lebih rendah jika dibandingkan alga dalam perebutan unsur hara perairan (Hakanson & Bryhn, 2008).

Selain itu, terjadinya perlambatan laju pertumbuhan karang pada bulan keenam juga disebabkan oleh penurunan tingkat kecerahan perairan. Hal ini menyebabkan makin kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke kolom perairan sampai ke karang sehingga mengakibatkan makin rendahnya laju fotosintesis yang dilakukan oleh *zooxanthellae* (Haris, 2000). Rendahnya laju fotosintesis akan menyebabkan tidak terpenuhinya energi untuk laju pertumbuhan karang yang berasal dari translokasi produk fotosintesa dari *zooxanthellae* dan menyumbang sebagian besar energi untuk proses metabolisme karang (Haris, 2000). Rendahnya energi yang digunakan untuk proses fotosintesis akan menyebabkan terjadinya penurunan proses kalsifikasi pada karang. Hal ini menyebabkan laju pembentukan terumbu mengalami penurunan sehingga laju pertumbuhan pada karang mengalami perlambatan (Supriyadi, 2019).

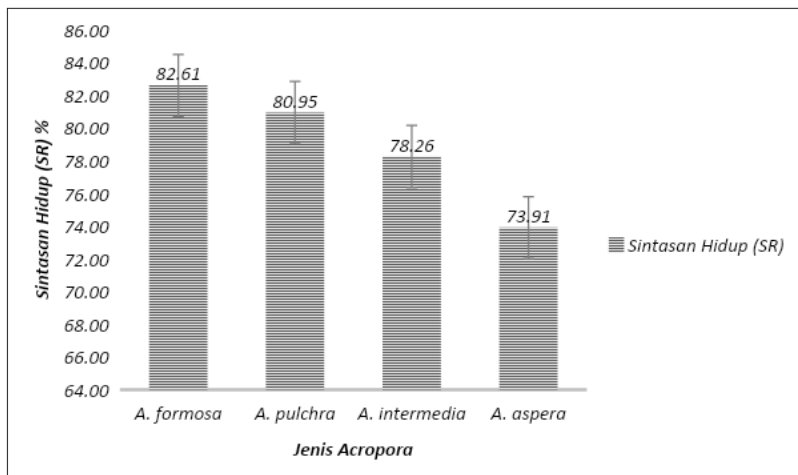
Selain itu, yang menjadi penyebab kekeruhan di lokasi transplantasi adalah sedimentasi. Sedimentasi pada ekosistem

terumbu karang memberikan dampak negatif terhadap kehidupan dan pertumbuhan karang melalui proses *shading* dan *covering* (Partini, 2009). Berdasarkan penelitian Khasanah (2020), laju sedimentasi terukur di lokasi penelitian sebesar 25,57 mg/cm²/hari. Salah satu faktor lain yang memengaruhi laju sedimentasi ini adalah arus sebagai media transpor sedimen. Kondisi arus yang rendah akan menyebabkan sedimen lebih mudah mengendap di fragmen karang transplantasi.

Riset sebelumnya telah dipublikasi dalam jurnal ilmiah bereputasi, Khasanah (2020) menyebutkan bahwa pelaksanaan transplantasi menggunakan karang jenis *Acropora formosa*, *A. pulchra*, *A. Intermedia*, dan *A. aspera*. Karang jenis ini digunakan sebagai fragmen transplantasi karena memiliki daya tahan hidup yang tinggi dengan laju pertumbuhan yang relatif cepat (Harriot & Fisk, 1998). Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur kesuksesan suatu transplantasi karang adalah ketahanan hidup fragmen (*survival rate*) (Partini, 2009). Perbedaan ketahanan hidup (*survival rate*) masing-masing spesies fragmen karang transplantasi dapat dilihat pada Gambar 12.5.

Gambar 12.5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) pada setiap jenis. Karang jenis *Acropora formosa* memiliki tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) tertinggi dengan nilai sebesar 82,61% dan karang jenis *Acropora aspera* memiliki kelangsungan hidup (*survival rate*) terendah yaitu sebesar 73,91%.

Tingkat kelangsungan hidup karang adalah hal yang penting, yaitu makin tinggi ketahanan hidup karang maka makin tinggi pula persentase tutupan karang dan dapat meningkatkan jumlah ikan (Fadli, 2008). Ketahanan hidup dari suatu karang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya tingkat stres dari fragmen karang. Tingkat stres karang dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya ukuran fragmen dan kondisi lingkungan. Ukuran fragmen yang kecil menyebabkan jumlah *zooxhantelae* yang berasosiasi menjadi lebih sedikit dan menjadikan fragmen lebih rentan terhadap



Sumber: Khasanah et al. (2019)

Gambar 12.5 *Survival Rate Acropora* sp. yang Ditransplantasi pada Media Kanstin FABA

kematian (Nurman et al., 2017). Salah satu kondisi lingkungan yang memengaruhi ketahanan hidup (*survival rate*) dari fragmen karang adalah kecerahan, yaitu makin tinggi nilai kecerahan perairan maka cahaya yang sampai ke fragmen makin besar. Cahaya merupakan faktor pembatas kehidupan terumbu karang, terutama untuk karang bercabang yang membutuhkan cahaya lebih banyak karena memiliki polip dengan ukuran kecil (Fadli, 2008).

C. Transplantasi Terumbu Karang dengan Media FABA: Studi Kasus Rehabilitasi di Perairan Taman Nasional Baluran, Jawa Timur

Ada dua jenis terumbu karang yang ditransplantasi ke media FABA di Perairan Taman Nasional Baluran, yakni jenis *Acropora* spp. dan *Montifora* spp.

1. Transplantasi Jenis Karang *Acropora* spp.

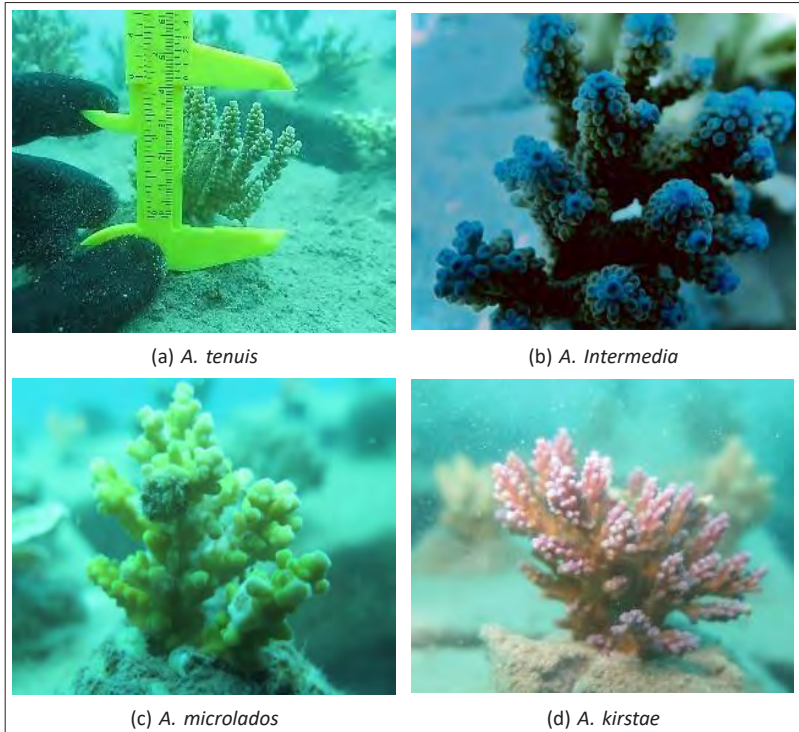
Metode yang digunakan dalam restorasi terumbu karang ini adalah metode *basic escape* dengan substrat kanstin berbentuk H dengan masing-masing unit (modul) terdiri dari tujuh blok kanstin FABA. Satu unit kanstin FABA berukuran $40 \times 5 \times 15$ cm dengan kedalaman perairan 7–8 cm.



Sumber: Khasanah (2020)

Gambar 12.6 Susunan Media FABA di Dasar Perairan

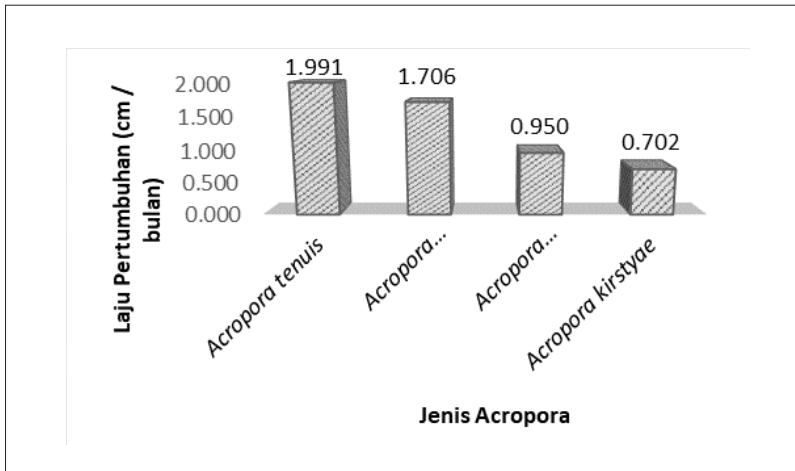
Setiap unit dibuat enam lubang sebagai tempat menjulurkan pecahan karang yang akan ditransplantasikan. Ukuran fragmen karang *Acropora* yang digunakan adalah 8 cm. Jenis yang ditransplantasikan adalah *Acropora intermedia*, *Acropora tenuis*, *Acropora microlados* dan *Acropora kirskyae*. Setiap jenis ditransplantasikan pada lima unit kanstin.



Keterangan: (a) *A. tenuis*, (b) *A. Intermedia*, (c) *A. microlados*, dan (d) *A. kirstae*
 Sumber: Khasanah (2020)

Gambar 12.7 Jenis *Acropora* yang Ditransplantasi pada Media FABA

a. Laju Pertumbuhan Transplantasi Jenis Karang *Acropora* spp.
 Hasil laju pertumbuhan fragmen karang *Acropora tenuis*, *A. Intermedia*, *A. microlados*, dan *A. kirstyae* di perairan Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, sebagaimana yang disajikan pada Gambar 12.8.



Gambar 12.8 Rerata Laju Pertumbuhan Jenis Karang *Acropora* spp. yang Ditransplantasikan pada Batu-batu Kanstin FABa Selama Lima Bulan

Selama lima bulan sejak karang *Acropora* ditransplantasikan, diperoleh rata-rata laju pertumbuhan yang berbeda. *Acropora tenuis* memiliki laju tertinggi 1,991 cm/bulan, *Acropora mikrolados* 0,950 cm/bulan, *Acopora intermedia* 1,706 cm/bulan; dan *Acropora kirskyae* 0,702 cm/bulan (Gambar 12.8). Laju pertumbuhan keempat jenis *Acropora* tersebut tidak dapat dibandingkan karena masing-masing memiliki karakter morfologi yang berbeda. Pemanfaatan fragmen karang bercabang *Acropora* didasarkan pada kemampuan bertahan hidup yang tinggi dan laju pertumbuhan yang relatif cepat dibandingkan jenis lainnya (Nurman et al., 2017). Perbedaan morfologi antarjenis fragmen yang ditanam pada penelitian ini akan memberikan pengaruh yang beragam, seperti jumlah cabang yang dihasilkan dan besar-kecilnya cabang fragmen. Hal ini akan memengaruhi jumlah *zooxhantellae* yang berasosiasi dengan karang dan memengaruhi laju fotosintesis yang dihasilkan. Selain dipengaruhi oleh faktor internal seperti bentuk morfologi, laju pertumbuhan karang yang ditransplantasikan juga dipengaruhi oleh berbagai

faktor eksternal, termasuk media yang digunakan. Begitu juga dengan faktor lingkungan di perairan Baluran mendukung kehidupan biota laut, memenuhi standar baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004.

Jenis media dan metode transplantasi yang digunakan akan memengaruhi keberhasilan kegiatan transplantasi karang. Hal ini terkait dengan tingkat adaptasi dan stres fragmen yang ditransplantasikan yang sangat memengaruhi kehidupan dan pertumbuhan fragmen tersebut. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperjelas apakah batu kerb adalah media yang cocok untuk semua jenis *Acropora*.

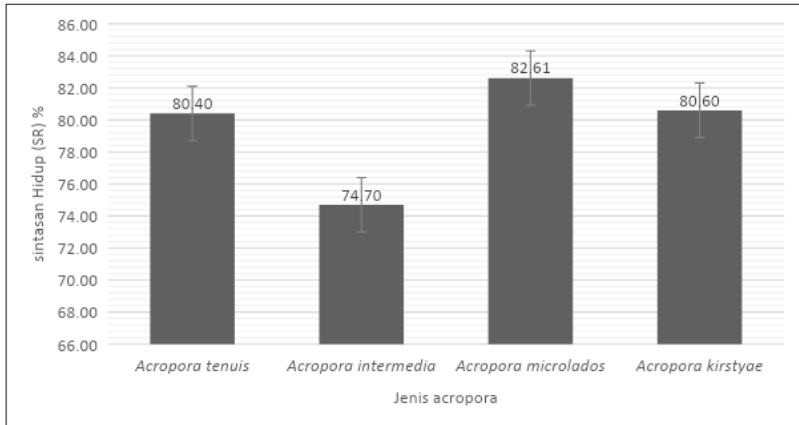
Perbedaan laju pertumbuhan fragmen karang pada transplantasi ini salah satunya dipengaruhi oleh faktor internal, seperti bentuk percabangan. Menurut Effendi dan Ainurrahim (2012), jenis karang yang memiliki bentuk percabangan lebih banyak akan memiliki jumlah *zooxhantellae* yang lebih banyak. Jumlah *zooxhantellae* yang lebih banyak akan mempercepat proses fotosintesis yang dilakukan oleh karang sehingga menghasilkan kalsium karbonat yang banyak untuk mendukung laju pertumbuhan karang yang ditransplantasikan. Perbedaan ini juga dipengaruhi oleh tingkat adaptasi dari setiap fragmen yang ditransplantasikan. Fragmen karang yang ditransplantasikan akan siap tumbuh baik secara vertikal maupun horizontal setelah proses penyembuhan luka patah tulang berhenti. Fragmen karang akan melakukan proses pemulihan dari bekas potong sesaat setelah ditransplantasikan dengan penggunaan energi yang relatif besar sehingga proses pertumbuhan masih terganggu (Febry et al., 2017). Karang yang baru ditransplantasikan juga akan mengeluarkan lendir sebagai tanda karang mengalami stress. Sekresi lendir ini juga berfungsi sebagai perlindungan diri terhadap kondisi yang tidak stabil dan akan kembali normal setelah karang mampu beradaptasi dengan kondisi baru tersebut. Lamanya proses ini dipengaruhi oleh kesesuaian kondisi air dan media yang digunakan (Nurman et al., 2017).

Selain faktor internal, media transplantasi sebagai faktor eksternal juga memengaruhi laju pertumbuhan fragmen karang yang ditransplantasikan. Hasil pengujian kandungan FABA yang merupakan bahan utama pembuatan batu kerb oleh Sucofindo Cabang Surabaya tahun 2016 menunjukkan bahwa media ini mengandung beberapa komposisi kimia yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan karang, seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , dan TiO_2 . Hasil tersebut sesuai dengan yang disampaikan oleh Guntur (2018) bahwa media transplantasi yang mengandung unsur tersebut akan mendukung pertumbuhan fragmen karang yang ditransplantasikan.

b. Kelangsungan Hidup Transplantasi

Setelah lima bulan *Acropora* ditransplantasikan pada substrat FABA kerbstone, mereka memiliki tingkat kelangsungan hidup yang berbeda (Gambar 12.9). *Acropora tenuis* memiliki tingkat kelangsungan hidup 80,40%; *A. intermedia* memiliki tingkat kelangsungan hidup yang lebih rendah, yaitu 70,70%; *A. microlados* 82,61%; dan *A. kirskyae* 80,60%. Diindikasikan bahwa keempat jenis *Acropora* tersebut telah beradaptasi pada habitat alami di lingkungan perairan Pantai Bama.

Kanstin FABA yang terkena air laut akan mengalami pelindian akibat proses kimia dan fisika (Suprenant, 1991). Pencucian seperti ini memungkinkan kalsium, magnesium, aluminium, dan silikat (serta senyawa lain di batu tepian) diencerkan dalam air laut, menyediakan mineral yang dibutuhkan oleh karang untuk biomineralisasi. Berkaitan dengan hal tersebut, fragmen karang pada *kerbstone* diharapkan memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan jenis media transplantasi lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan fragmen karang dari keempat jenis *Acropora* tersebut tidak berbeda nyata. Hasil ini diduga karena kebutuhan relatif *Acropora* terhadap senyawa tersebut. Perbedaan ukuran partikel *fly ash* dan *bottom ash* menyebabkan proses pencucian tidak terjadi dalam waktu singkat (Muzaki, 2019).



Gambar 12.9 Rerata Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Jenis *Acropora* spp.

Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang yang ditransplantasikan dipengaruhi oleh berbagai faktor penentu, seperti cahaya, sedimentasi, suhu, salinitas, pH, dan kedalaman. Terjadinya kematian fragmen karang yang ditransplantasikan biasanya terjadi karena kondisi air yang tidak sesuai atau lamanya fase stres setelah tanam. Hal ini dapat ditandai dengan pemutihan keseluruhan fragmen karang. Karang yang memutih menandakan alga simbion *zooxanthellae* di dalam jaringan karang telah keluar atau mati. Fase ini menyebabkan berkurangnya suplai makanan yang dihasilkan *zooxanthellae* melalui proses fotosintesis sehingga menyebabkan kematian karang (Nurman et al., 2017).

Selain itu, gelombang dan arus juga berpengaruh penting terhadap kelangsungan hidup karang yang ditransplantasikan, yaitu sebagai penolak sedimen. Adanya arus akan membantu karang mempercepat proses penolakan sedimen terhadap sedimentasi yang mengendap di permukaan tubuh karang sehingga meminimalkan risiko stres dan kematian (Jipriandi et al., 2017). Karang yang hidup di arus juga memiliki tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang lebih baik. Hal ini berkaitan dengan kemampuan arus untuk membawa suplai oksigen dan sumber makanan seperti plankton bagi koloni

karang seiring dengan sirkulasi yang terjadi. Namun, gelombang dan arus yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan karang yang ditransplantasikan lepas dari media sehingga menyebabkan kegagalan transplantasi karang.

Laju sedimentasi juga menjadi faktor penentu keberhasilan kegiatan transplantasi. Laju sedimentasi di lokasi penelitian menunjukkan nilai 13,4 mg/cm²/hari yang termasuk dalam kategori bahaya sedang (Pastorok & Biyard, 1985). Kategori ini dapat menyebabkan penurunan jumlah spesies (kematian) pada tanaman transplantasi pecahan karang. Hasil ini diduga menjadi penyebab matinya fragmen karang akibat cekaman sedimentasi melalui proses *shading* dan *covering*. Laju sedimentasi yang tinggi pada ekosistem terumbu karang akan menurunkan laju pertumbuhan dan meningkatkan laju kematian ekosistem terumbu karang (Supriyadi, 2019).

Tingkat kelangsungan hidup karang juga dipengaruhi oleh asal benih yang digunakan, yaitu jika benih fragmen yang ditransplantasikan berasal dari lokasi yang jauh dari lokasi penanaman, akan berdampak buruk akibat perubahan lingkungan, baik dari segi kedalaman maupun parameter kualitas air lainnya (Nurman et al., 2017).

Berdasarkan hal tersebut, angka kematian yang mencapai 17,31%–26,09% diduga karena faktor benih. Pecahan benih yang diambil dari pantai Grand Watu Dodol (GWD), Kabupaten Banyuwangi, harus diangkut dengan jarak yang relatif jauh menuju lokasi penanaman, pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Kab. Situbondo. Hal ini diduga menjadi salah satu faktor pemicu stres pada fragmen karang sehingga tidak dapat bertahan hidup di lokasi barunya. Selain itu, pergerakan ini juga memungkinkan terjadinya perubahan kualitas air yang memicu peningkatan stres karang yang menyebabkan kematian.

Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang juga dipengaruhi oleh media dan teknik transplantasi yang digunakan. Penggunaan media buatan sebagai tempat transplantasi dibuat sestabil mungkin, tidak mudah tergeser oleh arus/gelombang, memiliki struktur tiga dimensi dengan permukaan miring yang disukai larva karang untuk

menempel. Selain itu, sedapat mungkin media buatan harus dapat mencegah abrasi dan guling serta berada pada posisi yang lebih tinggi dari substrat dasar sehingga dapat meminimalisasi penumpukan sedimen (Fadli, 2008). Berdasarkan hal tersebut, penggunaan media *kerbstone* FABA dianggap memenuhi kriteria media buatan sebagai tempat transplantasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup keempat jenis karang tersebut berkisar antara 73,91–82,61% dan termasuk dalam kategori berhasil dari segi biologi. Hasil ini sesuai dengan Iswara dan Sundono (2010), yaitu bahwa kegiatan transplantasi karang akan dinyatakan berhasil dari segi biologi jika tingkat kelangsungan hidupnya antara 50–100%.

2. Transplantasi Jenis Karang *Montipora foliosa*

Genus *Montipora* mempunyai koloni berbentuk lembaran, merayap, bercabang dan *submassive*. Memiliki koralit kecil yang semuanya tenggelam dan tidak mempunyai septa. Retikulum berbentuk bukit-bukit kecil, alur atau tonjolan-tonjolan sehingga permukaan koloni selalu terlihat kasar dan porus. Genus *Montipora* telah diidentifikasi sebanyak sekitar 135 jenis *Montipora*, tetapi saat ini yang dikenal hanya ada sekitar 45 jenis. Sebaran jenis karang ini dapat ditemukan di seluruh perairan Indonesia (Suharsono, 2017).

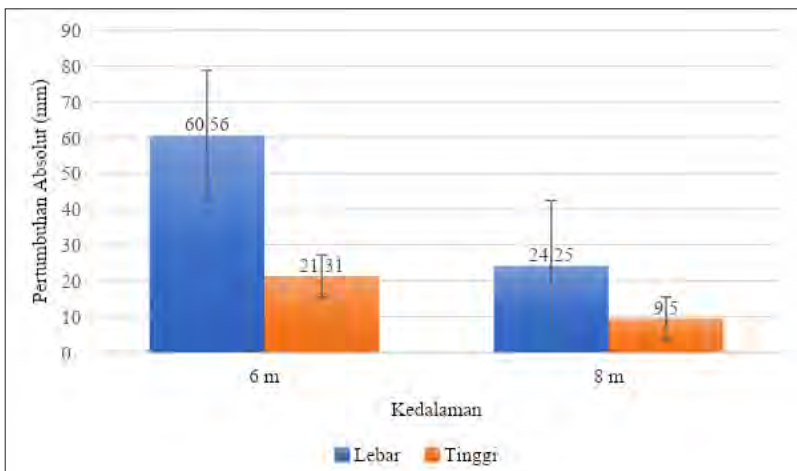
Montipora foliosa memiliki bentuk pertumbuhan *submassive*. Karang *massive* mempunyai laju pertumbuhan yang lambat dibandingkan dengan karang kelompok *Acropora* dan membutuhkan lebih banyak cahaya matahari untuk proses fotosintesis karena intensitas cahaya yang didapat oleh terumbu karang akan makin berkurang dengan makin bertambahnya kedalaman perairan. (Mukhollandun et al., 2016).

a. Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan absolut *Montipora foliosa*. selama kurang lebih enam bulan pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan lebar karang

Montipora jauh lebih tinggi dari nilai pertumbuhan absolut tinggi. Gambaran tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi et al. (2019) yang menunjukkan bahwa genus Montipora cenderung tumbuh dengan pola yang sama, yaitu pertumbuhan panjang (lebar) lebih besar dari tinggi pertumbuhan meskipun pencangkakan dilakukan pada lokasi dan kedalaman yang berbeda.

Jenis karang dengan bentuk pertumbuhan koloni lembaran seperti *Montipora* akan bertahan lama dan pertumbuhannya lebih intensif dibandingkan diikuti dengan pertumbuhan yang tinggi. *Montipora* dengan morfologi berupa lembaran memiliki bentuk pertumbuhan yang cenderung memanjang. Dengan bentuk kehidupan ini, *Montipora* akan menutupi kerangka yang cenderung ke samping daripada ke atas, mengikuti bentuk morfologisnya. Pola pertumbuhan dan morfologi *Montipora foliosa* yang cenderung melebar juga dapat disebabkan oleh pengaruh sifat fisik dan karakteristik perairan tempat karang tersebut hidup. Karakteristik fisik lokasi transplantasi karang di pantai Bama memiliki kedalaman yang rendah dan gelombang yang



Gambar 12.10 Grafik Perbandingan Pertumbuhan Absolut Karang *Montipora foliosa* yang Ditransplantasikan pada Kedalaman Perairan yang Berbeda

kuat. Daerah yang dangkal, memiliki suplai cahaya yang cukup, dan terkena gelombang besar akan menyebabkan pertumbuhan karang menjadi lebih pendek dan bercabang tumpul.

Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa pertumbuhan absolut terbaik *Montipora* sp. adalah pada kedalaman 6 meter dengan rata-rata pertumbuhan absolut tinggi dan lebar fragmen pada kedalaman 21,31 mm dan 60,56 mm, sedangkan pertumbuhan absolut dengan nilai terkecil berada pada kedalaman 8 meter dengan tinggi maksimum 9,5 meter dan lebar 24,25 meter. Rata-rata pertumbuhan absolut tinggi dan lebar fragmen pada kedalaman ini masing-masing adalah 5,33 mm dan 15,14 mm. Perbedaan nilai pertumbuhan absolut yang drastis pada kedua kedalaman tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya pada kedalaman 6 meter untuk mendapatkan cahaya dan sirkulasi air yang optimal.



Sumber: Herawati et al. (2022)

Gambar 12.11 Macam-Macam *Montipora* sp. yang Ditransplantasi di Media FABA

b. Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Survival rate (SR) bergantung pada keakuratan metode, terutama dalam perawatan fragmen dan faktor biologis, seperti jenis karang keras yang ditransplantasikan dan respons terhadap kondisi lingkungan (Clark & Edwards, 1995). Data kelangsungan hidup fragmen karang selama periode pengamatan disajikan pada Tabel 12.1.

Tabel 12.1 SR Karang *Montipora foliosa* pada Media Transplantasi

Observation Month	June	July	August	September
Number of Fragments	92	83	74	73
SR (%)				80,5

Berdasarkan data tersebut, SR karang *Montipora foliosa* yang ditransplantasikan, baik pada kedalaman 6 maupun 8 meter, hingga akhir penelitian adalah 80,5%. Nilai SR ini menunjukkan bahwa kelangsungan hidup fragmen *Montipora* sp di Bama cukup baik. Menurut Harriott dan Fisk (1988), keberhasilan transplantasi karang dapat dinilai dari tingkat kelangsungan hidup 50% atau lebih. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Suhendar et al. (2020) yang menyatakan bahwa kelangsungan hidup karang dari marga *Montipora* cukup tinggi.

Secara keseluruhan, persentase SR memiliki kecenderungan menurun dan diperkirakan akan terus menurun setelah September 2022. Faktor utama penyebab penurunan persentase SR diperkirakan akibat lepasnya fragmen karang dari meja transplantasi. Terlihat hanya beberapa fragmen karang yang ditemukan mati karena ganggang. Menurut Clark dan Edwards (1995), salah satu faktor yang memengaruhi tingkat kematian karang pada transplantasi adalah teknik penempelan fragmen. Lebih lanjut, Jaap (1999) juga menyatakan pentingnya pengikatan fragmen karang dengan kuat dan kokoh untuk mencegah fragmen karang terlepas dari modul (Rizal et al., 2020, 2022).

D. Komposisi Bahan Kanstin FABA Media Transplantasi

Dalam studi kasus yang telah dipaparkan, media transplantasi yang digunakan berbahan baku *fly ash* dan *bottom ash* yang merupakan limbah yang berasal dari proses produksi (pembakaran batu bara) dan dari luar proses produksi (proses perbaikan peralatan pembangkit) pembangkitan listrik, PT Jawa Power.

Dalam proses pembakaran batu bara di *boiler*, sebagian besar material anorganik, seperti silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), dan sisa beberapa persentase karbon yang tidak terbakar akan jatuh ke *submercible scraper chain conveyor* (SSCC) yang letaknya ada di bagian bawah *boiler* dan dikumpulkan. Material inilah yang kemudian dikenal sebagai limbah abu bawah (*furnace bottom ash* /FABA). Dari total kandungan abu (*ash*) dalam batu bara yang dibakar dalam boiler, 80% menjadi abu terbang (*fly ash*) dan 20% menjadi abu bawah (*bottom ash*). Selain itu, sebagian material anorganik yang tidak terbakar dan berukuran kecil (200 mesh) akan mengalir bersama gas buang pembakaran (*flue gas*) keluar dari *boiler*. Material inilah yang disebut sebagai limbah abu terbang (*pulverized fuel ash-fly ash*). Limbah abu terbang (*fly ash*) ini dikumpulkan dengan cara melewati gas buang pembakaran melalui alat penangkap debu, yaitu *electrostatic precipitator* (ESP), yang mempunyai efisiensi penangkapan lebih dari 99%. Dari tangki penampung di ESP (*ESP hopper*), kemudian limbah abu terbang (*fly ash*), dengan menggunakan sistem *pneumatic* (udara bertekanan), dialirkan ke tempat penampung abu terbang (*fly ash silo*) yang berada di lokasi penimbunan abu (*ash disposal area*). Sementara itu, setelah melewati ESP, gas hasil pembakaran (*flue gas*) dilewatkan ke unit penangkap sulfur (*flue gas gesulphurization plant*/FGD) untuk mengurangi kandungan gas SO_x , dengan efisiensi penangkapan gas SO_2 96%. Dari FGD, gas buang tersebut dialirkan ke cerobong (*stack*) dengan ketinggian 220 meter untuk kemudian didispersikan ke lingkungan (Suprianto, 2016).

Kerangka karang Scleractinian terbuat dari kalsium karbonat (CaCO_3) yang dikristalisasi dalam aragonit (sistem ortorombik) (Allemand et al., 2004; Tambutté et al., 2011). Untuk membangun kerangka tersebut, karang harus memasok kalsium dan karbon anorganik dari air laut sekitar (Gattuso et al., 1999; Allemand et al., 2004). Dalam penelitian ini, digunakan bahan limbah abu batu bara yang disebut *fly ash* dan *bottom ash* yang mengandung unsur kalsium, aluminium, magnesium, dan silikat relatif tinggi. Unsur-unsur ini ditemukan pada terumbu karang alami yang dibutuhkan karang untuk hidup (Hutagalung & Julianty, 2013).

Tabel 12.2 Hasil Pengukuran Komposisi Unsur dalam Kanstin yang Bersumber dari *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (dalam % bahan)

No	Parameter	Unit	FA 0% (K1)	FA 25% (K2)	FA 50% (K3)	FA 75% (K4)	FA 100% (K5)
1.	Silikat (SiO_2)	% wt	40.33	38.81	38.48	36.47	26.65
2.	Aluminium (Al_2O_3)	% wt	9.22	8.94	9.36	9.52	9.80
3.	Besi (Fe_2O_3)	% wt	16.55	17.37	17.59	17.97	19.25
4.	Kalsium (CaO)	% wt	22.85	24.95	24.12	25.04	29.32
5.	Magnesium (MgO)	% wt	6.37	5.21	5.70	5.92	7.25

Keterangan: FA : *fly ash*

Sumber: Khasanah et al. (2019)

Kanstin yang terkena air laut akan mengalami pencucian sebagai akibat dari proses kimia dan fisik (Suprenant, 1991). Pencucian seperti itu memungkinkan kalsium, magnesium, zat besi, aluminium, dan silikat (dan senyawa lain dalam kanstin) terdilusi dalam air laut, menyediakan mineral yang dibutuhkan oleh karang untuk biomineralisasi. Mengenai hal ini, fragmen karang dalam kanstin tertentu harus memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan kanstin lainnya. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan fragmen karang di kelima jenis kanstin tidak berbeda secara signifikan. Hasil ini diduga karena kebutuhan terhadap senyawa-senyawa tersebut bersifat relatif.

Perbedaan ukuran partikel *fly ash* dan *bottom ash* menyebabkan proses pencucian tidak terjadi dalam waktu singkat (Khasanah et al., 2019).

Tingkat pertumbuhan fragmen karang dalam kanstin berbeda-beda meskipun berbahan baku sama, tetapi kombinasi campuran *fly ash* dan *bottom ash* dibuat berbeda. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa silikat, aluminium, zat besi, magnesium, dan kalsium dalam jumlah yang bervariasi oleh perbedaan rasio kedua bahan tersebut (Tabel 12.2). Pemanjangan fragmen, diameter koloni, dan jumlah cabang tertinggi adalah model kanstin (K2) yang mengandung unsur-unsur silika 37,43%, kalsium 20,62 %, aluminium 10,99%, zat besi 17,37%, dan magnesium 6,74%. Konsorsium inilah yang menjadi nilai optimum dalam pertumbuhan *A. formosa*.

Silika adalah amorf (jenis padatan yang atom atau partikelnya tersusun secara acak dan tidak teratur, contohnya kaca, karet, dan plastik) serta akan mudah mengeras ketika dicampur dengan semen, membentuk senyawa kalsium silikat yang sulit larut dalam air (Wikana & Wantutrianus, 2014). Pengerasan oleh kalsium silikat ini mampu menghambat proses pencucian agar terjadi terus-menerus.

E. Pengaruh Komposisi Bahan Kanstin FABA Media Transplantasi terhadap Laju Pertumbuhan Karang

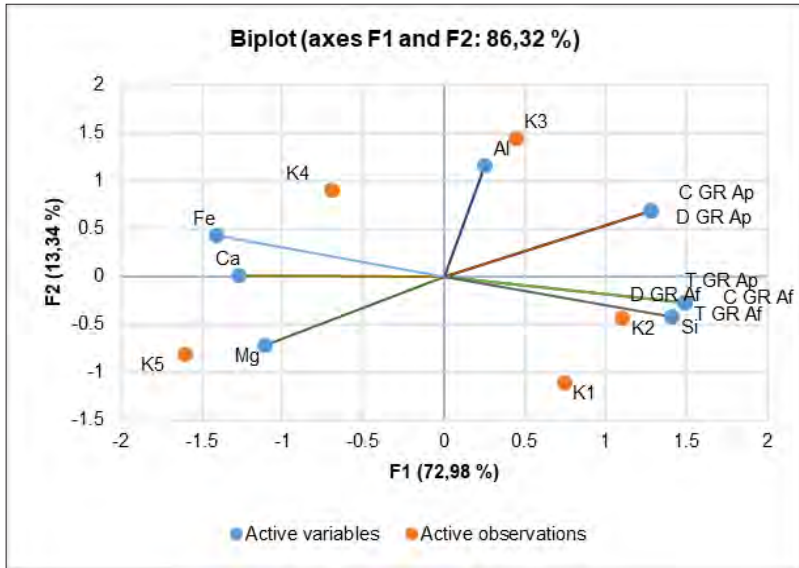
Penelitian ini menggunakan beberapa jenis media yang memiliki komposisi bahan berbeda antara satu dan lainnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui komposisi bahan yang paling sesuai di antara kelima jenis media yang digunakan yang ditunjukkan dengan laju pertumbuhan tertinggi dari fragmen karang yang ditransplantasikan. Untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan penyusun media terhadap laju pertumbuhan karang salah satunya dapat dilakukan dengan melakukan uji korelasi dengan metode *principal component analysis* (PCA). Hasil pengolahan data dengan metode korelasi ini ditunjukkan pada Tabel 12.3 dan Gambar 12.12.

Tabel 12.3 Nilai Korelasi Kandungan Media terhadap Pertumbuhan

Variables	Si	Ca	Al	Mg	Fe
T GR Af	0.900	-0.700	0.000	-0.700	-0.900
D GR Af	0.900	-0.700	0.000	-0.700	-0.900
C GR Af	0.900	-0.700	0.000	-0.700	-0.900
T GR Ap	0.900	-0.700	0.000	-0.700	-0.900
D GR Ap	0.600	-0.700	0.300	-0.800	-0.600
C GR Ap	0.600	-0.700	0.300	-0.800	-0.600

Keterangan: T : Tinggi
D : Diameter
C : Cabang
GR: Growth Rate
Af : *Acropora formosa*
Ap : *Acropora pulchra*

Gambar 12.12 dan Tabel 12.3 menunjukkan hubungan korelasi komposisi media terhadap laju pertumbuhan karang transplantasi, baik pertumbuhan panjang, diameter, maupun cabang. Tabel 12.3 menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif dan juga negatif antara komposisi media meliputi Si, Ca, Al, Mg dan laju pertumbuhan. Korelasi positif ditunjukkan oleh unsur Si terhadap laju semua faktor pertumbuhan di kedua jenis karang. Korelasi sangat kuat ditunjukkan terhadap pertumbuhan karang *Acropora formosa*, baik panjang, diameter, maupun cabang, dengan nilai korelasi sebesar 0,9. Pengaruh unsur Si terhadap *Acropora pulchra* menunjukkan korelasi sangat kuat dengan nilai sebesar 0,9 terhadap pertumbuhan panjang, sedangkan korelasi kuat ditunjukkan terhadap pertumbuhan diameter dan cabang dengan nilai sebesar 0,6 (Khasanah et al., 2019). Selain itu, korelasi positif juga ditunjukkan oleh unsur Al terhadap pertumbuhan diameter dan cabang *Acropora pulchra* dengan nilai sebesar 0,3 dengan tingkat hubungan rendah. Hal ini berarti bahwa Al tidak memberikan pengaruh besar terhadap pertumbuhan diameter dan cabang fragmen karang transplantasi *Acropora pulchra*.



Sumber: Khasanah et al. (2019)

Gambar 12.12 Biplot Korelasi Kandungan Media terhadap Pertumbuhan

Tabel 12.3 juga menunjukkan korelasi negatif yang ditunjukkan oleh unsur Ca, Mg, dan Fe. Unsur Ca menunjukkan hubungan korelasi kuat berbanding terbalik terhadap pertumbuhan panjang, diameter, dan cabang di kedua jenis karang *Acropora formosa* dan *Acropora pulchra* dengan nilai korelasi sebesar 0,7. Unsur lain yang juga memiliki korelasi negatif adalah Mg dengan hubungan korelasi kuat terhadap pertumbuhan panjang, diameter, dan cabang *Acropora formosa* serta pertumbuhan panjang *Acropora pulchra* dengan nilai korelasi 0,7. Unsur Mg juga memiliki hubungan korelasi sangat kuat terhadap pertumbuhan diameter dan cabang *Acropora pulchra* dengan nilai korelasi sebesar 0,8. Hal ini menunjukkan bahwa Mg memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan karang transplantasi. Selain itu korelasi sangat kuat ditunjukkan Fe terhadap pertumbuhan karang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Acropora formosa, baik panjang, diameter, maupun cabang, dengan nilai korelasi sebesar 0,9 dengan hubungan berbanding terbalik. Fe juga memiliki pengaruh negatif terhadap *Acropora pulchra* dengan korelasi sangat kuat, yaitu sebesar 0,9, terhadap pertumbuhan panjang, sedangkan korelasi kuat ditunjukkan Fe terhadap pertumbuhan diameter dan cabang dengan nilai sebesar 0,6 (Khasanah et al., 2019). Hubungan yang ditunjukkan oleh Ca, Mg, dan Fe menunjukkan jika makin tinggi unsur tersebut dalam suatu media transplantasi akan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan fragmen karang, baik pertumbuhan panjang, diameter, maupun cabang.

Selain pengolahan menggunakan PCA (Tabel 12.3), juga dihasilkan biplot yang menunjukkan kedekatan antarvariabel, yaitu makin besar pengaruh suatu unsur terhadap laju pertumbuhan maka akan memiliki garis yang makin berdekatan. Kuadran 1 memiliki nilai spesifik terhadap variabel pertumbuhan diameter dan cabang *Acropora pulchra* serta unsur Al. Pada kuadran 1 terdapat variabel media K3 yang menunjukkan bahwa media tersebut memiliki nilai dominan terhadap unsur Al yang memengaruhi pertumbuhan diameter dan cabang *Acropora pulchra*. Kuadran 2 menunjukkan bahwa media K1 dan K2 memiliki karakteristik spesifik terhadap variabel Si yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan panjang, diameter, dan cabang *Acropora formosa* serta pertumbuhan panjang *Acropora pulchra*. Hal ini menunjukkan bahwa media ini memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi daripada jenis media yang lain. Hal ini sesuai dengan data penelitian, yaitu bahwa media K1 dan K2 memiliki laju pertumbuhan tertinggi dibandingkan media lainnya. Kuadran 3 menunjukkan bahwa media K5 memiliki karakteristik spesifik terhadap unsur Mg dan Ca. Hal ini sesuai dengan data penelitian, yaitu bahwa media K5 memiliki kandungan unsur Mg dan Ca tertinggi dibandingkan dengan jenis media lain. Pada kuadran 4 terdapat media K4 yang memiliki karakteristik spesifik terhadap unsur Fe dan Ca. Hal ini menunjukkan bahwa pada media K4 memiliki nilai dominan terhadap unsur Fe dan Ca dibandingkan media jenis lain.

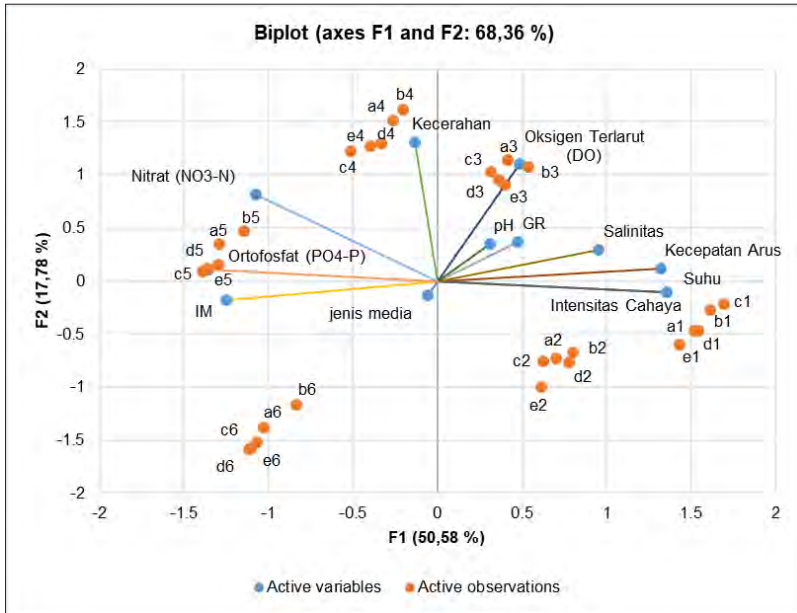
F. Hubungan Parameter Hidro-oseanografi, Indeks Mortalitas, Laju Sedimentasi, dan Pertumbuhan Karang

Analisis komponen utama atau *principal component analysis* (PCA) merupakan metode analisis statistik yang dapat digunakan terhadap segala bentuk data penelitian dan dapat mengatasi masalah pelanggaran asumsi klasik dengan menghasilkan variabel bebas baru. Komponen yang digunakan dalam analisis PCA pada penelitian ini mencakup faktor oseanografi yang meliputi suhu, kecerahan, arus, intensitas cahaya, kedalaman, salinitas, pH, DO, serta kandungan nitrat dan fosfat. Komponen lain yang digunakan adalah laju pertumbuhan dan indeks mortalitas dari ekosistem karang. Hasil pengolahan data menggunakan PCA berupa matriks tabel dan grafik korelasi yang menunjukkan hubungan antarvariabel, baik berupa korelasi positif maupun korelasi negatif. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 12.4 dan Gambar 12.13.

Tabel 12.4 Nilai Korelasi Parameter terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas

Variabel	Laju Pertumbuhan (GR)	Indeks Mortalitas (IM)
GR (<i>Growth Rate</i>)	1	-0,487
IM (Indeks Mortalitas)	-0,487	1
Jenis Media	-0,360	0,091
Kecerahan	0,279	-0,057
Suhu	0,301	-0,863
Kecepatan Arus	0,381	-0,912
Intensitas Cahaya	0,301	-0,863
Salinitas	0,016	-0,561
Oksigen Terlarut (DO)	0,071	-0,304
pH	0,164	-0,249
Nitrat (NO ₃ -N)	-0,070	0,589
Ortofosfat (PO ₄ -P)	-0,301	0,863

Sumber: Khasanah et al. (2019)



Gambar 12.13 Biplot Korelasi Parameter terhadap Karang

Berdasarkan Tabel 12.4 dapat dilihat bahwa terdapat dua jenis korelasi, yaitu positif dan negatif, antara berbagai parameter laju pertumbuhan karang transplantasi. Korelasi negatif ditunjukkan oleh beberapa faktor, yaitu mortalitas, jenis media, nitrat, dan fosfat, dengan nilai koefisien korelasi kurang dari 0,5. Hal ini berarti bahwa keeratan hubungan yang terjadi berada pada kategori sangat rendah sampai sedang antara variabel tersebut terhadap laju pertumbuhan karang transplantasi. Korelasi yang terjadi berupa hubungan negatif, yaitu jika nilai dari variabel tersebut mengalami peningkatan maka akan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan. Salah satu faktor yang memiliki nilai korelasi negatif adalah kandungan unsur hara (nitrat dan fosfat). Makin tinggi kadar N dan P suatu perairan maka dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan alga yang akan menjadi

kompetitor bagi terumbu karang sehingga laju pertumbuhan menjadi terhambat (Khasanah et al., 2019).

Korelasi positif terhadap laju pertumbuhan juga ditunjukkan oleh beberapa parameter, yaitu kecerahan, suhu, arus, intensitas cahaya, salinitas, DO, dan pH. Hal ini menunjukkan bahwa makin tinggi nilai dari parameter tersebut sampai batas tertentu akan menyebabkan terjadinya peningkatan laju pertumbuhan karang transplantasi. Kecepatan arus memiliki nilai korelasi positif terhadap pertumbuhan, yaitu 0,381 yang termasuk dalam kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa makin cepat arus perairan maka dapat menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan karang transplantasi. Hal ini berkaitan dengan peran arus sebagai sirkulasi perairan yang membawa oksigen dan unsur hara yang dibutuhkan oleh karang untuk proses metabolisme. Selain itu, arus juga berfungsi sebagai *sediment rejector*, yaitu makin tinggi kecepatan arus suatu perairan maka akan membantu karang untuk memindahkan sedimen yang menutupi permukaan tubuhnya. Menurunnya cekaman yang disebabkan penutupan sedimen di permukaan tubuh karang menjadikan laju pertumbuhan karang menjadi lebih cepat (Joni et al., 2015).

Selain terhadap laju pertumbuhan, pengaruh yang sama juga ditunjukkan oleh parameter terhadap indeks mortalitas dengan hubungan positif dan negatif. Korelasi negatif ditunjukkan oleh berbagai faktor, yaitu kecerahan, suhu, arus, intensitas cahaya, salinitas, DO dan pH terhadap indeks mortalitas. Salah satu parameter yang berkorelasi sangat kuat ditunjukkan oleh intensitas cahaya dengan nilai korelasi sebesar -0,863. Hal ini menunjukkan bahwa makin tinggi intensitas cahaya yang mencapai terumbu karang akan menurunkan indeks mortalitas karang transplantasi. Intensitas cahaya memiliki fungsi sebagai unsur utama dalam proses terjadinya fotosintesis yang dilakukan oleh alga simbiosis *zooxanthellae* (Partini, 2009). Menurut Joni et al., (2015) bahwa sebesar 90% kebutuhan makanan terumbu karang untuk pertumbuhan dihasikan melalui proses fotosintesis sehingga makin tinggi intensitas cahaya akan menaikkan tingkat

kelangsungan hidup karang. Korelasi positif ditunjukkan oleh beberapa parameter terhadap indeks mortalitas, yaitu jenis media, nitrat, dan fosfat.

Gambar 12.13 merupakan plot gabungan antara *score plot* dan *loading plot* yang menunjukkan keterkaitan antara stasiun dan variabel dengan nilai eigen sebesar 68,36%. Nilai ini sudah memenuhi syarat minimum untuk menentukan banyaknya komponen yang diambil, yaitu 60% (Supranto, 2004). Menurut Maqbool et al., (2016) bahwa Faktor 1 dan Faktor 2 merupakan faktor yang dapat menggambarkan variabilitas tertinggi. Penelitian ini melakukan pengamatan pada lima jenis media, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 12.13 dengan simbol a, b, c, d, dan e dengan enam waktu pengamatan dengan simbol 1, 2, 3, 4, 5, dan 6.

Kuadran 1 menunjukkan terdapat a3, b3, c3, d3, dan e3 yang memiliki karakteristik spesifik terhadap arus, salinitas, laju pertumbuhan, pH, dan oksigen terlarut. Hasil ini sesuai dengan data penelitian yang sudah dilakukan di lapangan bahwa kadar oksigen terlarut berada pada kondisi tertinggi. Kuadran 2 menunjukkan a1, b1, c1, d1, e1, a2, b2, c2, d2, dan e2 memiliki karakteristik spesifik terhadap variabel intensitas cahaya dan suhu. Hal ini berarti bahwa pada a1, b1, c1, d1, e1, a2, b2, c2, d2, dan e2 variabel intensitas cahaya dan suhu lebih mendominasi dibandingkan dengan variabel lain. Hal ini juga dibuktikan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa intensitas cahaya dan suhu memiliki nilai tertinggi pada waktu pengamatan pertama dan kedua dibandingkan dengan waktu pengamatan lainnya. Kedua variabel ini menunjukkan korelasi positif terhadap pertumbuhan karang, yaitu jika variabel ini meningkat, laju pertumbuhan pun akan mengalami peningkatan.

Kuadran 3 menunjukkan a6, b6, c6, d6, dan e6 memiliki karakteristik spesifik terhadap variabel media dan indeks mortalitas. Hal ini menunjukkan bahwa pada pengamatan terjadi kematian yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan makin tingginya tingkat kematian karang pada pengamatan ini di kelima jenis media. Selanjutnya pada kuadran 4 menunjukkan a5, b5, c5, d5, dan e5 memiliki

karakteristik spesifik terhadap nitrat, ortofosfat, dan kecerahan. Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil penelitian yang ini memiliki nilai tertinggi pada variabel nitrat dan ortofosfat. Keseluruhan hasil analisis PCA ini menunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia perairan memengaruhi tingkat pertumbuhan dan indeks mortalitas dari fragmen karang yang ditransplantasikan.

G. Penutup

Limbah abu batu bara *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) dapat digunakan sebagai media transplantasi karang buatan untuk karang. Media transplantasi berbahan *fly ash* dan *bottom ash* terbukti layak dan cocok untuk pertumbuhan terumbu karang. Pemanfaatan limbah abu batu bara dari PLTU tersebut merupakan upaya memberikan kontribusi nyata untuk mendukung restorasi/pemulihan ekosistem terumbu karang dunia.

Rekomendasi dari tulisan ini adalah aplikasi transplantasi terumbu karang bermedia FABA diperbanyak sehingga tujuan rehabilitasi dan restorasi karang di perairan yang mengalami degradasi dapat tercapai. Tentunya hal ini disertai pengkajian lebih dalam sehingga membuka peluang penelitian, misalnya menggunakan jenis bibit karang yang berbeda dari jenis yang telah dicoba dalam penelitian terdahulu.

Referensi

- Clark, S., & Edwards, A. J. (1995). Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: Evaluation of a case study in the Maldiv Islands. *Coral Reefs*, 14(4), 201–213. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00334342>
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman hayati laut: Aset pembangunan berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Edwards A. J., & Clark, S. (1999). Coral transplantation: A useful management tool or misguided meddling? *Marine Pollution*

- Bulletin*, 37(8–12), 474–487. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X99001459>
- Effendi, F. W., & Aunurohim. (2012). Densitas zooxanthellae dan pertumbuhan karang *Acropora formosa* dan *Acropora nobilis* di perairan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. ANZDOC. <https://adoc.pub/kata-kunci-acropora-formosa-acropora-nobilis-densitas-zooxan.html>
- Fachrurrozie, A., Nufti, P. P., & Riani, W. (2012). Pengaruh perbedaan intensitas cahaya terhadap kelimpahan zooxanthellae pada karang bercabang marga: *Acropora* di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Akuatika*, 3(2), 115–124. <http://111.223.252.120/index.php/akuatika/article/view/1607>
- Fadli, N. (2008). Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang *Acropora formosa* yang ditransplantasikan pada media buatan yang terbuat dari pecahan karang (rubble). *Berita Biologi*, 9(3), 265–273. https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/782
- Febry, H. N., Batu, S., & Ratna, D. P. (2017). Tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora formosa* hasil transplantasi di perairan Sawapudo Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*, 2(4), 119–125. <https://text-id.123dok.com/document/zkx1r51y-tingkat-kelangsungan-hidup-karang-acropora-formosa-hasil-transplantasi-di-perairan-sawapudo-kecamatan-soropia-survival-rate-of-coral-acropora-formosa-as-transplantation-results-in-sawapudo-waters-soropia-district.html>
- Guntur, Abu Bakar S., & Jaziri A. A. (2018). *Rehabilitasi terumbu karang*. UB Press. https://books.google.co.id/books/about/Rehabilitasi_Terumbu_Karang.html?id=8vdqDwAAQBAJ&redir_esc=y
- Hakanson, L., & Bryhn, A. C. (2008). *Eutrophication in the Baltic Sea present situation, nutrient transport processes, remedial strategies*. SpringerVerlag Berlin Heidelberg. <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=mMpYxUpzY0YC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Eutrophication+in+the+Baltic+Sea+Present+Situation,+Nutrient+>

- Transport+Processes,+Remedial+Strategies&ots=wzwRvcvITv&sig=JhkqEPkgBOZnd7ZPBudS8rJdEso
- Haris, A. (2000). *Laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup fragmentasi buatan karang lunak (Octocorallia: Alcyonacea) Sarcophyton tracheliorporum van Marenzeller dan Lobophytum strictum Tixier-Durivault di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. Program Pascasarjana IPB.
- Harriott, V. J., & Fisk, D. A. (1988). Coral transplantation as a reef management option. Dalam *Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium, Townsville*, (Vol. 2, 375–379). https://www.researchgate.net/publication/267385903_Coral_transplantation_as_a_reef_management_option
- Herawati, E. Y., Arsad, S., & Khasanah, R. I. (2022). Growth rate and survival rate of montipora coral transplant on FABA material in Baluran National Park. Dalam *Prosiding 5th International Conference on Fisheries and Marine*.
- Hutagalung, J. (2013). *Analisis kandungan unsur pada terumbu karang (coral reef) di daerah pesisir pantai Sibolga* [Tesis tidak diterbitkan]. Universitas Negeri Medan. <http://digilib.unimed.ac.id/10350/>
- Iswara, S. (2010). *Analisis laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang Acropora spp., Hydno-pora rigida, dan Pocillopora verrucosa yang ditransplantasikan di Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/62861>
- Jaap, W. C. (1999). Coral reef restoration. *Ecol Eng*, 15(2), 345–364. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857400000859>
- Jipriandi, Pratomo, A., & Irawan, H. (2017). Pertumbuhan karang *Acropora formosa* dengan teknik transplantasi pada ukuran fragmen yang berbeda. https://www.researchgate.net/publication/322055700_PERTUMBUHAN_KARANG_Acropora_formosa_DENGAN_TEKNIK_TRANSPLANTASI_PADA_UKURAN_FRAGMEN_YANG_BERBEDA

- Joni, Irawan, H., & Pratomo, A. (2015). *Laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang Acropora formosa hasil transplantasi pada kedalaman berbeda*. https://www.researchgate.net/publication/313396342_LAJU_PERTUMBUHAN_DAN_TINGKAT_KELANGSUNGAN_HIDUP_KARANG_Acropora_formosa_HASIL_TRANSPLANSTASI_PADA_KEDALAMAN_BERBEDA
- Kambey, A. D. (2013). The growth of hard coral (*Acropora* sp.) transplants in coral reef of Malalayang Waters, North Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(4), 196–203. <https://doi.org/10.35800/jip.1.4.2013.3703>
- Kepmen LH No. 51 Tahun 2004. (2019, 18 April). *Baku mutu air laut untuk air laut*. Jakarta.
- Khasanah, R. I., Herawati, E. Y., Hariati, A., & Mahmudi, M. (2019). Growth rate of *Acropora formosa* coral fragments transplanted on different composition of FABA kerbstone artificial reef. *BIODIVERSITAS*, 20(12), 3593–3598. <https://mail.smujo.id/biodiv/article/view/4603>
- Khasanah, R. I. (2020). Kecepatan tumbuh dua spesies sclerectinian (*Acropora* sp. : Acroporidae) pada media kanstin FABA (FA:BA) [Disertasi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
- Maqbool, M. A., Aslam, M., & Ali, H. (2016). Evaluation of advance chickpea (*Cicer arietinum* L.) accessions based on drought tolerance indices and SSR markers againts different water treatment. *Pak Journal Bot*, 48(4), 1421–1429. https://www.researchgate.net/publication/306358363_Evaluation_of_advanced_chickpea_Cicer_Arietinum_L_accessions_based_on_drought_tolerance_indices_and_SSR_markers_against_different_water_treatments
- McManus, J. W. (2001). Coral reefs. *Encyclopedia of Ocean Sciences* (Second Edition). Academic Press, 524–534. <https://doi.org/10.1016/B978-012374473-9.00090-4>.
- Moulding, A. L. (2005). Coral recruitment patterns in the Florida keys. *Revista de Biología Tropical*, 53(1), 75–82.

- Mukholladun, W., Insafitri, & Effendy, M. (2016). Laju pertumbuhan karang *Goniastrea sp.* pada kedalaman berbeda di Pulau Mandangin Kabupaten Sampang. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Kelautan 27 juli 2016*. Universitas Trunojoyo Madura.
- Muzaki, F. K. (2019). Growth rate of *Acropora muricata* coral fragments transplanted on dome-shaped concrete artificial reef with different composition. *BIODIVERSITAS*, 20(6), 1555–1559. https://www.researchgate.net/publication/333754352_Short_Communication_Growth_rate_of_Acropora_muricata_coral_fragments_transplanted_on_dome-shaped_concrete_artificial_reef_with_different_composition
- Nurman, F. H., Sadarun, B., & Palupi, R. D. (2017). Tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora formosa* hasil transplantasi di perairan Sawapudo Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*, 2(4), 119–125. <https://text-id.123dok.com/document/zkx1r51y-tingkat-kelangsungan-hidup-karang-acropora-formosa-hasil-transplantasi-di-perairan-sawapudo-kecamatan-soropia-survival-rate-of-coral-acropora-formosa-as-transplantation-results-in-sawapudo-waters-soropia-district.html>
- Nybakken, J. P. (1992). *Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Partini. (2009). *Efek sedimentasi terhadap terumbu karang di Pantai Timur Kabupaten Bintan* [Skripsi tidak diterbitkan]. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Sekolah Pascasarjana IPB.
- Pastorok, R. A., & Bilyard, G. R. (1985). Effect of sewage pollution on coral reef communities. *Marine Ecology Progress Series*, 21, 175–189. <https://www.int-res.com/articles/meps/21/m021p175.pdf>
- Patty, & Simon, I. (2015). Karakteristik fosfat, nitrat, dan oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1), 18–23. <https://www.researchgate.net/>

- publication/334487442_Karakteristik_Fosfat_Nitrat_dan_Oksigen_Terlarut_di_Perairan_Selat_Lembah_Sulawesi_Utara
- Pratiwi, D. B., Ramses, R., & Efendi, Y. (2019). The differences pace of growth and survival rates of *Montipora tuberculosa* coral species which comes from parent transplants and parent nature. *Simbiosis*, 8(1), 10–19. <https://www.researchgate.net/publication/334725256>
- Rizal, A., Akbarsyah, N., Putra, P. K. D. N. Y., Permana, R., & Andhikawati, A. (2020). Molecular diversity of the bacterial community associated with *Acropora digitifera* (Dana, 1846) corals on Rancabuaya coastline, Garut District, Indonesia. *World Scientific News*, 144, 384–396. <https://www.researchgate.net/publication/341774597>
- Rizal, A., Wirawan, C. A., Pratiwy, F. M., & Pratiwi, D. Y. (2022). *Integrated development of marine and fisheries of Sangihe Islands district, North Sulawesi, Indonesia*. The Institute of Biopaleogeography named under Charles R. Darwin 12. <https://www.institutebiopaleogeography-darwin.com/wp-content/uploads/2012/11/IBPG-12-2022-1-63.pdf>
- Scoffin, T. P., Stearn, C., Boucher, D., Frydl, P., Hawkins, C. M., Hunter, I. G., & MacGeachy, J. K. (1980). Calcium carbonate budget of a fringing reef on the west coast of Barbados. I. Erosion, sediments and internal structure. *Bulletin of Marine Science*, 30(2), 475–508.
- Simarangkair, O. R., Yulianda, F., & Boer, M. (2015). Pemulihan komunitas karang keras pasca pemutihan karang di Amed Bali. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(2), 158–63. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/9963>
- Suhendar, D. B., Johan, O., Idris, S., Yusri, & Maduppa, H. H. (2020). Growth rate and survival of transplanted corals of the genera porites and *Montipora* in Pulau Tunda, Banten. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan Ke-VII* (1–11). Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana. https://www.researchgate.net/publication/347436131_
- Suharsono. (2017). *Jenis-jenis Karang di indonesia* (Ed. 3). Puslit Oseanografi-LIPI. Jakarta.

- Suharsono. (1984). *Pertumbuhan karang*. Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Sunarto. (2006). *Keanekaragaman hayati dan degradasi ekosistem terumbu karang* [Karya ilmiah]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran.
- Supranto, J. (2004). *Analisis multivariat: Arti dan interpretasi*. Rineka Cipta.
- Suprenant, B. (1991). *Designing concrete for exposure to seawater*. Magazine Engineering University of Colorado USA.
- Supriyadi. (2019). *Pengaruh faktor oseanografi dan suspensi sedimen terhadap pertumbuhan dan mortalitas karang transplantasi (Acropora spp.) di Paiton Probolinggo* [Skripsi]. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel.
- Wikana, I., & Wantutrianus. (2014). Pengaruh pemakaian fly ash abu batu sebagai pengganti sebagian semen pada kuat tekan beton mutu tinggi. *Majalah Ilmiah UKRIM*, 1(XIX), 41–52. <https://e-jurnal.ukrimuniversity.ac.id/file/IWAN%20-%20WANTUTRIANUS.%20Ed%201-2014.pdf>
- Wilkinson, C. (2008). *Status of coral reefs of the world: 2008*. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rain Forest Research Centre.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 13

Unit Evolusioner dan Pengelolaan Ikan Endemik Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*) di Pulau Banggai, Sulawesi Tengah

Samliok Ndobe, Novalina Serdiati, Abdul Gani, Zakirah Raihani Ya'la, Achmad Rizal, Getreda Melsina Hehanussa, Andi Ramlan, A. Syahrudin, Kharisma Habibillah, Deddy Wahyudi, Soemarno, Endang Yuli Herawati, Daduk Setyohadi, Abigail Mary Moore

A. Pelestarian Ikan Capungan Banggai

Dalam kegiatan pengelolaan perikanan tangkap maupun konservasi sumber daya hayati laut, salah satu aspek penting adalah penentuan unit pengelolaan yang tepat (Cadrin, 2020; Crandall et al., 2000). Secara teoretis, pengelolaan suatu jenis atau kelompok jenis biota laut seharusnya berbasis *stock* dan mencakup populasi yang memiliki kekerabatan genetica serta keterkaitan demografis yang memadai,

S. Ndobe*, N. Serdiati, A. Gani, Z.R. Ya'la, A. Rizal, G.M. Hehanusa, A. Ramlan, A. Syahrudin, K. Habibillah, D. Wahyudi, Soemarno, E.Y. Herawati, D. Setyohadi, & A.M. Moore.

*Universitas Tadulako, Palu, e-mail: samndobe@yahoo.com

© 2023 Editor & Penulis

Ndobe, S., Serdiati, N., Gani, A., Ya'la, Z. R., Rizal, A., Hehanusa, G. M., Ramlan, A., Syahrudin, A., Habibillah, K., Wahyudi, D., Soemarno, Herawati, E. Y., Setyohadi, D., & Moore, A. M. (2023). Unit evolusioner dan pengelolaan ikan endemik capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) di Pulau Banggai, Sulawesi Tengah. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (463–504). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c764 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

tetapi situasi ideal ini tidak selalu terwujud. Faktor pengaruhnya, antara lain kesulitan dalam menentukan *stock*, misalnya akibat kurangnya data biologi dan ekologi (bioekologi) jenis yang dikelola, serta fakta bahwa batas unit pengelolaan kerap kali ditentukan atau dipengaruhi oleh tata ruang dan batas-batas administratif. Di Indonesia unit pengelolaan dipengaruhi oleh sedikitnya tiga jenis pembatasan administratif, yaitu wilayah pengelolaan perikanan (WPP), otonomi daerah (ruang laut masing-masing provinsi dan nasional), dan berbagai status wilayah laut, misalnya kawasan konservasi, jalur pelayaran, dan sebagainya.

Menentukan unit pengelolaan terbaik, dengan mempertimbangkan faktor bioekologi ikan maupun struktur tata ruang dan pemerintahan yang berlaku, memerlukan data yang memadai tentang populasi ikan yang hendak dikelola, termasuk secara khusus batas-batas alami antarstok (Cadrin, 2020). Apabila populasi suatu spesies terdiri atas sejumlah sub-populasi yang terpisah secara reproduktif (individu usia dewasa dari populasi berbeda tidak dapat bertemu/berinteraksi dan kawin) dan demografik (tidak terjadi perpindahan antar populasi selama daur hidup), masing-masing sub-populasi tersebut dapat berevolusi tersendiri sehingga dapat dipandang sebagai *evolutionarily significant units* (ESU) (Moritz, 1994) atau unit evolusioner. Dalam konteks perikanan, setiap ESU seharusnya dipandang sebagai unit pengelolaan, atau dalam ilmu perikanan disebut sebagai stok, karena kehilangan suatu ESU bukan hanya berarti terjadi ekstirpasi (kepunahan lokal), melainkan juga hilangnya keanekaragaman plasma nutfah (*genetic biodiversity*) yang unik (Ndobe, Yasir, et al., 2018).

Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*, Koumans 1933), nama lokal ikan capungan banggai, adalah ikan hias laut asli Indonesia dengan penyebaran endemik sangat terbatas di perairan dangkal Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, dan sejumlah pulau kecil berdekatan dengan Pulau Taliabu (Vagelli, 2011) yang secara administratif masuk dalam wilayah Provinsi Maluku Utara. Dari aspek administratif, populasi endemik ikan capungan banggai berada di WPP 714, yaitu sebagian besar berada di Provinsi Sulawesi Tengah

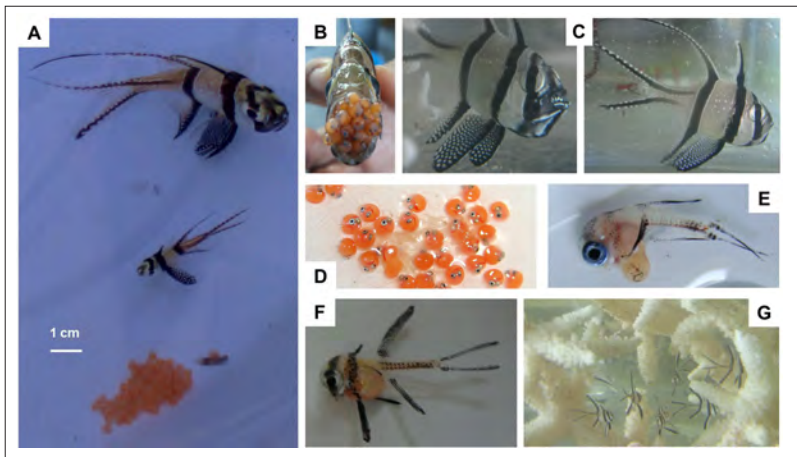
(Kabupaten Banggai Laut dan Kabupaten Banggai Kepulauan) dan sebagian kecil di Provinsi Maluku Utara (Pulau Taliabu, Kabupaten Pulau Taliabu, Provinsi Maluku Utara). Penyebaran endemik ikan capungan Banggai di Provinsi Sulawesi Tengah hampir semuanya berada dalam kawasan konservasi pesisir dan pulau-pulau kecil (KKPD) meliputi wilayah Banggai, Banggai Laut, Banggai Kepulauan, dan Perairan Sekitarnya di Provinsi Sulawesi Tengah (selanjutnya disebut KKP3KD Banggai) yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 53/KEPMEN-KP/2019.

Kelestarian ikan capungan banggai adalah salah satu tujuan pengelolaan KKP3KD Banggai. Dalam konteks ini, pemetaan unit evolusioner atau stok ikan capungan banggai di KKP3KD menjadi hal penting untuk mendukung pengelolaan lestari ikan tersebut, khususnya dalam mengidentifikasi unit dan pola pengelolaan yang efektif. Identifikasi unit evolusioner (ESU) atau stok dan evaluasi terhadap statusnya dapat dilakukan berdasarkan data sifat morfometrik dan meristik, data sifat genetika, dan pengetahuan mengenai biologi, ekologi dan sejarah pemanfaatan ikan (Cadrin, 2020; Crandall et al., 2000; Moritz, 1994).

Perairan Pulau Banggai, yang merupakan pulau terbesar di Kabupaten Banggai Laut, adalah bagian dari KKP3KD Banggai dengan zonasi mencakup zona inti, pemanfaatan, dan lainnya. Selain itu, hasil survei menunjukkan bahwa awalnya kelimpahan ikan capungan banggai di perairan Pulau Banggai relatif tinggi dibanding kebanyakan pulau lainnya (Ndobe, Soemarno, et al., 2013; Vagelli, 2011). Dengan demikian, bab ini menyajikan hasil evaluasi unit evolusioner dan status ikan tersebut di wilayah endemik, dan secara khusus di Pulau Banggai, untuk menunjang perencanaan dan pelaksanaan pengelolaan yang bersifat holistik dan berkelanjutan. Evaluasi tersebut dilakukan dengan menggali dan memadukan data sifat biologi, morfometrik, dan genetik serta aspek ekologi dan pemanfaatan ikan capungan banggai. Sumber data mencakup yang tersedia baik untuk umum (misalnya artikel jurnal ilmiah) maupun yang tidak dipublikasi (misalnya skripsi dan disertasi).

B. Bioekologi Ikan Capungan Banggai

Ikan capungan banggai memiliki cara reproduksi khas yang disebut *paternal mouthbrooder with direct development* (Vagelli, 1999). Setelah membuahi telur yang dikeluarkan oleh induk betina (umumnya 50-an butir), induk jantan langsung mengambil dan memasukan massa telur ke dalam rongga mulutnya dan mengeraminya sampai menetas selama sekitar 20 hari, kemudian lanjut mengerami larva (sekitar 7–10 hari) hingga menyerupai ikan dewasa dengan panjang baku 6–8 mm dan mampu hidup mandiri (Ndobe, Soemarno, et al., 2013; Vagelli, 1999). Yuwana capungan banggai yang baru dilepas disebut *recruit* atau rekrut; umumnya kuning telur telah habis, tetapi rangka baru terbentuk sempurna pada ukuran panjang baku sekitar 18 mm

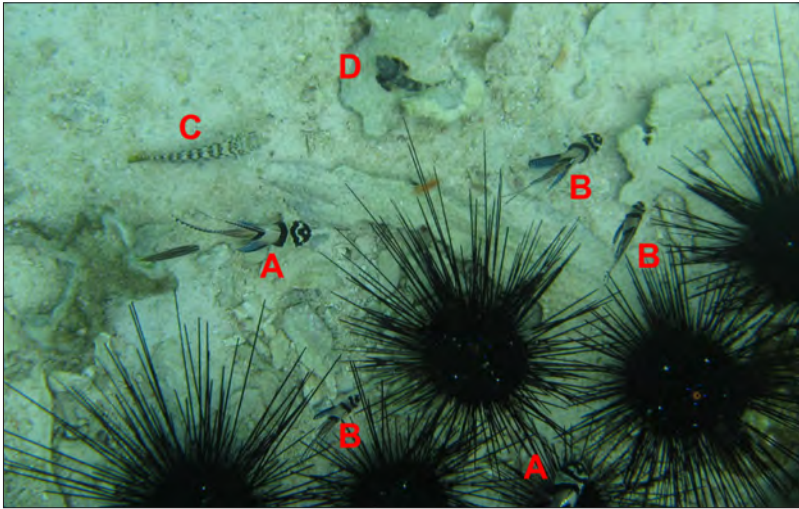


Keterangan: (A) ikan dewasa, juwana dan telur, (B) ikan jantan mengerami telur, (C) jantan mengerami larva di akuarium, (D) telur berdiameter \pm 3mm, (E) larva, (F) larva terlepas prematur, masih dengan kuning telur, (G) rekrut baru terlepas di akuarium, panjang baku 6–8 mm.

Sumber: (A) Samliok Ndobe (2011); (B) Abigail Mary Moore (2004); (C), (D), (E), (F) Abigail Mary Moore (2010); (G) Samliok Ndobe (2010)

Gambar 13.1 Beberapa Fase Daur Hidup Ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*)

(Vagelli, 1999). Individu jantan dan betina tidak memiliki perbedaan morfologi eksternal, matang gonad pertama pada ukuran panjang baku sekitar 35–42 mm, dan dapat mencapai usia 3–5 tahun (Ndobe, Soemarno, et al., 2013). Beberapa fase daur hidup ikan capungan banggai ditampilkan pada Gambar 13.1.



Keterangan: (A) Induk jantan capungan banggai (*P. kauderni*) yang mengerami larva, (B) capungan Banggai dewasa, (C) ikan predator tidak teridentifikasi, (D) ikan dari Scorpaenidae yang telah menunggu 3 hari, diamati berhasil memangsa rekrut yang terlepas pada hari berikut (bulan purnama).

Sumber: Ndobe (2013)

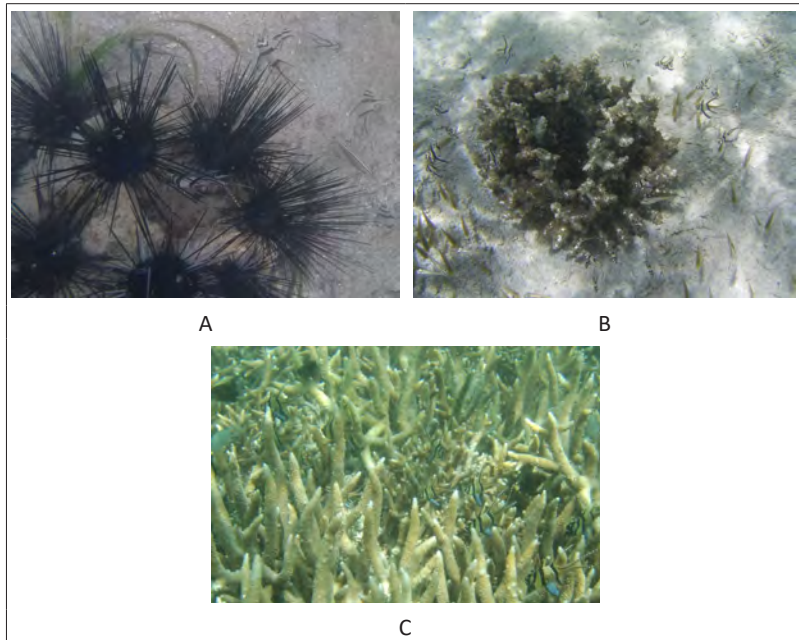
Gambar 13.2 Predator (B, C, D) di sekitar induk jantan ikan capungan banggai mengerami larva yang hampir siap untuk dilepaskan sebagai rekrut (A) di Perairan Bone Baru.

Setelah dilepas oleh induknya, rekrut ikan capungan banggai langsung mencari perlindungan dari pemangsaan pada hewan benthik yang disebut mikrohabitat dan selanjutnya menetap sebagai hewan benthik yang berasosiasi dengan mikrohabitat dan tidak berpindah jauh sepanjang sisa daur hidupnya (Kolm et al., 2005; Vagelli, 2011).

Jenis mikrohabitat ikan capungan Banggai yang pernah tercatat sangat banyak, tetapi tiga jenis utama adalah bulu babi, anemon laut, dan karang keras (Ndobe, Yasir, et al., 2018). Preferensi mikrohabitat cenderung berubah seiring dengan fase daur hidup meskipun semua ukuran ikan capungan banggai sering berasosiasi dengan bulu babi, terutama dari genus *Diadema*. Anemon laut serta karang *Heliofungia actiniformis* yang menyerupai anemon laut penting sebagai mikrohabitat rekrut dan yuwana, sedangkan berbagai jenis karang keras merupakan tempat perlindungan ikan capungan banggai lebih besar (Moore et al., 2020; Ndobe et al., 2008; Ndobe, Widiastuti, & Moore, 2013; Vagelli, 2004).

Dinamika populasi dan kelestarian ikan capungan banggai sangat tergantung dari ketersediaan mikrohabitat yang tepat, terutama untuk rekrut dan yuwana, agar mereka dapat bertahan hidup dan tumbuh hingga dewasa (Ndobe, Soemarno, et al., 2013). Contoh asosiasi ikan capungan banggai dengan ketiga jenis mikrohabitat utama ditampilkan pada Gambar 13.3.

Daur hidup ikan capungan banggai (*P. kauderni*) yang tidak memiliki fase pelagis, sifat menetap (*sedentary*), dan ketergantungan pada mikrohabitat merupakan faktor pendukung isolasi reproduktif dan demografik. Jika terpisah oleh perairan dalam antarpulau atau bentangan pesisir yang tidak menyediakan habitat yang sesuai (misalnya tebing yang curam atas dan bawah laut), sangat kecil kemungkinan ikan capungan banggai dapat berpindah di antara dua lokasi. Populasi yang terpisah akan cenderung berevolusi dan membentuk stok dengan ciri khas fisik dan sifat genetik yang khas (Hawkins et al., 2016; Treml et al., 2015). Dengan demikian, dapat diprediksi bahwa berbagai populasi ikan capungan banggai berpotensi sebagai unit evolusioner berstatus ESU, sekalipun dengan jarak di antaranya yang relatif pendek (Moore et al., 2021; Ndobe & Moore, 2013).



Keterangan: (A) beragam ukuran ikan pada *Diadema* sp. di Popisi tahun 2017, (B) ikan berukuran kecil di anemon laut (*Actinodendron* sp.) di Tinakin Laut tahun 2006, dan (C) ikan dewasa pada karang bercabang di Monsongan tahun 2004

Sumber: (A) Abigail Mary Moore (2017); (B) Abigail Mary Moore (2006); (C) Abigail Mary Moore (2004)

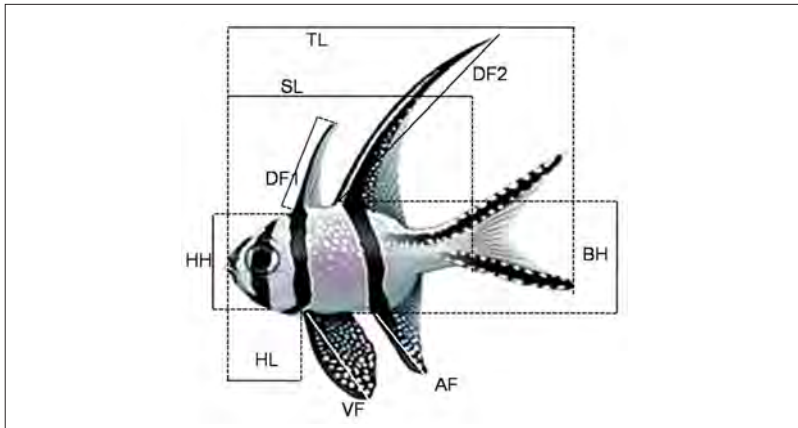
Gambar 13.3 Ikan Capungan Banggai pada Tiga Mikrohabitat Utama di Perairan Pulau Banggai

C. Unit Evolusioner Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai

Penelitian terhadap sifat genetika ikan capungan banggai (*P. kauderni*) di penyebaran endemiknya menunjukkan bahwa ikan ini memiliki struktur genetika populasi sangat rumit pada skala yang kecil (*fine-*

scale) dan berbagai sub-populasi terindikasi memenuhi kriteria sebagai unit evolusioner atau *evolutionarily significant units* (ESU). Khususnya di perairan Pulau Banggai, data sebagai dasar perkiraan jumlah dan batasan unit evolusioner ikan capungan banggai mencakup data genetika dan morfometrik yang berasal dari ekspedisi yang diketuai oleh Vagelli (Bernardi & Vagelli, 2004; Vagelli et al., 2009), Kolm (Hoffman et al., 2004, 2005; Kolm et al., 2005), dan Ndobe (Ndobe et al., 2012; Ndobe & Moore, 2013).

Kajian morfometrik terhadap perbedaan dalam bentuk tubuh antar populasi ikan capungan banggai pada enam lokasi di Pulau Banggai menggunakan pendekatan klasik dan *geometric morphometrics* (GM) (Ndobe & Moore, 2013). Sembilan karakter morfometrik klasik pada Gambar 13.4 dijadikan angka yang tidak dipengaruhi oleh ukuran individu dengan diolah menjadi rasio, kemudian dianalisis perbandingan karakteristik morfometrik menggunakan *analysis of variance* (Anova). Rasio yang digunakan terdiri atas tujuh karakter

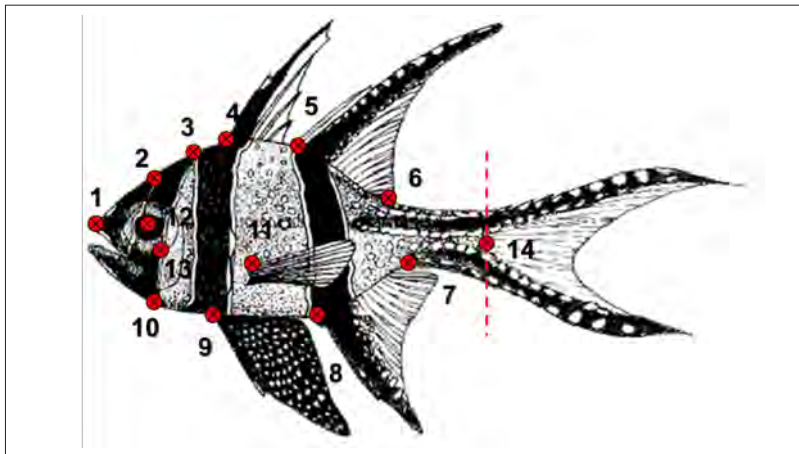


Keterangan: TL = panjang total; SL = panjang baku; HL = panjang kepala; HH = tinggi kepala; DF1 = sirip dorsal depan; DF2 = sirip dorsal belakang; AF = sirip anal; VF = sirip ventral; LJJ = rahang bawah.

Sumber: Ndobe & Moore (2013)

Gambar 13.4 Karakter Morfometrik Klasik Ikan Capungan Banggai (*P. kauderni*)

yang dibagi dengan panjang baku (SL), yaitu panjang kepala (HL/SL); tinggi kepala (HH/SL); sirip dorsal 1 (DF1/SL); sirip dorsal 2 (DF2/SL); sirip anal (AF/SL); sirip ventral (VF/SL); rahang bawah (LJL/SL); kemudian rasio panjang baku terhadap tinggi badan (SL/BH), dan tinggi kepala terhadap tinggi badan (HH/BH). Pendekatan *geometric morphometrics* mengikuti Klingenberg (2011) menggunakan 14 titik-titik *landmark* yang didefinisikan pada tubuh ikan capungan Banggai (Gambar 13.5).



Keterangan: titik *landmark* ditandai oleh ikon merah bulat bernomor.

Sumber: Ndobe & Moore (2013)

Gambar 13.5 Titik *Landmark* Pembentuk *Centroid* pada Ikan Capungan Banggai (*P. kauderni*)

Titik *landmark* membentuk sebuah poligon yang disebut *centroid* dan dianalisis dalam program MorphoJ (Klingenberg, 2011), yaitu nilai jarak *procrustes* antar-*centroid* mewakili besarnya perbedaan bentuk rata-rata antarpopulasi. Data morfometrik khusus pada enam lokasi populasi ikan capungan banggai di Pulau Banggai ditampilkan pada Tabel 13.1 dan 13.2.

Tabel 13.1 Perbedaan¹ Enam Populasi Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai² Berdasarkan Sembilan Karakter Morfometrik Klasik³ (*Pairwise* Anova, 30–36 ekor/populasi)

Lokasi	POP	PLN	TIN	MON	TOL	MAT
POP		2	5	7	8	8
PLN	1		5	4	6	5
TIN	4	3		1	6	3
MON	5	2	0		7	4
TOL	6	3	5	6		4
MAT	6	5	2	2	3	

Keterangan: ¹Jumlah karakter yang berbeda nyata: atas pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$); bawah pada selang kepercayaan 99% ($\alpha = 0.01$); ²POP = Popisi; PLN = Paisulimukon; TIN = Tinakin Laut; MON = Monsongan; TOL = Tolokibit; MAT = Matanga; ³Gambar 4

Sumber: Ndobe & Moore (2013)

Tabel 13.2 Nilai *p* dan Signifikansi¹ Perbedaan Bentuk Rata-rata (*Centroid*) Enam Sub-populasi Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai² Berdasarkan Jarak *Procrustes*³

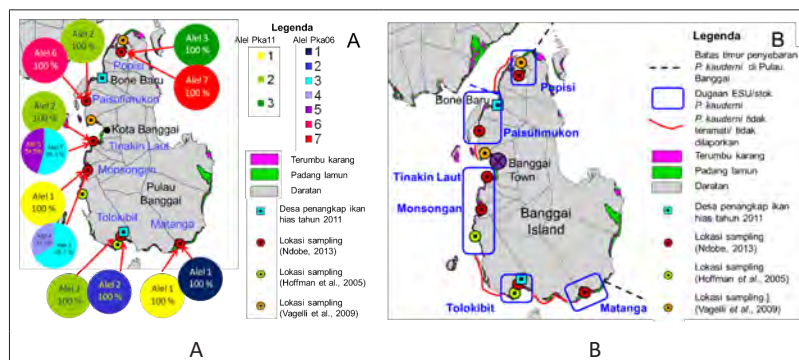
Lokasi	POP	PLN	TIN	MON	TOL	MAT
POP		**	**	**	**	**
PLN	<0.0001		*	ns ⁴	*	**
TIN	<0.0001	0.0043		ns	*	**
MON	<0.0001	0.0619 ⁴	0.2067		*	*
TOL	<0.0001	0.0007	0.0015	0.0324		*
MAT	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0023	0.0228	

Keterangan: ¹ns = tidak signifikan ($p > 0.05$); * signifikan ($p < 0.05$); ** sangat signifikan ($p < 0.01$); ²POP = Popisi; PLN = Paisulimukon; TIN = Tinakin Laut; MON = Monsongan; TOL = Tolokibit; MAT = Matanga; ³Program MorphoJ (Klingenberg, 2011), 14 titik *landmark* (Gambar 5), 30-36 ekor/sub-populasi ; ⁴Perbedaan dengan nilai $p \leq 0.07$ terkadang dapat dipandang signifikan secara biologi atau ekologi (Kusche et al., 2012)

Sumber: Ndobe & Moore (2013)

Analisis genetika menggunakan dua mikrosatelit (PK06 dan PK11) yang dikembangkan oleh Hoffman et al. (2004). Beberapa studi menunjukkan perbedaan nyata antara Monsongan dan Tolokibit (Hoffman et al., 2005) serta di antara Popisi dan suatu populasi

relatif dekat dengan Kota Banggai (Bernardi & Vagelli, 2004; Vagelli et al., 2009). Kemudian kajian pada enam lokasi di Pulau Banggai (Ndobe, 2013; Ndobe et al., 2012) menunjukkan perbedaan alel kedua mikrosatelit tersebut antarlokasi (Gambar 13.6A). Pada mikrosatelit PK11 terdapat 3 alel, dan alel ke-3 hanya terdeteksi di Popisi. Pada mikrosatelit PK06 setiap lokasi memiliki alel khas, tetapi alel ke-3 terdeteksi di Monsongan dan di Tinakin Laut. Perpaduan data morfometrik/meristik klasik, *geometric morphometrics*, dan data genetik (mikrosatelit) menunjukkan sedikitnya lima populasi dengan sifat khas dan diduga kuat sebagai unit evolusioner di sekitar Pulau Banggai (Gambar 13.6B).



Keterangan: (A) Sebaran alel mikrosatelit PK06 dan PK11 pada enam populasi ikan capungan Banggai, (B) Peta dugaan *evolutionarily significant units* (ESU) ikan capungan banggai di perairan Pulau Banggai berdasarkan data morfometrik dan genetik
 Sumber: Ndobe (2013)

Gambar 13.6 Alel dan Dugaan Unit Evolusioner Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai

Desa Bone Baru merupakan pusat pengumpulan dan perdagangan ikan capungan banggai sehingga sejak puluhan tahun terjadi pelepasan ikan capungan banggai berasal dari sejumlah besar sub-populasi tersebar di Kepulauan Banggai (EC-PREP, 2005; Moore et al., 2021). Ikan yang dilepas berasal dari berbagai unit evolusioner

(ESU) dan tercampur baik secara demografik maupun reproduktif dengan populasi asli di Bone Baru. Dengan demikian, populasi ikan capungan banggai di perairan Bone Baru akan memiliki sifat genetika yang beragam dan tidak dapat memenuhi kriteria unit evolusioner Ndobe, Yasir, et al., 2018. Oleh karena itu, meskipun diduga bahwa semulanya Bone Baru dan Paisulimukon merupakan bagian dari unit evolusioner yang sama, Bone Baru dipandang perlu pengelolaan tersendiri dan bukan sebagai bagian dari suatu unit evolusioner. Konsekuensinya, antara lain, ikan dari Bone Baru dan turunannya (misalnya dari hasil budi daya) seharusnya tidak dilepaskan kembali di lokasi lain manapun dalam penyebaran endemik ikan capungan banggai untuk menghindari terjadinya perubahan sifat genetika asli pada populasi (ESU) di lokasi pelepasan.

Habitat ikan capungan banggai yang kontinu sepanjang pesisir antara Tinakin Laut dan Monsongan diduga sebagai faktor penyebab perbedaan relatif sedikit dan dapat dipandang sebagai satu unit evolusioner atau stok dalam pengelolaan. Pada bagian pesisir P. Banggai ini, banyak perubahan yang terjadi akibat pembangunan pelabuhan feri di Tinakin Laut, reklamasi untuk perluasan perkampungan suku Bajo di Monsongan, dan berbagai kegiatan pembangunan pesisir lainnya yang telah berlangsung atau sedang dalam tahap perencanaan. Dengan kompleksitas tersebut, unit pengelolaan populasi ikan capungan banggai yang membentang sepanjang pesisir tersebut akan memudahkan perencanaan dan pelaksanaan pengelolaan lestari.

Perbedaan terbesar secara morfometrik dan genetik searah dengan jarak geografis, yaitu antar sub-populasi ikan capungan banggai di Teluk Popisi/Lokotoy di pesisir utara P. Banggai dan sub-populasi Matanga di pesisir selatan pulau tersebut. Perbedaan morfometrik antara Popisi/Lokotoy dan Matanga di bagian kepala dan rasio panjang/tinggi badan (*aspect ratio*) diduga terkait dengan besarnya ruang untuk mengerami telur serta kemampuan untuk melawan arus (Ndobe & Moore, 2013). Teluk Popisi/Lokotoy relatif terlindung dari cuaca, termasuk gelombang ombak dan arus kencang. Individu ikan capungan banggai di lokasi ini cenderung memiliki kepala yang lebih

tinggi sehingga kiranya induk jantan dapat mengerami lebih banyak telur dan larva di rongga mulutnya. Sementara di perairan Matanga yang relatif terbuka pada cuaca dengan arus kencang, individu ikan capungan banggai cenderung memiliki bentuk kepala lebih runcing dan badan lebih panjang relatif terhadap tingginya. Bentuk ini diduga lebih efisien dalam berenang dan mempertahankan diri, meskipun kemungkinan mengurangi volume rongga mulut induk jantan dan jumlah telur yang dapat dierami. Perbedaan bentuk rata-rata tersebut diduga terkait dengan evolusi genetik pada tingkat ESU dan/atau adaptasi individu terhadap lingkungannya (misalnya melalui ekspresi gen). Namun, perlu kajian mendalam untuk membuktikan hal ini.

D. Status Ikan Capungan Banggai di Pulau Banggai

Ikan capungan banggai berstatus terancam punah (*endangered*) pada Daftar Merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Dua ancaman utamanya adalah pemanfaatan sebagai ikan hias dan degradasi habitat (Allen & Donaldson, 2007). Selanjutnya, penurunan kelimpahan mikrohabitat merupakan ancaman nyata terhadap kelestarian ikan tersebut (Ndobe, Widiastuti, & Moore, 2013; Ndobe et al., 2023). Perlindungan ikan capungan Banggai *P. kauderni* di Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 61/Permen-KP/2018 tentang Pemanfaatan Jenis Ikan yang Dilindungi dan/atau Jenis Ikan yang Tercantum dalam Appendiks CITES dan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 49/Kepmen- KP/2018 tentang Penetapan Status Perlindungan Terbatas Ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*) (Arbi et al., 2022).

Data hasil survei dan monitoring ikan capungan banggai dan mikrohabitatnya di P. Banggai mencakup lebih dari 25 tahun sejak “penemuan ulang” ikan capungan Banggai tahun 1994 (Yalindua et al., 2022). Data yang terkumpul sejak tahun 2004 menggunakan metode yang relatif sama (*belt transect*). Program Uni Eropa melibatkan Network of Aquaculture Centres in Asia (NACA), Direktorat Jenderal Perikanan Budi Daya, dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM)

bernama Yasayan Palu Hijau (YPH), yang dalam hal ini, pendataan di Kepulauan Banggai dilakukan oleh YPH (EC-PREP, 2005). Berdasarkan hasil EC-PREP, pendataan lanjutan mendapat dukungan dari Program Mitra Bahari dan DIKTI (Ndobe et al., 2008; Ndobe, Moore, Nasmia, et al., 2013; Ndobe, Widiastuti, & Moore, 2013). Sebagian kegiatan monitoring pada periode 2008–2012 merupakan bagian dari implementasi Rencana Aksi Banggai Cardinalfish (RAN-BCF) yang tersusun setelah usulan pertama ikan capungan banggai ke Lampiran II CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) tahun 2007 (Moore et al., 2011; Moore & Ndobe, 2013; Yahya et al., 2012).

Sejak tahun 2017 sebagian pendataan merupakan bagian dari Rencana Aksi Nasional Konservasi Ikan Capungan Banggai (RAN-KICB) periode 2017–2021 (Rusandi et al., 2016) yang tersusun setelah usulan kedua ikan capungan banggai ke Lampiran II CITES pada tahun 2016, dan mengikuti pedoman resmi monitoring ikan capungan banggai (Suwardi. et al., 2019). Metode baku di pedoman tersebut sama atau mirip dengan metodologi pada survei-monitoring sejak 2004. Monitoring terlaksana melalui kerja sama antara Kementerian Kelautan dan Perikanan, khususnya Badan Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar, akademisi, LSM, dan *stakeholders* lain (Arbi et al., 2021; Ndobe et al., 2020, 2023; Wiadnyana et al., 2020). Sebagian lainnya merupakan kegiatan riset akademik atau dari instansi pemerintah lain, antara lain, dalam rangka penilaian dampak wabah pemutihan terumbu karang tahun 2016 (Moore et al., 2017b; Ndobe et al., 2017) dan penelitian terhadap berbagai aspek biologi, ekologi, dan genetika ikan capungan banggai atau mikrohabitatnya (Moore, Ndobe, Yasir, Ambo-Rappe, & Jompa, 2019; Moore, Ndobe, Yasir, & Jompa, 2019; Moore, Tassaka, et al., 2019; Ndobe et al., 2012, ; Ndobe, Moore, Salanggon, et al., 2013; Ndobe, Jompa, et al., 2018). Pemetaan ancaman terhadap ekosistem habitat ikan capungan banggai baik di Pulau Banggai maupun sejumlah pulau lainnya di Kepulauan Banggai tahun 2013 secara singkat ditampilkan pada Tabel 13.3.

Table 13.3 Ancaman terhadap Ekosistem Habitat Ikan Capungan Banggai

Ancaman terhadap Ekosistem Perairan Dangkal (Habitat BCF)	P. Banggai				Pulau lainnya							
	Bone Baru	Tinakin Laut	Monson- gan	P. Bang- dang ¹	Tolokibit	Ma- tanga	Toro- pot- ngan	Kombo- ngan	Nggasu- Mbuang- ang	Toado/P. Bone Mbuang Lampu Bone	Togong Bone	Liang Lintang
Tanda/Informasi Perikanan Destruktif												
Penambangan karang	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pemboman	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pembiusan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pengambilan mata tujuh ²	X				X	X						
Pengambilan bambu laut ³		X				X	X	X	X			X
Lainnya	X				X				X	X	X	X
Tanda Tangkap Lebih												
Jumlah ikan indikator Reef Check rendah/nol												
Ikan karang konsumsi												
Moluska (kerang siput)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ekinodermata (bulu babi)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Anemone laut		X			X	X					X	X
Degradasi Hulu, Pembangunan Pesisir dan Wabah Pemangsa Karang												
Penimbungan/reklamasi	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
Sedimentasi	X	X	X		X	X					X	X

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Ancaman terhadap Ekosistem Perairan Dangkal (Habitat BCF)	P. Banggai					Pulau lainnya									
	Bone Baru	Paisulimu- Laut	Timakin	Monson- P. Banggai	P. Banggai	Tolokbit	Matangan	Toropot	Kombongan	Nggasung	Mbuang Lampu	Toado/P. Bone	Bone Bone	Tolobundu	Togong Lintang
Pencemaran (sampah/limbah)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lipan laut (wabab) ^a				X	X										
Pengambilan biota yang dilindungi (PP No7/1999 atau aturan lain berlaku tahun 2013)															
Penyu				X	X			X							X
Kima raksasa ⁵	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kepala kambing ⁶				X	X			X							X
Triton terompet ⁷								X							
Lola/trochus ⁸				X	X			X	X						
Ikan maming/Napoleon		X		X	X			X		X		X	X	X	X

Keterangan: ¹Pulau Bandang adalah pulau kecil di Desa Monsongan; ²Abalon, *Haliotis* sp.; ³*Isis hippuris*; ⁴*Acanthaster planci*; ⁵Tridacnidae; ⁶*Cassius cornutus*; ⁷*Charonia tritonis* ⁸*Rochia nilotica* (sebelumnya *Trochus niloticus*); *Cheilinus undulatus*
Sumber: Ndoobe, Moore, Salangon, et al. (2013)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Ringkasan hasil survei dan monitoring terhadap ekosistem habitat ditampilkan pada Tabel 13.4, sedangkan data kelimpahan ikan capungan banggai dan mikrohabitat utama ditampilkan pada Tabel 13.5. Ringkasan dari hasil survei dan monitoring di Pulau Banggai (Tabel 13.3–13.5) menunjukkan penurunan kondisi habitat dan kelimpahan ikan capungan banggai dan mikrohabitat pada hampir semua lokasi yang ada datanya.

Tabel 13.4 Karakteristik, Kategori Umum, dan Perubahan Kondisi Habitat Ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*) pada Lima Lokasi di Pulau Banggai-Sulawesi Tengah

Lokasi	Karakteristik lokasi			Kategori umum		Perubahan kondisi habitat
	Dugaan ESU	Deskripsi	Ekosistem dominan ¹	2011/2012	2017/2018	
Popisi/Lokotoy	Ya	Teluk terlindung	RF/SG CR	Sedang	Sedang/Rusak	Menurun
Bone Baru	Tidak	Teluk	RF/SG	Sedang	Sedang	Menurun
Tinakin Laut	Ya ²	Pelabuhan	RF/SG	Kurang baik	Kurang baik	Stabil
Monsongan		Teluk terbuka	RF/CR (SG)	Sedang	Sedang	Menurun
Tolokobit	Ya	Teluk terlindung	SG/RF	Sedang	Kurang baik	Menurun

Keterangan: ¹SG = padang lamun; RF = rata-rata karang; CR = terumbu karang; ²Populasi ikan capungan banggai dari Tinakin Laut sampai Monsongan diduga sebagai satu ESU
Sumber: Ndohe, Moore, et al. (2019)

Tabel 13.5 Perubahan Kelimpahan Ikan Capungan Banggai (CB), Bulu Babi (BB), dan Anemone Laut (AL) pada Enam Sub-populasi di Pulau Banggai

Lokasi	Dugaan ESU	Tahun atau Periode Pendataan					Perubahan kelimpahan ¹		
		2004	2006–2008	2011–2012	2014–2017	2018–2022	CB	BB	AL
Popisi/Lokotoy	Ya			X	X	X	T	T	T
Bone Baru	Tidak	X	X	X	X	X	V	V	T
Paisulimukon dan sekitarnya	Ya			X			-	-	

Lokasi	Dugaan ESU	Tahun atau Periode Pendataan					Perubahan kelimpahan ¹		
		2004	2006– 2008	2011– 2012	2014– 2017	2018– 2022	CB	BB	AL
Tinakin Laut-Monsongan	Ya	X	X	X	X	X	T	T	T
Tolokobit	Ya	X	X	X	X	X	T	TT	T
Matanga	Ya	X		X	X	X	T	T	TT

Keterangan: ¹T = turun; TT = turun tajam; V = bervariasi tanpa pola yang jelas

Sumber: EC-PREP (2005); Moore et al. (2011, 2021); Ndobe, Widiastuti, & Moore, 2013; Ndobe, Moore, Salanggon, et al., 2013; Ndobe, Yasir, et al., 2018; Ndobe, Jompa, et al., 2018; Yahya et al. (2012)

Hasil monitoring menunjukkan perbedaan antarlokasi. Namun, pada empat dari lima desa dengan data yang memadai, kelimpahan ikan capungan banggai menurun searah dengan perubahan kelimpahan mikrohabitat. Kondisi umum habitat menurun pula; kondisi relatif stabil di Tinakin Laut sejak 2011 hanya karena kerusakan signifikan dibanding tahun 2004 yang terjadi pada periode 2007–2011. Faktor kerusakan habitat di lokasi ini, antara lain, pengambilan bulu babi dan anemon secara besar-besaran saat kemarau berkepanjangan tahun 2007, wabah lipan laut/bintang laut berduri (*Acanthaster planci*), pembangunan pelabuhan feri, dan perluasan perkampungan Bajo. Di Paisulimukon dan sekitarnya, metode pendataan 2004 dan 2011 berbeda. Selain itu, tidak ada data terbaru sehingga tidak dapat menilai perubahan populasi *P. kauderni* ataupun mikrohabitatnya di lokasi yang diduga sebagai ESU tersebut.

Di Bone Baru tidak ada arah atau pola perubahan populasi ikan capungan banggai yang jelas, antara lain, akibat pelepasan dan penangkapan terkait dengan perdagangan ikan capungan banggai serta dinamika lain dalam pengelolaan sumber daya pesisir dan laut. Berbagai upaya perlindungan dan perbaikan habitat berjalan pada Daerah Perlindungan Laut (DPL) Bone Baru pada periode 2006–2012. Kerusakan terkait dengan pengambilan mata tujuh sekitar tahun 2013–2015 seiring dengan penurunan populasi mata tujuh (abalone, *Haliotis* sp.) di lokasi lainnya yang sudah rusak akibat penggunaan

alat seperti linggis untuk membalikkan dan memecahkan karang guna mencari mata tujuh (abalone), kemudian pemutihan karang (meskipun relatif ringan) terjadi pada tahun 2016 (Moore et al., 2017b). Restorasi habitat berupa karang buatan kembali dilaksanakan berapa kali sejak 2017 di lokasi tersebut, tetapi tahun 2022 kondisi habitat belum kembali sebaik kondisi tahun 2011–2012. Kondisi dinilai menurun dari 2011 ke 2018–2022, tetapi diharapkan makin membaik apabila masyarakat meneruskan upaya pemulihan habitat.

Penurunan mikrohabitat anemon laut dan bulu babi terutama akibat konsumsi oleh manusia. Semua jenis mikrohabitat anemon laut yang dihuni pula oleh ikan badut (genus *Amphiprion* dan *Premnas*, famili Pomacentridae) menunjukkan penurunan kelimpahan. Namun, jumlah genus *Actinodendron* relatif stabil; anemon laut ini memiliki sengatan sangat kuat yang menimbulkan luka serupa dengan pembakaran pada kulit manusia sehingga disebut *fire anemone* (anemon api) dan sangat sulit dipelihara (Mizuno, 2016; Moore et al., 2020). Berbeda dengan jenis anemon laut habitat ikan capungan banggai lainnya, *Actinodendron* tidak dikonsumsi dan tidak bernilai sebagai hewan hias. Peningkatan konsumsi mikrohabitat bulu babi paling tajam berada di Tolokibit. Di lokasi tersebut, pemanfaatan untuk dijual sudah berskala komersial tahun 2016 (Moore et al., 2017).

E. Pemulihan Ikan Capungan Banggai Berdasarkan Unit Evolusioner

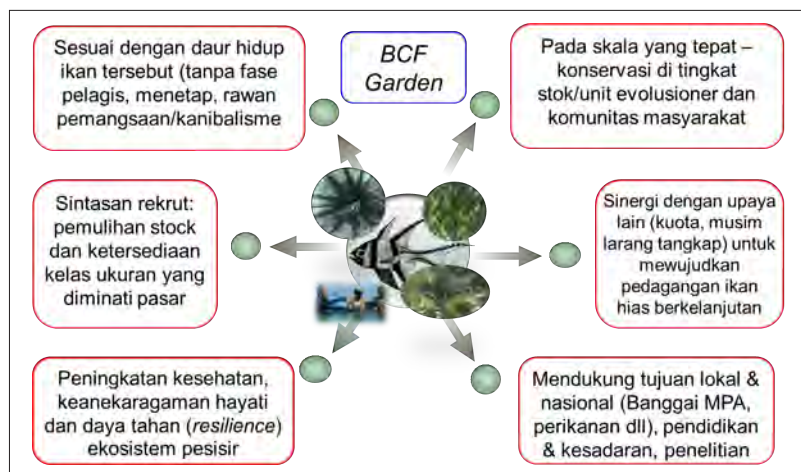
Data seri waktu menunjukkan bahwa di beberapa lokasi kelimpahan ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) dan mikrohabitat utamanya serta kondisi habitat telah menurun dibandingkan tahun 2004. Selanjutnya, kajian oleh Vagelli (2011) menunjukkan bahwa kelimpahan ikan capungan banggai tahun 2004 sudah cukup jauh di bawah kelimpahan sebelum perdagangan sebagai ikan hias dimulai tahun 1990-an. Sama hal dengan ikan lain dengan perbedaan morfometrik dan genetik antar sub-populasi (Kocovsky et al., 2015), ikan capungan banggai membutuhkan pengelolaan berdasarkan

unit evolusioner (ESU), termasuk dalam upaya-upaya pemulihan di seluruh penyebaran endemik, termasuk secara khusus di perairan KKP3KD Banggai.

Pada setiap unit evolusioner, pengelolaan lestari memerlukan pendekatan holistik terhadap pelestarian dan pemulihan populasi ikan capungan banggai, kondisi habitat, dan populasi mikrohabitat. Mengingat bahwa rekrut dan yuwana ikan capungan banggai sangat rawan terhadap pemangsaan, termasuk kanibalisme, keberhasilan reproduksi ikan capungan banggai sangat tergantung ketersediaan. Sementara itu, ikan capungan banggai yang lebih besar masih membutuhkan perlindungan dan kerap kali menggunakan karang dengan bentuk yang kompleks, terutama *Acropora* bercabang, termasuk pula berbagai genus dan bentuk lain (Moore, Ndobe, Yasir, Ambo-Rappe, & Jompa, 2019). Karena ikan capungan banggai umumnya ditemukan di perairan dangkal (sampai 5–6 m, tetapi paling umum di kedalaman kurang dari 3 m), biasanya mencakup padang lamun, rataan karang hingga tubir, dan bagian atas lereng terumbu karang (Ndobe, Soemarno, et al., 2013; Vagelli, 2011), habitat pesisir dangkal ini yang perlu menjadi fokus.

BCF (singkatan dari *Banggai cardinalfish*) adalah salah satu nama dagang ikan capungan banggai. Salah satu konsep bersifat holistik dan dapat diterapkan pada skala unit evolusioner ikan capungan Banggai yang umumnya mencakup satu atau sejumlah kecil desa adalah pendekatan BCF *garden* (Ndobe et al., 2023). Kata *garden* berarti taman atau kebun sehingga BCF *garden* dapat diartikan sebagai taman ikan capungan banggai. Pendekatan ini terinspirasi oleh konsep “budi daya *in-situ*” yang dikemukakan oleh ilmuwan Swedia Niclas Kolm (Ndobe & Moore, 2005) berdasarkan pengamatannya terhadap perilaku ikan capungan banggai (Kolm & Berglund, 2003). Konsep dasar pendekatan BCF *garden* adalah bahwa pemulihan habitat dalam suatu areal yang ditetapkan sebagai BCF *garden* di perairan dangkal pada habitat ikan capungan banggai, khususnya kesediaan mikrohabitat, akan meningkatkan keberhasilan reproduksi dan pertumbuhan baik individu maupun populasi (Moore et al.,

2017; Ndobe et al., 2023). Keuntungan sampingannya adalah bahwa pemulihan dan perlindungan habitat ikan capungan banggai dapat juga membantu dalam pengelolaan lestari ekosistem pesisir, termasuk organisme lain yang hidup di areal tersebut. Beberapa keuntungan BCF *Garden* diringkaskan pada Gambar 13.7.



Sumber: Ndobe et al. (2023)

Gambar 13.7 Beberapa Keuntungan Pendekatan BCF *Garden*

Ikan capungan banggai tidak memiliki fase pelagis dan berpindah jauh sehingga BCF *Garden* sebagai penyedia habitat sepanjang daur hidupnya tidak perlu luasan yang besar. Namun, hal tersebut hanya akan efektif apabila areal yang dilindungi merupakan habitat yang tepat untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan ikan capungan banggai. Sama dengan konsep *locally managed marine area* (LMMA) yang juga menjadi inspirasi (Roccliffe et al., 2014; Syakur et al., 2012), BCF *Garden* dapat diterapkan pada tingkat kampung/komunitas, sebaiknya di areal yang mudah diawasi oleh masyarakat setempat. Pada hampir semua unit evolusioner (ESU), satu atau beberapa BCF *Garden* yang berpotensi efektif dalam memulihkan dan melindungi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ikan capungan banggai berserta habitat dan mikrohabitat dapat ditetapkan pada perairan pesisir satu perkampungan atau desa saja. Keberhasilan akan sangat ditentukan oleh dukungan dan partisipasi masyarakat setempat serta proses pembentukan yang partisipatif dan melibatkan unsur masyarakat, akademisi atau pakar yang tepat, dan unsur pemerintahan terkait.

Pendekatan BCF *Garden* pada dasarnya masuk pada golongan upaya perlindungan terbatas berbasis ruang meskipun dalam pelaksanaannya dapat pula memiliki unsur waktu, misalnya dengan aturan berbasis musim atau fase bulan di langit. Mengingat bahwa pengelolaan KKP3KD Banggai dan kewenangan atas perairan pesisir 0-12 NM dari garis pesisir berada di tingkat provinsi, penetapan dan pengelolaan BCF *Garden* membutuhkan dukungan kebijakan dari Pemerintah Daerah Provinsi Sulawesi Tengah. Payung ini dapat berwujud kebijakan dalam PERDA khusus atau sebagai bagian dari kebijakan pengelolaan KKP3KD Banggai. Pada tingkat desa, apabila pembentukan BCF *Garden* telah disepakati melalui proses partisipatif, sebaiknya diperkuat dengan peraturan desa, termasuk aturan mengenai pengelolaannya. Selain itu, lembaga adat dan kelembagaan masyarakat lainnya dapat juga berperan dalam proses pembentukan maupun pengelolaan BCF *garden*.

Cara paling sederhana dan efisien untuk meningkatkan ketersediaan mikrohabitat pada areal BCF *Garden* adalah dengan melindungi hewan benthik yang berperan sebagai mikrohabitat ikan capungan banggai dari pengambilan maupun perusakan. Jika ekosistem di perairan di sekitarnya dalam kondisi yang relatif baik, dapat diharapkan bahwa secara alami proses reproduksi akan menghasilkan larva yang akan terbawa oleh arus ke BCF *Garden* sehingga perlahan kelimpahan mikrohabitat seperti bulu babi, anemon laut maupun karang akan meningkat. Namun, keberhasilan pemulihan alami pada BCF *Garden* sangat tergantung dari kedatangan larva hewan mikrohabitat di perairan tersebut.

Hewan seperti bulu babi, anemon laut, dan karang umumnya melepaskan sel telur atau sperma dan pembuahan terjadi di perairan

meskipun sebagian jenis karang telur dibuahi sebelum terlepas dan dierami beberapa saat sebelum dilepaskan. Setelah fase planktonik yang terbawa arus, larva akan berubah menjadi yuwana yang bersifat bentik, yaitu menetap di dasar laut. Perubahan tersebut terjadi pada lokasi yang disebut *sink* dan sering kali jauh dari tempat hidup induknya yang disebut *source* atau lokasi sumber (Kool et al., 2011). Lokasi yang berpotensi sebagai sumber larva tergantung berbagai faktor seperti pola arus, lamanya fase pelagis, dan kelimpahan hewan mikrohabitat di lokasi tersebut (Kool et al., 2011; Scott, 2017; Uthicke et al., 2009). Apabila kelimpahan populasi mikrohabitat telah berkurang atau sudah nol pada lokasi yang sebelumnya merupakan sumber larva, perlindungan saja tidak akan efektif. Pemulihan populasi mikrohabitat di BCF *Garden* akan lambat ataupun tidak akan terjadi dan BCF *Garden* tidak akan efektif mendukung pemulihan populasi ikan capungan banggai. Dalam kondisi demikian, pemulihan akan memerlukan tindakan tambahan.

Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mendukung pemulihan ikan capungan Banggai dan mikrohabitatnya dijelaskan dalam pedoman yang telah disusun (Ndobe, Prabowo, et al., 2019) serta beberapa referensi lainnya seperti studi yang didanai oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN) dalam rangka pertemuan Komisi Hewan CITES ke-30 tahun 2018 (Ndobe, Yasir, et al., 2018), sedangkan pendekatan BCF *Garden* diuraikan secara lebih mendalam dalam Ndobe et al. (2023). Pengamatan terhadap terumbu buatan di Bone Baru menunjukkan bahwa pemulihan habitat terumbu karang serta mikrohabitat karang keras telah aplikatif dan dapat berhasil (Ndobe et al., 2023). Metode yang diterapkan di Bone Baru berupa rangka besi dengan julukan “*spiders*” (Mars Assisted Reef Restoration System, singkatan MARSS) terbuat dari besi (Ampou et al., 2019) serta “roti buaya” dan bentuk lain terbuat dari beton. Khusus anemon laut, reproduksi aseksual melalui pemotongan individu dewasa telah dikembangkan untuk sedikitnya tiga jenis mikrohabitat ikan capungan banggai, yaitu *Heteractis crispa*, *Entacmaea quadricolor*, dan *Stichodactyla gigantea* (Moore et al., 2020).

Jenis bulu babi yang menjadi mikrohabitat ikan capungan banggai di Kepulauan Banggai terutama *Diadema setosum* dan *D. savignyi*; lainnya termasuk *Echinothrix calamares*, *E. diadema*, dan *Astropyga* sp., semuanya dari famili Diadematidae (Ndobe, Jompa, et al., 2018) dan terindikasi adanya spesies langka, yaitu *Diadema clarki* dan mungkin pula *D. paucispinum* (Moore, Tassaka, et al., 2019). Pengembangan budi daya dan pelepasan bulu babi di alam (*restocking*) paling maju adalah *Diadema antillarum* di Laut Karibea yang sudah banyak diteliti sejak kematian massal tahun 1980-an, tetapi masih pada fase uji coba (Lessios, 2016). Penelitian terhadap pengembangan budi daya bulu babi lainnya dari famili Diadematidae masih pada tahap awal dan belum siap diterapkan untuk tujuan konservasi atau ekonomis. Dengan demikian, apabila moratorium pemanfaatan tidak berhasil dalam pemulihan populasi bulu babi, terutama genus *Diadema*, untuk sementara waktu upaya alternatif yang dapat dilakukan adalah *restocking* dengan memindahkan individu dari kawasan tempat bulu babi masih berlimpah. Data yang tersedia tidak mengindikasikan adanya struktur genetik yang nyata atau unit evolusioner dalam populasi bulu babi *D. setosum* dan *D. savignyi* di perairan Kepulauan Banggai dan sekitarnya (Moore, Tassaka, et al., 2019) sehingga yang penting adalah upaya untuk menjaga keseimbangan antarspesies saja. Adapun beberapa upaya pengelolaan yang disarankan pada enam sub-populasi ikan capungan banggai di Pulau Banggai berdasarkan data tentang sifat dan status populasi ikan capungan banggai dan mikrohabitatnya serta unit evolusioner (ESU) dicantumkan pada Tabel 13.6.

Tabel 13.6 Status dan Saran Pengelolaan Berdasarkan Unit Evolusioner (ESU) untuk Enam Sub-populasi Ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*) di Pulau Banggai

No.	Status/Jenis Upaya	Sub-Populasi ^a					
		POP	BB	PLN	TIN-MON	TOL	MAT
1	Terindikasi sebagai ESU	X	Tidak	X	X	X	X
2	Penurunan kelimpahan ikan capungan Banggai atau mikrohabitat ^b	X	-	X	X	X	X

No.	Status/Jenis Upaya	Sub-Populasi ^a					
		POP	BB	PLN	TIN-MON	TOL	MAT
3	BCF <i>Garden</i> – perlindungan spatial terbatas	X	X	X	X (MON)	X	X ³
4	Moratorium pengambilan mikrohabitat <i>Diadema</i>	X	X	X	X	X	
5	Moratorium pengambilan mikrohabitat anemone	X	X	X	X	X	X
6	Pemulihan mikrohabitat anemone (percontohan)		X		X (MON)		

Keterangan: ¹POP = Popisi; BB = Bone Baru; PLN = Paisulimukon; TIN = Tinakin Laut; MON = Monsongan; TOL = Tolokibit; MAT = Matanga; ²Bone Baru: fluktuasi, tidak ada tren nyata; ³Di Teluk Matanga disarankan BCF *Garden* di Desa Kapela

Pemulihan populasi ikan capungan banggai melalui budi daya di lingkungan buatan juga memungkinkan. Namun, perlu diperhatikan bahwa induk berasal dari unit evolusioner (ESU) yang sama dengan populasi pada lokasi *restocking* (Ndobe, Yasir, et al., 2018). Beberapa hama dan penyakit telah dilaporkan pada ikan capungan banggai dalam rantai perdagangan sehingga *biosecurity* juga sangat penting agar tidak memindahkan hama atau penyakit yang mungkin berada pada ikan yang dilepasliarkan ataupun pada air dan wadah media transportasinya (Yalindua et al., 2022).

Penurunan paling tajam dalam kelimpahan mikrohabitat berupa bulu babi di perairan Pulau Banggai terjadi di Tolokibit, yang merupakan lokasi pengambilan secara masal untuk tujuan komersial dan telah berkembang pada tahun 2016 (Moore et al., 2017b; Moore, Ndobe, Yasir, Ambo-Rappe, & Jompa, 2019). Selain restorasi terumbu karang dan pelatihan pembiakan aseksual anemon laut, di Bone Baru juga sudah dilakukan upaya budi daya ikan capungan banggai berbasis masyarakat dengan pendekatan sub-populasi, yaitu induk dan turunannya yang berasal dari lokasi yang berbeda dipelihara secara terpisah. Sejarah kegiatan konservasi/pengelolaan sumber daya perairan di Desa Bone Baru serta status sub-populasi ikan capungan banggai di Bone Baru yang tidak memenuhi kriteria unit evolusioner

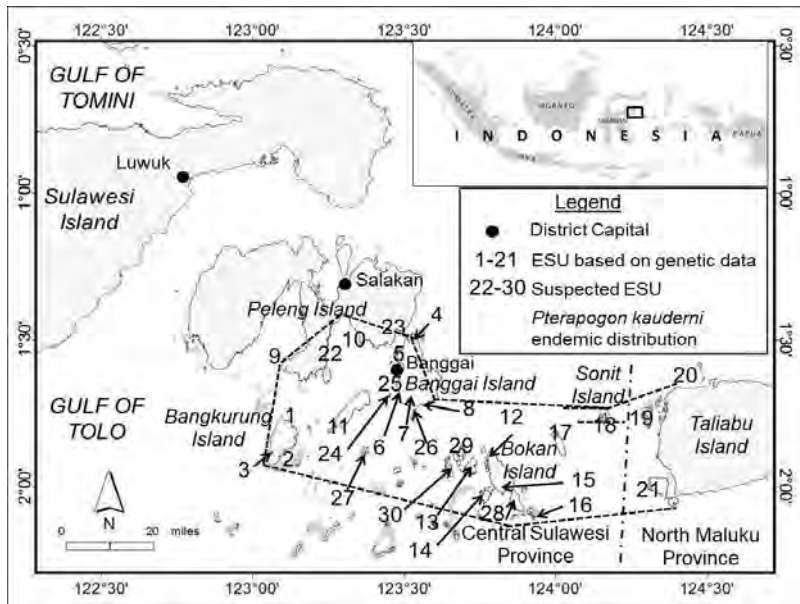
dapat dipandang sebagai peluang untuk riset dan pengembangan, antara lain, uji coba dan penyempurnaan berbagai pola/pendekatan pengelolaan lestari ikan capungan banggai sebelum penerapan pada populasi yang diketahui atau terindikasi bersifat unit evolusioner.

F. Penerapan Unit Evolusioner (ESU) dalam Pengelolaan Lestari Ikan Capungan Banggai

Indonesia membuat komitmen untuk menjamin kelestarian ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) dalam konteks CITES. Pada skala nasional, status ikan capungan banggai adalah sebagai ikan lindung terbatas (KEPMEN Nomor 49/KEPMEN-KP/2018) dan ditetapkan sebagai maskot ikan hias air laut Indonesia (KEPMEN-KP Nomor 2/202). Jumlah dan karakteristik unit evolusioner (ESU) ikan capungan banggai di Pulau Banggai dan di seluruh penyebaran endemiknya memiliki relevansi pada skala nasional dan internasional sebagai unit pengelolaan yang semestinya diterapkan untuk menjamin kelestarian populasi, termasuk keanekaragaman genetica (plasma nutfah) ikan capungan banggai (Ndobe, Yasir, et al., 2018). Berdasarkan data genetika dan sebaran ikan capungan banggai serta data terkait ketersediaan habitat yang sesuai secara biofisik, diprediksi jumlah total unit evolusioner pada penyebaran endemik ikan tersebut sedikitnya 20-an dan kemungkinan mencapai 30-an (Moore et al., 2017a, 2021; Ndobe, Yasir, et al., 2018). Peta pada Gambar 13.8 menunjukkan 30 populasi yang diduga sebagai ESU dan sebaiknya dikelola sebagai stok tersendiri berdasarkan prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*).

Dari 21 populasi ikan capungan banggai yang diduga sebagai unit evolusioner (ESU) berdasarkan data genetik, 18 (85%) berada di KKP3KD Banggai, dan tiga di Kabupaten Pulau Taliabu, Provinsi Maluku Utara (19–21 pada Gambar 13.8). Semua populasi yang diduga sebagai ESU berdasarkan data biofisik berada di dalam KKP3KD Banggai. Sebaran unit evolusioner tersebut di KKP3KD

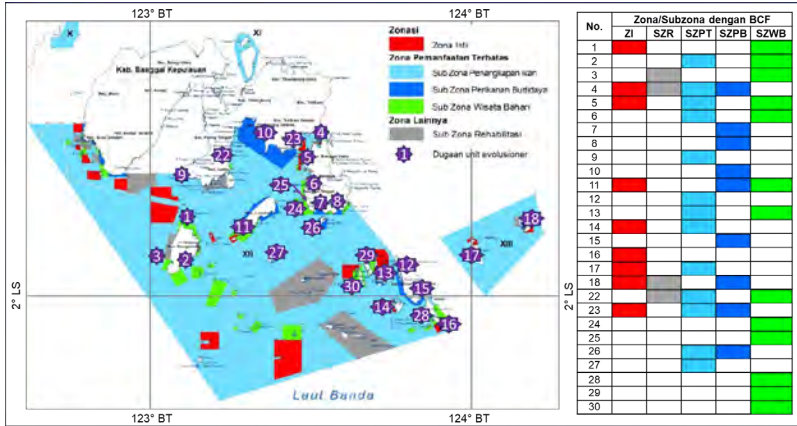
Banggai menurut zona tercantum pada Gambar 13.9 dan Tabel 13.8. Di P. Banggai dan sekitarnya, selain lima unit evolusioner pada enam lokasi yang telah dikaji secara morfometrik dan genetik (4–8), diduga bahwa Pulau Bandang Besar dan P. Bandang Kecil (24), suatu teluk terisolasi yang dimanfaatkan oleh perusahaan budi daya mutiara (25), dan Pulau Kenau (26) juga kemungkinan besar merupakan unit evolusioner.



Keterangan: 1–3 P. Bangkurung; 4–8 & 25 P. Banggai; 9–10 & 22–23 P. Peleng; 11 Labobo; 12 & 15 P. Bokan; 13 Melilis; 14 Masepe/Tanjung Nggasuang; 16 Loisa; 17 Tempaus; 18 Sonit; 19 Limbo; 20 Taliabu; 21 Seku; 24 P. Bangang Besar & P. Bandang Kecil; 25 Teluk budidaya mutiara; 26 Kenau; 27 Bangko; 28 Mbuang-Buang; 29 Kombongan & Kokudang; 30 Toropot

Sumber: Moore et al. (2021)

Gambar 13.8 Peta Dugaan Unit Evolusioner (ESU) di Penyebaran Endemik Ikan Capungan Banggai Berdasarkan Data Morfometrik, Genetik, dan Habitat



Keterangan: ZI = zona inti; SZR = sub-zona rehabilitasi; SZPT = sub-zona perikanan tangkap; SZPB = sub-zona perikanan budi daya; SZWB = sub-zona wisata bahari
 Sumber: KEPMEN No.53/KEPMEN-KP/2019; Moore et al. (2021)

Gambar 13.9 Peta Zonasi KKP3KD Banggai dan Sebaran Unit Evolusioner Ikan Capungan Banggai pada Zona dan Sub-zona

Tabel 13.8 Jumlah Unit Evolusioner (ESU) Ikan Capungan Banggai menurut Pulau/ Gugusan Pulau yang Sebagiannya Berada di Setiap Zona dan Sub-zona KKP3KD Banggai

No	Pulau/Lokasi ¹	Zona KKP3KD Banggai ²				
		Inti	Pemanfaatan ³			Lainnya
			PT	PB	WB	
1	Pulau Banggai dan sekitarnya (4–8, 24–26)	2	4	4	4	1
2	Pulau Bangkurung (1–3)	1	1	0	3	1
3	Pulau Peleng (9,10, 22, 23)	1	3	2	1	1
4	Bokan Kepulauan (12–18, 28–30)	4	4	2	4	1
5	Pulau lainnya (11, 27)	1	1	1	1	0
Jumlah total ESU (seluruh/sebagian)		9	13	9	13	4
Persentase (%) ESU di KKP3KD		33.3	48.1	33.3	48.1	14.8

Keterangan: ¹Nomor merujuk pada ESU di Gambar 8 dan 9; ²Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No.53/KEPMEN-KP/2019; ³PT=sub-zona perikanan tradisional/perikanan tangkap berkelanjutan; PB = sub-zona perikanan budi daya; WB = sub-zona wisata bahari; ⁴R = sub-zona rehabilitasi.

Sebagian populasi ikan capungan banggai yang diduga sebagai unit evolusioner berada pada lebih dari satu zona, misalnya populasi di Pulau Sonit (18 di Gambar 13.8 dan 13.9) berada pada sebagian zona inti, zona pemanfaatan (sub-zona perikanan budi daya), dan zona lainnya (sub-zona rehabilitasi). Populasi ikan capungan banggai di Bone Baru yang bukan unit evolusioner juga berada pada zona pemanfaatan (sub-zona wisata bahari) dan zona lainnya (sub-zona rehabilitasi).

Sebagian kecil populasi di Popisi (4) masuk pada zona inti dan zona lainnya (sub-zona rehabilitasi) dan sebagian habitat yang diduga masuk pada ESU Paisulimukon berada di zona inti pula. Sebagian besar populasi ikan capungan banggai di Popisi dan Paisulimukon dan seluruhnya di ESU dugaan lainnya di perairan Pulau Banggai dan pulau-pulau kecil di sekitarnya masuk pada zona pemanfaatan. Sebagian habitat berada pada sub-zona perikanan tangkap (Popisi, Paisulimukon, Tinakin Laut-Monsongan, Pulau Kenau); sub-zona perikanan budi daya (Popisi, Tolokibit, Matanga, Pulau Kenau); dan zona wisata bahari (Paisulimukon, Monsongan-Tinakin Laut, Pulau Bandang Besar dan Kecil, dan teluk budi daya mutiara).

Populasi ikan capungan banggai relatif sedikit pada zona inti (tanpa penangkapan biota apa pun terkecuali dengan izin khusus), dan mencakup seluruhnya satu unit evolusioner (nomor 16 pada Gambar 13.8 dan 13.9) serta sebagian kecil dari 8 ESU lainnya. Oleh karena itu, untuk menjamin kelestarian plasma nutfah ikan capungan banggai diperlukan upaya pelestarian terpadu pada zona rehabilitasi dan pemanfaatan. Pengendalian penangkapan mikrohabitat *Diadema* sp. di zona pemanfaatan dinilai sangat penting, terutama di habitat ikan capungan banggai, juga pada lokasi yang diketahui atau diduga sebagai sumber larva bulu babi yang berpotensi menyuplai populasi di habitat tersebut. Di luar Pulau Banggai, beberapa populasi ikan capungan banggai yang diduga sebagai unit evolusioner telah terekstirpasi (punah pada suatu wilayah) (Moore, Ndobe, Yasir, & Jompa, 2019; Vagelli, 2011). Populasi ikan capungan banggai di Mandel (15 pada Gambar 13.8 dan 13.9) di sub-zona perikanan budi

daya di ambang kepunahan lokal pula. Faktor ancaman utamanya adalah penangkapan tak tercatat sebagai ikan hias dan penurunan sangat tajam jumlah bulu babi akibat peningkatan penangkapan untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Tahun 2017, populasi ikan capungan banggai berlimpah, dengan ratusan ekor tersebar pada ribuan ekor bulu babi (Moore, Tassaka, et al., 2019). Pada tahun 2019, 2021, dan 2022 tersisa puluhan ekor ikan capungan banggai dengan mikrohabitat bulu babi yang secara fungsional telah terekstirpasi (nol sampai 12 ekor) dan sejumlah kecil anemon laut (Ndobe et al., 2020, 2023).

Selama lebih dari 20 tahun sejak perdagangan sebagai ikan hias dimulai, populasi introduksi ikan capungan banggai telah terbentuk di berbagai lokasi di perairan Indonesia (Ndobe, Yasir, et al., 2018). Ikan capungan banggai dari populasi introduksi dan turunannya seharusnya tidak dikembalikan ke penyebaran endemik ikan tersebut karena umumnya merupakan turunan dari ikan yang berasal dari berbagai unit evolusioner yang disatukan dalam rantai perdagangan. Data morfometrik salah satu populasi introduksi di Teluk Palu, khususnya di Kadongo, menunjukkan sifat serupa dengan populasi endemik (ESU) di Tolokibit, searah dengan informasi yang diperoleh mengenai asal-usul ikan capungan banggai yang dilepaskan di Teluk Palu (Ndobe & Moore, 2013). Namun, sangat kecil kemungkinan bahwa populasi itu merupakan turunan murni ESU tersebut. Sementara itu, data genetika (Hoffman et al., 2005) mengindikasikan bahwa ikan yang terlepas oleh pedagang dan membentuk populasi introduksi di Luwuk dominan berasal dari sejumlah populasi (unit evolusioner) di Pulau Banggai. Meskipun dapat dipandang sebagai cadangan dalam rangka menghindari kepunahan pada tingkat spesies, pelepasan ikan dari populasi lain di suatu unit evolusioner, apalagi dari populasi introduksi yang telah tercampur sifat genetiknya bakal mengakibatkan kehilangan sebagian keanekaragaman genetik (plasma nutfah) spesies tersebut.

Salah satu aspek penting dalam pemanfaatan ikan secara berkelanjutan yang makin dipersyaratkan pada tingkat internasional adalah *traceability* atau keterlacakan asal-usul ikan yang

diperdagangkan (World Bank, 2021). Dalam konteks perdagangan global ikan capungan banggai sebagai ikan hias, seharusnya unit evolusioner menjadi pertimbangan dan juga berpotensi menawarkan solusi apabila terdapat metode identifikasi asal-usul individu yang cukup akurat dan praktis. Kemudian, data yang tersedia dapat digunakan dalam penerapan pengelolaan berdasarkan prinsip kehati-hatian. Namun, dalam rangka pengelolaan yang lestari dan efisien, idealnya jumlah dan batas unit evolusioner (ESU) atau stok ikan capungan banggai diketahui dengan jelas berdasarkan data yang tepercaya.

Kajian sifat genetik ikan capungan banggai di Pulau Banggai maupun di lokasi lainnya di penyebaran endemik ikan tersebut hingga saat ini berdasarkan dua mikrosatelit yang ditemukan oleh Hoffman et al. (2004). Metode ini dinilai kurang tepat sebagai penanda molekuler dalam rangka pelacakan asal-usul individu dalam rangka *traceability*. Kajian dengan pendekatan molekuler lain, misalnya melalui kajian terhadap *single nucleotide polymorphisms* (SNP), seperti yang dikembangkan oleh Willette et al. (2014), kemungkinan dapat memberi keterangan lebih mendalam mengenai kekerabatan dan batas-batas antarunit evolusioner. Apabila berhasil, pengembangan metode identifikasi populasi asal yang cukup akurat dan praktis akan berguna dalam penentuan batas-batas unit evolusioner dan hubungan antarpopulasi pada seluruh penyebaran endemik ikan capungan banggai, pelacakan (*traceability*) ikan yang diperdagangkan baik secara legal maupun ilegal (misalnya ikan yang disita oleh pengawas), pemilihan calon induk untuk kegiatan pemulihan populasi (ESU) yang telah menurun kelimpahannya, dan kajian terhadap asal-usul ikan capungan banggai yang telah beradaptasi dan berhasil berkembang biak di berbagai populasi introduksi.

G. Penutup

Tinjauan terhadap status ikan endemik ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) berdasarkan unit evolusioner atau *evolutionarily*

significant units (ESU) menunjukkan bahwa terdapat sedikitnya 5 ESU di Pulau Banggai dan terindikasi sekitar 27 ESU di KKP3KD Banggai. Berdasarkan prinsip kehati-hatian, setiap unit evolusioner tersebut seharusnya dipandang sebagai stok atau unit pengelolaan. Kebanyakan ESU di Pulau Banggai berada dalam kondisi yang memprihatinkan dengan penurunan kelimpahan ikan capungan banggai beserta kondisi habitat dan kelimpahan mikrohabitat utamanya berupa beberapa jenis bulu babi, anemon laut, dan karang keras.

Pemulihan setiap stok memerlukan tindakan pengelolaan sesuai kondisi setempat. Intervensi yang disarankan di Pulau Banggai dan secara umum di KKP3KD Banggai termasuk penetapan areal konservasi khusus di habitat ikan capungan banggai di setiap desa sesuai konsep “BCF *Garden*” untuk mendukung pemulihan alami mikrohabitat, disertai moratorium penangkapan bulu babi dari famili Diadematidae serta anemon laut di habitat ikan capungan banggai dan pada lokasi sekitarnya yang berpotensi sebagai sumber larva. Apabila kelimpahan ikan capungan banggai atau mikrohabitatnya di salah satu ESU telah menurun tajam, pemulihan dapat ditunjang oleh budidaya *ex-situ* menggunakan induk ikan capungan banggai dari ESU yang sama, dan atau kekayaan mikrohabitat. Sangat penting upaya *restocking* tersebut mengikuti pedoman resmi, aturan yang berlaku, dan perkembangan ilmiah terkini.

Rekomendasi penelitian lanjutan termasuk pengembangan metode molekuler yang tepat untuk pemetaan unit evolusioner, pelacakan asal-usul dan kajian kekerabatan populasi baik endemik maupun introduksi ikan capungan banggai, serta pengembangan budi daya bulu babi.

Referensi

Allen, G. R., & Donaldson, T. J. (2007). Pterapogon kauderni. *The IUCN Red List of Threatened Species 2007*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T63572A12692964.en>

- Arbi, U. Y., Ndobe, S., & Dirhamsyah. (2022). *Ikan capungan banggai* (Pterapogon kauderni) *sebuah catatan bioekologi dan introduksi*. Balai Pustaka. https://www.researchgate.net/publication/359506185_IKAN_CAPUNGAN_Banggai_Pterapogon_kauderni_sebuah_catatan_bioekologi_dan_introduksi
- Arbi, U. Y., Ndobe, S., Juliyanto, E., Oktaviyani, S., Faricha, A., Hukom, F. D., Prayudha, B., Vimono, I. B., Widyastuti, E., Kurniawan, W., Gayatri, R., Sani, S. Y., & Wahyudi, A. J. (2021). *Summary for policy maker status populasi dan strategi pengelolaan ikan capungan Banggai di Indonesia* (1–8). Pusat Riset Oseanografi-Badan Riset dan Inovasi Nasional. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10957.10724>
- Bernardi, G., & Vagelli, A. A. (2004). Population structure in Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni*, a coral reef species lacking a pelagic larval phase. *Marine Biology*, *145*(4), 803– 810. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1355-1>
- Cadrin, S. X. (2020). Defining spatial structure for fishery stock assessment. *Fisheries Research*, *221*, 105397. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105397>
- Crandall, K. A., Bininda-Emonds, O. R. R., Mace, G. M., & Wayne, R. K. (2000). Considering evolutionary processes in conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*, *15*(7), 290–295. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01876-0](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01876-0)
- EC-PREP. (2005). *The Indonesian ornamental fish trade: Case studies and options for improving livelihoods while promoting sustainability in Banggai and Banyuwangi*. Network of Aquaculture Centres in Asia. <https://enaca.org/enclosure.php?id=756>
- Hawkins, S. J., Bohn, K., Sims, D. W., Ribeiro, P., Faria, J., Presa, P., Pita, A., Martins, G. M., Neto, A. I., Burrows, M. T., & Genner, M. J. (2016). Fisheries stocks from an ecological perspective: Disentangling ecological connectivity from genetic interchange. *Fisheries Research*, *179*, 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.01.015>

- Hoffman, E. A., Arguello, J. R., Kolm, N., Berglund, A., & Jones, A. G. (2004). Eleven polymorphic microsatellite loci in a coral reef fish, *Pterapogon kauderni*. *Molecular Ecology Notes*, 4, 342–344. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00691.x>
- Hoffman, E. A., Kolm, N., Berglund, A., Arguello, J. R., & Jones, A. G. (2005). Genetic structure in the coral-reef-associated Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni*. *Molecular Ecology*, 14(5), 1367–1375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02538.x>
- Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11, 353–357. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>
- Kocovsky, P. M., Sullivan, T. J., Knight, C. T., & Stepien, C. A. (2015). Genetic and morphometric differences demonstrate fine-scale population substructure of the yellow perch *Perca flavescens*: Need for redefined management units. *Journal of Fish Biology*, 82, 2015–2030. <https://doi.org/10.1111/jfb.12129>
- Kolm, N., & Berglund, A. (2003). Wild populations of a reef fish suffer from the “nondestructive” aquarium trade fishery. *Conservation Biology*, 17(3), 910–914. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01522.x>
- Kolm, N., Hoffman, E. A., Olsson, J., Berglund, A., & Jones, A. G. (2005). Group stability and homing behavior but no kin group structures in a coral reef fish. *Behavioral Ecology*, 16(3), 521–527. <https://doi.org/10.1093/beheco/ari022>
- Kool, J. T., Paris, C. B., Barber, P. H., & Cowen, R. K. (2011). Connectivity and the development of population genetic structure in Indo-West Pacific coral reef communities. *Global Ecology and Biogeography*, 20(5), 695–706. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00637.x>
- Kusche, H., Lee, H. J., & Meyer, A. (2012). Mouth asymmetry in the textbook example of scale-eating cichlid fish is not a discrete dimorphism after all. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1748), 4715–4723. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2082>

- Lessios, H. A. (2016). The great *Diadema antillarum* die-off: 30 years later. *The Annual Review of Marine Science*, 8(1), 267–283. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-122414-033857>
- Mizuno, M. (2016). Envenomation by cnidarians and renal injuries. Dalam S. Goff & Z. Dubinsky (Ed.), *The Cnidaria, past, present and future: The world of Medusa and her sisters* (623–636). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31305-4>
- Moore, A., & Ndobe, S. (2013). The Banggai cardinalfish: An overview of management and conservation initiatives. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 15(S), 238–242. <https://doi.org/10.3755/galaxea.15.238>
- Moore, A. M., Ndobe, S., & Jompa, J. (2017a). A site-based conservation approach to promote the recovery of Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) endemic populations. *Coastal and Ocean Journal*, 1(2), 63–72. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/coj/article/view/35229>
- Moore, A. M., Ndobe, S., & Jompa, J. (2017b). Fingerprints of the Anthropocene: The 2016 coral bleaching event in an equatorial archipelago. Dalam M. T. Umar (Ed.), *Proceedings of the 4th International Marine and Fisheries Symposium 2017* (66–86). Universitas Hasanuddin. <https://osf.io/preprints/marxiv/q5frc>
- Moore, A., Ndobe, S., Salanggon, A.-I., Ederyan, & Rahman, A. (2012). Banggai cardinalfish ornamental fishery: The importance of microhabitat. Dalam *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia, 9-13 July 2012*, 13C. http://www.icrs2012.com/proceedings/manuscripts/ICRS2012_13C_1.pdf
- Moore, A. M., Ndobe, S., & Yasir, I. (2021). Importance of monitoring an endangered endemic species - intra-species biodiversity perspectives on the Banggai cardinalfish conservation and trade. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 681, 012120). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012120>

- Moore, A. M., Ndobe, S., Yasir, I., Ambo-Rappe, R., & Jompa, J. (2019). Banggai cardinalfish and its microhabitats in a warming world: a preliminary study. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 253, 012021). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/253/1/012021>
- Moore, A. M., Ndobe, S., Yasir, I., & Jompa, J. (2019). Disasters and biodiversity: Case study on the endangered endemic marine ornamental Banggai cardinalfish. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 253, 012036). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/253/1/012036>
- Moore, A., Ndobe, S., & Zamrud, M. (2011). Monitoring the Banggai cardinalfish, an endangered restricted range endemic species. *Journal of Indonesian Coral Reefs (JiCor)*, 1(2), 99–113. https://www.researchgate.net/publication/259568343_Monitoring_the_Banggai_Cardinalfish_an_Endangered_Restricted_Range_Endemic_Species
- Moore, A. M., Tassakka, A. C. M., Ambo-Rappe, R., Yasir, I., Smith, D. J., & Jompa, J. (2019). Unexpected discovery of *Diadema clarki* in the Coral Triangle. *Marine Biodiversity*, 49(5), 2381–2399. <https://doi.org/10.1007/s12526-019-00978-4>
- Moore, A. M., Yasir, I., A-Rappe, R., Ndobe, S., & Jompa, J. (2020). Asexual propagation of two sea anemone taxa for Banggai cardinalfish microhabitat enhancement. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 473, 012011). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/473/1/012011>
- Moritz, C. (1994). Defining ‘evolutionarily significant units’ for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 9(10), 373–375. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.04.004>
- Ndobe, S. (2013). Biologi dan ekologi Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni* (suatu kajian dalam upaya pengelolaan perikanan berbasis konservasi) [Disertasi]. Universitas Brawijaya. <https://osf.io/preprints/marxiv/wqz7t/download>
- Ndobe, S., & Moore, A. (2005). Potensi dan pentingnya pengembangan budidaya *in-situ Pterapogon kauderni* (Banggai

- cardinalfish). *InfoMAI*, 4(2), 9–14. https://www.researchgate.net/publication/334401702_Potensi_dan_Pentingnya_Pengembangan_Budidaya_In-situ_Pterapogon_kauderni_Banggai_Cardinalfish
- Ndobe, S., & Moore, A. (2013). Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) populations (stocks) around Banggai Island: A geometric and classical morphometric approach. *PeerJ Preprint*, 2013(12), 1–31. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.182v1>
- Ndobe, S., Madinawati, & Moore, A. (2008). Pengkajian ontogenetic shift pada ikan endemik *Pterapogon kauderni*. *Jurnal Mitra Bahari*, 2(2), 32–55. https://www.researchgate.net/publication/323905327_Pengkajian_Ontogenetic_Shift_pada_Ikan_Endemik_Pterapogon_kauderni
- Ndobe, S., Setyohadi, D., Herawati, E. Y., Soemarno, & Moore, A. (2012). An ecological and social approach to Banggai Cardinalfish conservation management. Dalam *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium*, 17A. https://www.icrs2012.com/proceedings/manuscripts/ICRS2012_17A_2.pdf
- Ndobe, S., Moore, A., Nasmia, Madinawati, & Serdiati, N. (2013). The Banggai cardinalfish: An overview of local research (2007–2009). *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 15(Special Issue), 243–252. <https://doi.org/10.3755/galaxea.15.243>
- Ndobe, S., Soemarno, Herawati, E. Y., Setyohadi, D., Moore, A., Palomares, M. L. D., & Pauly, D. (2013). Life history of Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni* (Actinopterygii: Perciformes: Apogonidae), from Banggai Islands and Palu Bay, Sulawesi, Indonesia. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 43(3), 237–250. <https://doi.org/10.3750/AIP2013.43.3.08>
- Ndobe, S., Widiastuti, I., & Moore, A. (2013). Sex ratio dan pemangsaan terhadap rekrut pada ikan hias Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*). Dalam *Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia* (9–20). http://epaper.aquaculture-mai.org/upload/2_Ndobe_dkk_KAI_2013.pdf

- Ndobe, S., Moore, A., Salanggon, A.-I. M., Setyohadi, D., Herawati, E. Y., & Soemarno. (2013). Pengelolaan Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) melalui konsep ecosystem-based approach. *Marine Fisheries*, 4(2), 115-126. <https://doi.org/10.29244/jmf.4.2.115-126>
- Ndobe, S., Moore, A. M., & Jompa, J. (2017). Status of and threats to microhabitats of the endangered endemic Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*). *Coastal and Ocean Journal*, 1(2), 73–82. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/coj/article/view/35231>
- Ndobe, S., Yasir, I., Moore, A. M., Biondo, M. V., & Foster, S. J. (2018). *A study to assess the impact of international trade on the conservation status of Pterapogon kauderni (Banggai cardinalfish)*. International Union for Conservation of Nature. <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/ac/30/Inf/E-AC30-Inf-16.pdf>
- Ndobe, S., Jompa, J., & Moore, A. (2018). A tale of two urchins - implications for *in-situ* breeding of the endangered Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*). *Aquacultura Indonesiana*, 19(2), 65. <https://doi.org/10.21534/ai.v19i2.110>
- Ndobe, S., Moore, A., Yasir, I., & Jompa, J. (2019). Banggai cardinalfish conservation: priorities, opportunities, and risks. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 253, 012033). *IOP Publishing* . <https://doi.org/10.1088/1755-1315/253/1/012033>
- Ndobe, S., Prabowo, Musa, A., Suharti, S. R., & Gayatri. (2019). *Pedoman rehabilitasi Banggai cardinalfish (Pterapogon kauderni)*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. https://www.researchgate.net/publication/346646645_Pedoman_Monitoring_Banggai_CardinalFish
- Ndobe, S., Handoko, K., Wahyudi, D., Yasir, M., Irawati, Y., Tanod, W. A., & Moore, A. M. (2020). Monitoring the endemic ornamental fish *Pterapogon kauderni* in Bokan Kepulauan, Banggai Marine Protected Area, Indonesia. *Depik*, 9(1), 18–31. <https://doi.org/10.13170/depik.9.1.15363>

- Ndobe, S., Serdiati, N., Gani, A., Walalangi, J. Y., & Moore, A. M. (2023). Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) monitoring in Bokan Kepulauan (2017-2021) highlights the need for the “BCF Garden” approach. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 1137, 012059). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1137/1/012059>
- Rocliffe, S., Peabody, S., Samoilys, M., & Hawkins, J. P. (2014). Towards A Network of Locally Managed Marine Areas (LMMAs) in the Western Indian Ocean. *PLoS ONE*, 9(7), e103000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103000>
- Rusandi, A., Lilley, G. R., & Susanti, S. R. (Ed). (2016). *Rencana aksi nasional (RAN) konservasi ikan capungan Banggai periode I: 2017-2021*. Ministry of Marine Affairs and Fisheries. RI. https://www.researchgate.net/publication/346646645_Pedoman_Monitoring_Banggai_CardinalFish
- Scott, A. (2017). Sea anemones. Dalam R. Calado & I. Olivotto (Ed.), *Marine ornamental species aquaculture* (1st ed., 437–456). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119169147.ch21b>
- Suwardi., Arbi, U. Y., Wiadnyana, N. N., Ndobe, S., Reksodihardjo, G., Lestari, Y. T., Julianto, E., Nelly, E., & Suharti, S. R. (2019). *Pedoman monitoring Banggai cardinalfish* (Pterapogon kauderni). Ministry of Marine Affairs and Fisheries. https://www.researchgate.net/publication/346646645_Pedoman_Monitoring_Banggai_CardinalFish
- Syakur, A., Wibowo, J. T., Firmansyah, F., Azam, I., & Linkie, M. (2012). Ensuring local stakeholder support for marine conservation: Establishing a locally-managed marine area network in Aceh. *Oryx*, 46(4), 516–524. <https://doi.org/10.1017/S0030605312000166>
- Treml, E. A., Roberts, J., Halpin, P. N., Possingham, H. P., & Riginos, C. (2015). The emergent geography of biophysical dispersal barriers across the Indo-West Pacific. *Diversity and Distributions*, 21(4), 465–476. <https://doi.org/10.1111/ddi.12307>

- Uthicke, S., Schaffelke, B., & Byrne, M. (2009). A boom–bust phylum? Ecological and evolutionary consequences of density variations in echinoderms. *Ecological Monographs*, 79(1), 3–24. <https://doi.org/10.1890/07-2136.1>
- Vagelli, A. A. (1999). The reproductive biology and early ontogeny of the mouthbreeding Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni* (Perciformes, Apogonidae). *Environmental Biology of Fishes*, 56, 79–92. <https://doi.org/10.1023/A:1007514625811>
- Vagelli, A. A. (2004). Ontogenetic shift in habitat preference by *Pterapogon kauderni*: A shallow water coral reef apogonid, with direct development. *Copeia*, 2004(2), 364–369. <https://doi.org/10.1643/CE-03-059R2>
- Vagelli, A. A. (2011). *The Banggai cardinalfish: Natural history, conservation, and culture of Pterapogon kauderni*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119950387>
- Vagelli, A. A., Burford, M., & Bernardi, G. (2009). Fine scale dispersal in Banggai cardinalfish, *Pterapogon kauderni*: A coral reef species lacking a pelagic larval phase. *Marine Genomics*, 1, 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2009.01.001>
- Wiadnyana, N. N., Suharti, S. R., Ndobe, S., Triharyuni, S., Lilley, G. R., Risuana, S., Wahyudi, D., & Moore, A. M. (2020). Population trends of Banggai cardinalfish in the Banggai Islands, Central Sulawesi, Indonesia. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 420, 012033). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/420/1/012033>
- Willette, D. A., Allendorf, F. W., Barber, P. H., Barshis, D. J., Carpenter, K. E., Crandall, E. D., Cresko, W. A., I, F.-S., Matz, M. V, Meyer, E., Santos, M. D., Seeb, L. W., & Seeb, J. E. (2014). So, you want to use next-generation sequencing in marine systems? Insight from the Pan-Pacific Advanced Studies Institute. *Bulletin of Marine Science*, 90(1), 79–122. <https://doi.org/10.5343/bms.2013.1008>
- Yahya, Y., Mustain, A., Artiawan, N., Reksodihardjo-Lilley, G., & Tlusty, M. F. (2012). Summary of results of population density surveys of the Banggai cardinalfish in the Banggai Archipelago,

Sulawesi, Indonesia, from 2007–2012. *AACL Bioflux*, 5(5), 303–308. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2012.303-308.pdf>

Yalindua, F. Y., Ibrahim, P. S., Saputro, S. P., Peristiwady, T., & Lawalata, J. H. (2022). Systematic review of research trends on the endemic fish *Pterapogon kauderni*. *AACL Bioflux*, 15(1), 96–114. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2022.96-114.pdf>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAGIAN 4

Tren Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 14

Tantangan Koperasi Nelayan sebagai Penyeimbang Rezim Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan di Indonesia

Muhammad Helmi Falah, Fety Widiанти Aptasari

A. Kondisi Ekonomi Nelayan Kecil dan Urgensi Mendirikan Koperasi Nelayan

Potensi ekonomi dari sumber daya kelautan Indonesia dapat mencapai US\$1,3 triliun per tahun (Pebrianto, 2020). Namun, nilai tersebut belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Hal tersebut tergambar dari rendahnya kontribusi perikanan terhadap produk domestik bruto (PDB) Indonesia yang hanya mencapai 2,65% pada 2019 (Badan Pusat Statistik, 2020). Angka tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan potensi sumber daya kelautan Indonesia.

M.H. Falah* & F.W. Aptasari

*Universitas Mataram, e-mail: helmifallah@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Falah, M. H., & Aptasari, F. W. (2023). Tantangan koperasi nelayan sebagai penyeimbang rezim pengelolaan sumber daya kelautan dan perikanan di Indonesia. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (507–548). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c765 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

Permasalahan pengelolaan sumber daya kelautan tidak hanya pada rendahnya kontribusinya terhadap PDB Indonesia, tetapi juga pada rendahnya kesejahteraan nelayan Indonesia. Setidaknya 20% hingga 48% nelayan di Indonesia hidup di bawah garis kemiskinan (Pryanka, 2018). Dari kondisi itulah, masyarakat yang tinggal di kawasan pesisir identik dengan masyarakat miskin (Silooy, 2017; Wasiaturrahma et al., 2020). Bahkan, menurut Sari et al. (2020), masyarakat nelayan Indonesia merupakan kelompok termiskin dari kelompok termiskin.

Berdasarkan kondisi tersebut, umumnya nelayan memiliki pekerjaan sampingan, seperti menjadi buruh dan berdagang dikarenakan rendahnya pendapatan menjadi nelayan (Nainggolan et al., 2021). Pekerjaan sampingan yang nelayan lakukan tersebut dilakukan pada saat musim paceklik yang mengakibatkan mereka tidak mampu melaut. Namun, kontribusi pendapatan dari pekerjaan sampingan tersebut pun tidak sampai setengah dari pendapatan utamanya sebagai nelayan sehingga belum dapat menjadikan mereka sejahtera (Pangidunan et al., 2023). Hal tersebut dikarenakan pekerjaan sampingan nelayan merupakan pekerjaan rendah keterampilan sehingga tingkat produktivitas ekonomi juga rendah (Arbarini et al., 2018).

Buruknya tingkat ekonomi nelayan kecil menjadikan mereka banyak yang memutuskan untuk bermigrasi dari pesisir ke kota (Yuniarti, 2021). Oleh karena itu, jumlah nelayan di Indonesia terus mengalami penurunan (Warren & Steenbergen, 2021). Jumlah nelayan pada tahun 2012 sebanyak 4,5 juta jiwa, tetapi pada tahun 2020 jumlah tersebut berkurang lebih dari setengahnya dan menyisakan 2,2 juta jiwa (Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP], 2023). Adapun faktor-faktor yang menyebabkan buruknya tingkat ekonomi nelayan sehingga jumlah nelayan berkurang adalah (1) pencemaran lautan sehingga memengaruhi kuantitas ikan yang tersedia, (2) privatisasi wilayah pesisir seperti reklamasi pantai dan industri pariwisata, (3) makin tingginya biaya melaut dan tidak sebanding dengan modal yang dimiliki, serta (4) krisis iklim (Pitakasari, 2011).

Selain keempat faktor tersebut, terdapat juga faktor tambahan yang memberatkan nelayan, yaitu kebijakan (Ermawati & Zuliyati, 2015; Fernanto et al., 2022; Fitriani et al., 2023). Salah satu dari kebijakan terbaru yang dinilai memberatkan nelayan adalah Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur.

Pada dasarnya kebijakan penangkapan ikan terukur bertujuan untuk mempertahankan ekologi dan menjaga biodiversitas, meningkatkan pertumbuhan ekonomi wilayah, dan kesejahteraan nelayan. Kebijakan penangkapan ikan terukur diharapkan dapat menghapus praktik kegiatan perikanan yang melanggar hukum (*illegal*), tidak dilaporkan (*unreported*), dan tidak diatur (*unregulated fishing*).

Kebijakan tersebut merupakan pergeseran pengelolaan penangkapan ikan di laut Indonesia dari kebijakan kontrol *input* menjadi kontrol *output*. Kebijakan kontrol *output* merupakan salah satu bentuk implementasi prinsip *blue recovery* di laut yang ditujukan menjaga agar tidak terjadi *overfishing* (Cabral et al., 2018). Kebijakan tersebut diharapkan dapat memulihkan potensi stok ikan serta mengatasi dampak sosial dan ekonomi pada masyarakat nelayan akibat dari kebijakan sebelumnya, yakni kontrol input sehingga tercipta sumber daya kelautan berkelanjutan di Indonesia (Northrop et al., 2020).

Kebijakan kontrol *output* di Indonesia diterapkan melalui pengaturan zona penangkapan ikan dan jumlah ikan yang boleh ditangkap berdasarkan kuota dengan sistem kontrak dalam jangka waktu tertentu (Zaini, 2021). Kebijakan tersebut terbagi menjadi dua bagian, pertama adalah izin penangkapan ikan diberikan kepada armada dan alat tangkap; kedua didasarkan pada kuota ikan yang ditangkap (Zulham et al., 2022).

Dalam ranah teknis, kuota volume ikan yang diperbolehkan untuk ditangkap di seluruh zona penangkapan ikan terukur ditentukan berdasarkan rekomendasi Komisi Nasional Pengkajian

Stok Sumber Daya Ikan (Komnas Kajiskan) kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan. Rekomendasi tersebut melingkupi kuota dan zona penangkapan ikan untuk perusahaan perikanan, investor, kegiatan penangkapan ikan untuk kegiatan non-komersial, hingga nelayan kecil (Zaini, 2021).

Pada level nelayan kecil, kebijakan pengelolaan ikan yang baru tersebut dinilai memberi efek negatif bagi nelayan berupa pertarungan bebas antara korporasi besar dan nelayan kecil (Handayani, 2023; Tubaka, 2022; Utami, 2022). Pertarungan bebas tersebut berpotensi menambah permasalahan sosial-ekonomi nelayan kecil dikarenakan ketidakmampuan mereka bersaing dengan korporasi besar.

Di tengah dukungan dan kritik terhadap kebijakan pengelolaan sumber daya kelautan yang baru tersebut, terdapat satu dampak turunan yang pasti mengikat nelayan kecil. Dampak turunan tersebut adalah pengorganisasian nelayan kecil. Kebijakan tersebut mensyaratkan nelayan kecil yang menangkap ikan di perairan lebih dari 12 mil laut membentuk aksi kolektif dengan bergabung dalam koperasi, asosiasi, atau korporasi.

Oleh karena itu, bab ini berfokus mengulas tantangan yang dihadapi koperasi nelayan menggunakan pendekatan metode etnografi. Metode etnografi ini memaparkan uraian mendalam tentang budaya sebuah komunitas yang menjadi objek penelitian (Satori & Komariah, 2011). Penelitian etnografi mengamati dan menganalisis budaya secara holistik, baik spiritual maupun material. Pemilihan metode etnografi dikarenakan permasalahan nelayan bersifat multidimensi sehingga harus dipandang secara menyeluruh (Suryadi & Sufi, 2019).

Analisis secara holistik ini dilakukan karena budaya berkaitan antara satu dan yang lainnya hingga membentuk perilaku individu dan kolektif. Etnografi merupakan rancangan yang tepat untuk mengungkap faktor-faktor yang memengaruhi peluang dan tantangan pendirian koperasi nelayan dikarenakan sifat alamiah dari pendekatan tersebut (Denzin & Lincoln, 2000). Selain itu, etnograf diperlukan untuk meninjau karakteristik masyarakat pesisir yang jauh berbeda

dengan karakteristik masyarakat baik di wilayah perkotaan maupun perdesaan (Kusnadi, 2015).

B. Koperasi dan Keterbatasan Modal Nelayan

Di balik keharusan nelayan kecil untuk membentuk sebuah aksi kolektif sebagai syarat untuk dapat menangkap ikan di perairan lebih dari 12 mil laut, koperasi memiliki banyak sekali manfaat. Salah satu manfaat koperasi adalah menjadi media nelayan memperoleh akses pembiayaan yang tidak memberatkan. Koperasi dapat mengatasi permasalahan klasik nelayan kecil, yaitu kesulitan mendapatkan pembiayaan dari lembaga keuangan formal.

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk menanggulangi permasalahan rendahnya modal kerja nelayan, yang salah satunya adalah pemberian modal melalui program kredit usaha rakyat (KUR). KUR ini diperuntukkan bagi usaha mikro, kecil, menengah, dan koperasi (UMKMK) pada sektor usaha produktif yang operasionalnya layak (*feasible*), tetapi tidak memenuhi kebutuhan perbankan (Sumantika & Ardiyanto, 2018). Namun, di lapangan, nelayan masih kesulitan mendapatkan bantuan permodalan KUR.

Bank penyalur KUR tidak dapat menerima penjaminan kredit yang dipersyaratkan oleh nelayan. Pemberian kredit ke sektor perikanan tangkap dipandang berisiko tinggi oleh lembaga keuangan. Lembaga perbankan pada umumnya kurang tertarik untuk memberikan kredit kepada nelayan karena diasumsikan nelayan tidak akan mampu mengembalikan kredit yang diterimanya secara teratur padahal bank membutuhkan kepastian pembayaran angsuran kredit (Masyhuri, 2017; Valentina, 2018).

Karena ketidakmampuan nelayan kecil dalam mengakses pembiayaan ke lembaga keuangan formal seperti bank, umumnya nelayan kecil terjerat dalam ikatan patron-klien. Patron-klien berkembang dalam bentuk pinjaman uang dan sejenisnya. Pinjaman tersebut bersifat mengikat melalui pola bagi hasil pendapatan dari penjualan ikan hasil tangkapan dengan pemilik modal (Lubis et al.,

2012). Hubungan patron-klien tersebut menjadi akar permasalahan kemiskinan nelayan (Pinem et al., 2019). Di beberapa tempat, patron-klien ini dikenal dengan nama juragan, langgan, atau tengkulak.

Popkin (1979) menyatakan, pola hubungan patron-klien merupakan tindakan monopoli dan eksploitasi karena patron menghalangi kliennya berhubungan dengan pasar. Scott (1972) mengatakan bahwa hubungan patron-klien ini dicirikan dengan, 1) adanya kepemilikan sumber daya ekonomi yang tidak seimbang, 2) adanya hubungan resiprositas yaitu hubungan saling memberi dan menerima walaupun dalam kadar yang tidak seimbang, dan 3) hubungan loyalitas dikarenakan ketidakmampuan nelayan kecil untuk memperoleh permodalan alternatif. Karena itu, hubungan patron-klien menjadi faktor utama kemiskinan struktural nelayan kecil (Adawiyah et al., 2021).

Keterbatasan modal nelayan memberikan efek struktural yang banyak dan luas. Salah satu dampak tersebut adalah buruknya kesehatan nelayan dan keluarganya, seperti gizi buruk, kelaparan, kekurangan energi kronis, dan morbiditas yang berujung pada kemiskinan laten. Hal tersebut menjadi salah satu contoh mata rantai kemiskinan nelayan.

Minimnya kepemilikan modal juga menjadikan nelayan tidak cukup mampu untuk meningkatkan keterampilan yang dimiliki (Retnowati et al., 2014). Kompetensi rendah yang dimiliki nelayan tersebut mulai dari rendahnya kemampuan merencanakan usaha, rendahnya kesadaran akan keselamatan saat melaut, hingga minimnya keterampilan lain selain melaut (Muflikhati et al., 2009). Oleh karena itu, koperasi dapat menjadi media dalam meningkatkan keterampilan nelayan, pembuatan pekerjaan, dan usaha alternatif bagi masyarakat pesisir (Ferine et al., 2017; Sirojuzilam & Muda, 2017). Program peningkatan keterampilan yang dilakukan secara mandiri oleh nelayan tidak akan memberatkan mereka dikarenakan dilakukan secara gotong-royong.

Dengan adanya koperasi, permasalahan modal tersebut perlahan dapat tertangani. Koperasi dapat menjalankan simpan pinjam

untuk pendanaan perseorangan dan pengadaan sarana yang dapat digunakan secara kolektif. Koperasi dapat membantu permodalan kepada kelompok-kelompok nelayan untuk mengadakan kapal yang lebih besar sehingga dapat meningkatkan produktivitas mereka.

C. Koperasi dan Krisis Iklim

Selain keterbatasan modal dan rendahnya keterampilan, nelayan juga dihadapi oleh tantangan lain berupa krisis iklim. Krisis iklim tidak hanya menjadikan nelayan kesulitan dalam melaut, tetapi juga mengurangi kuantitas ikan. Peningkatan senyawa hidrogen berakibat pada penurunan tingkat keasaman air laut. Bertambahnya kadar karbon dioksida dapat mengakibatkan penipisan lapisan ozon di atmosfer. Lapisan ozon berfungsi sebagai lapisan absorpsi gelombang pendek radiasi matahari. Hal ini berujung pada penyinaran radiasi matahari yang datang langsung menuju permukaan dan menyebabkan adanya peningkatan suhu permukaan air laut (Turkington et al., 2018). Kondisi perubahan suhu air laut mengakibatkan terjadi perpindahan ikan menuju ke arah kutub (daerah lebih dingin) atau ke tempat yang lebih dalam, yaitu tempat temperatur lingkungan tidak jauh berbeda terhadap temperatur optimal dari spesies ikan tersebut (Nye et al., 2009; Perry et al., 2005; Pinsky et al., 2013).

Berdasarkan laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2022, krisis iklim dilaporkan akan memperparah peningkatan suhu air laut dan memaksa ikan berpindah dari wilayah tropis ke subtropis sehingga mengurangi pendapatan Indonesia dari penangkapan ikan sebesar 24%. Perubahan iklim dan pengasaman laut meningkat cepat yang melingkupi penangkapan berlebihan, masuknya spesies baru dalam perairan, degradasi lingkungan, kelebihan nutrisi dalam perairan, dan polusi.

Pada 2019 telah terjadi peningkatan curah hujan kurang lebih 2,5 mm/hari, peningkatan tinggi gelombang ekstrem lebih dari 1,5 meter, peningkatan suhu 0,45°C–0,75°C, dan permukaan laut yang meningkat dari 0,8–1,2 cm/tahun. Atas kondisi tersebut, sektor

kelautan dan pesisir terdampak berbagai hal merugikan seperti perubahan suplai sedimen sehingga mengurangi daya jelajah kapal nelayan kecil yang berbobot < 20GT dan membahayakan keselamatan pelayaran (Kementerian PPN/Bappenas, 2019).

Kajian Ocean Health Index (OHI) pada tahun 2020 menjelaskan bahwa Indonesia menempati peringkat ke-137 dari 221 negara berdasarkan tingkat kesehatan lautnya dengan skor 65 dari skala 100. Skor tersebut berada cukup jauh di bawah rata-rata dunia, yaitu 71. Berdasarkan kajian yang sama, kondisi lebih buruk dibandingkan tahun sebelumnya, yakni tahun 2019 (Clawson & Frazier, 2020). Skor yang rendah tersebut sangat memperihatinkan apabila dibandingkan dengan potensi pendapatan negara dari sumber daya kelautan Indonesia.

Nelayan belum dapat menghadapi krisis iklim tersebut dengan baik dikarenakan permasalahan mendasar yang dialami, yakni minimnya modal. Pada negara maju, perubahan iklim tersebut disiasati dengan penyesuaian alat tangkap dan alat penyimpanan hasil tangkapan. Alat penyimpanan hasil tangkapan penting dimiliki mengingat musim-musim sulit melaut. Selain itu, alat penyimpanan juga bermanfaat untuk memberikan daya tawar nelayan kecil kepada pengepul ikan yang sering memonopoli harga tangkapan. Melalui koperasi nelayan dapat menghadapi krisis iklim dengan lebih baik melalui pengadaan alat penangkapan kolektif dan alat penyimpanan hasil tangkapan yang sesuai.

D. Koperasi, *Blue Economy*, Teknologi Tepat Guna, dan Efek Pengganda

Selain dapat menangani permasalahan keterbatasan modal, meningkatkan keterampilan nelayan dan menjadi solusi nelayan dalam menghadapi krisis iklim, koperasi juga berperan dalam mewujudkan *blue economy*. Prinsip *blue economy* ditujukan untuk menghasilkan pertumbuhan ekonomi di sektor kelautan dengan menjamin kelestarian sumber daya. *Blue economy* terdiri dari tiga pilar

utama, yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. *Blue economy* bertumpu pada pengembangan ekonomi rakyat secara komprehensif guna mencapai pembangunan nasional (Pauli, 2010). *Blue economy* pada dasarnya menekankan pada inovasi dan kreativitas untuk mengolah bahan baku menjadi produk tanpa menyisakan limbah (*zero-waste*).

Untuk menghasilkan *output* yang sama, usaha dengan teknologi tradisional memerlukan *input* yang jauh lebih besar daripada usaha dengan teknologi maju sehingga teknologi tradisional akan menghasilkan limbah yang sangat besar (Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia [DKP RI], 2006). Koperasi dapat memberi posisi tawar nelayan kecil untuk mengurangi limbah dari usaha yang dihasilkan dengan menggunakan aset kolektif (Rivera et al., 2017).

Selain pemanfaatan teknologi, untuk mencapai *blue economy* adalah dengan budaya melaut nelayan yang baik. Dengan banyaknya nelayan kecil di Indonesia, nelayan kecil menjadi aktor utama dalam menyukseskan *blue economy*. Menurut Kesatuan Nelayan Tradisional Indonesia (KNTI) dalam Outlook KNTI 2023, nelayan dan pembudidaya ikan skala kecil dan tradisional di Indonesia memiliki kontribusi mencapai 80% dari total produk perikanan (KNTI, 2023).

Salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan lingkungan pesisir adalah rendahnya tingkat pengetahuan nelayan tentang pentingnya menjaga lingkungan (Primyastanto et al., 2010). Berdasarkan hal tersebut, pengedukasian masyarakat untuk menjaga kelestarian lingkungan sangat penting dilakukan. Oleh karena itu, koperasi dapat berperan dalam peningkatan pengetahuan, pengadaan alat tangkap kolektif, hingga pengadaan teknologi pengolahan hasil tangkapan yang sesuai dengan prinsip keberlanjutan.

Selain permasalahan utama berupa rendahnya modal, nelayan juga memiliki permasalahan untuk mencapai kesejahteraan berupa buruknya lingkungan sosial (Acheson, 1981). Permasalahan lingkungan sosial tersebut memengaruhi baik keputusan individu, rumah tangga, maupun kolektif. Banyak dari nelayan kecil yang enggan membentuk koperasi (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi

Kepulauan Bangka Belitung [DKP Babel], 2018). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengkaji tingkat penerimaan dan peluang pendirian koperasi nelayan.

Nilai tersebut digali pada desa-desa nelayan. Hal tersebut dikarenakan secara umum desa-desa tersebut memiliki sumber daya ekonomi berupa dana desa untuk mewujudkan konsep tersebut. Kajian ini penting untuk dilakukan mengingat besarnya jumlah nelayan dan kontribusinya bagi perekonomian. Jumlah nelayan kecil di Indonesia pada tahun 2022 adalah 2,22 juta jiwa atau sekitar 90% dari total armada perikanan (KKP, 2022).

E. Tantangan Pendirian Koperasi Nelayan: Tinjauan Etnografi

Ada beberapa aspek kehidupan yang menjadi indikator tantangan dalam proses pendirian koperasi nelayan, di antaranya tingkat pendidikan, minat usaha dan perilaku ekonomi, masalah keluarga, suku dan budaya, strata sosial, dan jumlah populasi nelayan.

1. Pendidikan Nelayan

Dalam pendirian dan pengelolaan koperasi yang maksimal, diperlukan pengetahuan pengelolaan keuangan yang memadai, kesadaran akan semangat gotong royong bagi pengurus dan anggota. Pengetahuan pengelolaan keuangan tersebut meliputi pengetahuan perencanaan keuangan, pengetahuan pengeluaran-pemasukan, pengetahuan uang dan aset, serta masih banyak lagi. Tanpa dukungan sumber daya manusia yang andal, kegiatan organisasi tidak akan berjalan dengan baik meskipun didukung oleh sarana, prasarana, bahkan sumber dana yang berlebihan (Taremwa & Lopoyetum, 2015).

Dalam konteks koperasi nelayan, informan X menjelaskan rendahnya pendidikan dan pengetahuan nelayan tentang pengelolaan keuangan merupakan tantangan utama pendirian koperasi, sebagaimana disampaikan dalam wawancara berikut.

“Desa-desanya nelayan Kabupaten X membangun usaha dari dana desanya serupa dengan mayoritas desa lain, yakni usaha yang berwujud fisik seperti usaha ritail, menyewakan ruko, dan sejenisnya. Walau kadang usaha-usaha tersebut tidak sesuai dengan potensi dari desa tersebut. Bahkan sering kali usaha tersebut menjadi bahan konflik. Hal tersebut dikarenakan preferensi masyarakat dan kepala desa. Preferensi tersebut akibat dari rendahnya pendidikan sehingga tidak cukup mampu untuk menciptakan program pemberdayaan berkelanjutan.”

Pernyataan tersebut serupa dengan hasil penelitian Imron (2011) yang menjelaskan bahwa, selain miskin, nelayan juga dinilai sebagai masyarakat tidak pintar, tidak efisien dalam bekerja, lemah, hingga tidak mampu merencanakan masa depannya. Hal tersebut menggambarkan bahwa buruknya kondisi nelayan tidak jauh berubah dari beberapa dekade lalu. Salah satu penyebab utama dari kondisi tersebut adalah rendahnya tingkat pendidikan nelayan. Temuan tersebut menjadi penegas pernyataan Menteri Desa PTT Abdul Halim bahwa banyak usaha milik desa yang menjadi potensi konflik karena jenisnya bertentangan dengan potensi desa, bahkan mata pencaharian beberapa warga desa, seperti usaha toko klontong (Media Indonesia, 2022). Informan X menjelaskan,

“Bahwa rendahnya pendidikan tersebut berdampak pada kapasitas dalam pengelolaan usaha. Usaha seperti koperasi simpan pinjam merupakan unit usaha dengan tingkat kesulitan pengelolaan yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan banyaknya kemampuan yang harus dikuasai mulai dari keuangan, pendekatan personal, *menejemen* SDM, *menejemen* risiko dan lain sebagainya”.

Temuan tersebut didukung data dari Direktorat Sekolah Dasar (DITPSD) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang menunjukkan 80% nelayan kecil hanya mengenyam pendidikan di bawah tingkat SMP (Doaly, 2023). Keluarga dengan ekonomi rendah ditambah rendahnya pendidikan yang dimiliki, akan menjadikannya

kesulitan dalam membuat perencanaan keuangan (Yohnson, 2004). Selain itu, informan X juga menjelaskan,

“Rendahnya pendidikan dan ekonomi berpotensi menyebabkan penyimpangan pengelolaan yang dilakukan oleh pengelola”.

2. Preferensi Usaha dan Perilaku Ekonomi Individu

Tantangan lain dalam pembentukan koperasi nelayan adalah perilaku ekonomi nelayan seperti yang dijelaskan informan X berikut.

“Dalam interaksi ekonomi sosial, nelayan lebih suka melakukan kegiatan usaha secara perseorangan dengan keluarga inti mereka dibanding dengan membentuk usaha secara kolektif.”

Pendapatan nelayan yang relatif rendah membuat nelayan tidak bisa bergantung dari pekerjaan di sektor kelautan (Damayanti, 2018). Dalam ekonomi keluarga, istri nelayan juga berperan dalam mencari nafkah. Hal tersebut serupa dengan penelitian Kurniawati (2017) yang menyatakan bahwa peran istri dalam perekonomian rumah tangga perikanan cukup besar. Salah satu bentuk strategi adaptasi yang dilakukan oleh nelayan untuk mengatasi kesulitan ekonomi seperti pada saat pandemi adalah mendorong istri mereka untuk ikut mencari nafkah (Helmi & Satria, 2012). Melanjutkan topik preferensi usaha, informan X menjelaskan bahwa,

“Istri nelayan tidak hanya memiliki peran sebagai pihak yang membantu mencari nafkah keluarga. Mereka juga memiliki pengaruh besar dalam pengambilan keputusan rumah tangga mereka. Jika dirunut besarnya peran dalam pengambilan keputusan itu karena mereka sering kali menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi, terutama di musim sulit melaut”

Istri yang awalnya hanya bekerja di sektor domestik (mengurus rumah tangga dan merawat anak) harus membantu suami bekerja di sektor publik. Temuan tersebut serupa dengan penelitian Sabarisman

(2017) yang menjelaskan kuatnya peran istri nelayan, baik dalam aktivitas ekonomi maupun pengambilan keputusan. Hal tersebut merupakan salah satu ciri sosial nelayan yang menjadikannya berbeda dengan kelompok ekonomi lemah lainnya. Dengan demikian, pihak yang terbebani serta bertanggung jawab lebih dalam menanggulangi kerentanan ekonomi serta melindungi kelangsungan hidup rumah tangga adalah perempuan (Kusnadi, 2015).

Selanjutnya, menyambung topik perilaku ekonomi, informan X menyampaikan,

“Faktor nelayan lebih memilih usaha dengan tingkat kepastian yang tinggi adalah karena nelayan kecil selama ini tidak mendapatkan kepastian pendapatan dari kegiatan melaut. Usaha selain melaut tersebut seperti berjualan makanan dan minuman di pinggir pantai, menjual BBM eceran.”

Hal tersebut serupa dengan penelitian (Acheson, 1981; Nadjib, 2013) yang menjelaskan bahwa nelayan tidak pernah memiliki gambaran tentang pendapatan yang akan diperolehnya. Bagi nelayan, hasil usaha penangkapan ikan sangat fluktuatif dan spekulatif. Masyarakat nelayan memiliki karakteristik kehidupan berbeda karena pola kehidupan di laut yang sangat berisiko dan tidak pernah dihadapi oleh masyarakat lain (Rahim et al., 2018). Menghadapi kondisi seperti ini, nelayan memiliki kecenderungan mengembangkan pola adaptasi yang khas, tidak umum, dan sering tidak dipahami oleh masyarakat di luar komunitas nelayan (Imron, 2011; Nadjib, 2013).

Informasi tentang dampak turunan dari pendidikan selain preferensi usaha adalah perilaku ekonomi nelayan seperti yang dijelaskan informan X sebagai berikut:

“Terkait konteks budaya, kendati secara personal nelayan memiliki etos kerja tinggi namun dilain sisi cenderung boros. Etos kerja yang tinggi itu tercermin dari kegiatan melaut dan usaha sampingan yang dilakukan keluarga nelayan kecil.”

Temuan tersebut serupa dengan temuan Nadjib (2013), yaitu bahwa mayoritas nelayan adalah kelompok masyarakat yang paling miskin meskipun rata-rata mereka memiliki etos kerja tinggi. Hal tersebut dikarenakan sifat dan karakter nelayan yang konsumtif dan sering berfoya-foya. Sikap boros dan foya-foya tersebut menjadi salah satu faktor utama dari kesukaran usaha kolektif untuk berhasil. Selain itu, hasil tersebut mendukung penelitian Suhartanti (2022) yang menjelaskan bahwa alasan nelayan mempertahankan gaya hidup konsumtif adalah karena gengsi. Rasa gengsi tersebut lebih besar pada nelayan juragan karena rasa iri dengan juragan lainnya. Gengsi tersebut menciptakan struktur sosial yang khas.

Tingginya kapasitas ketua Forum Kepala Desa dalam memetakan masalah masyarakat dan pandangan pembangunan berkelanjutan terlihat dalam penjelasannya,

“Jika nelayan kecil hanya mengandalkan usaha jualan makanan minuman ringan dan terjadi pembiaran eksploitasi alam untuk kepentingan wisata bahari secara berlebihan maka tidak akan tercapai pembangunan berkelanjutan”.

Pernyataan tersebut mendukung penelitian Denia et al. (2018) dan Nawawi (2013) yang menerangkan bahwa banyak masyarakat pesisir yang justru harus menerima dan menanggung dampak negatif dari turisme massal yang bergantung pada wisata bahari.

3. Konflik Keluarga

Seperti yang dipaparkan sebelumnya, akibat rendahnya hasil tangkapan, istri nelayan juga, mencari nafkah. Kondisi demikian menjadikan istri telah memiliki proporsi peran yang sama dengan suami dalam kegiatan produksi atau bahkan lebih dominan. Kendati hal tersebut menjadikan tidak adanya lagi sistem patriaki, bukan berarti selalu baik karena menimbulkan ketidaksetaraan. Kondisi tersebut juga dijelaskan oleh informan X,

“Kemiskinan ini seperti mata rantai. Karena akses pengelolaan sumber daya sangat terbatas maka nelayan menjadi miskin. Karena miskin istri-istri nelayan ikut mencari nafkah. Kadang penghasilannya bisa lebih dari suami. Itu yang buat konflik di rumah tangga mereka. Itu yang buat tidak kondusif. Dari kondisi tidak kondusif tersebut membuat perilaku ekonomi mereka tidak baik. Begitu seterusnya”.

Ketidaksetaraan ini dapat dilihat dari dominasi keduanya dalam pengambilan keputusan, bahkan menurut Purwoko et al. (2011), tidak jarang kondisi ini menyebabkan kekerasan rumah tangga. Ketidaksetaraan tersebut tidak hanya membentuk budaya yang tidak kondusif di internal rumah tangga nelayan, tetapi juga pada pola interaksi sosial secara umum. Dalam konteks pembentukan aksi kolektif, konflik domestik rumah tangga tersebut dapat menjalar kepada pengelolaan aksi kolektif. Secara umum, hal tersebut menyebabkan masyarakat pesisir memiliki karakter yang tegas, keras, dan terbuka (Sabian, 2007).

Pola hidup nelayan yang tergantung dengan alam menjadikannya masyarakat dengan sifatnya yang keras (Bengen, 2001). Penelitian ini menambah pandangan tentang kerasnya perwatakan nelayan. Kerasnya perwatakan nelayan tidak hanya didasari oleh ketergantungan dengan alam, tetapi juga penggabungan antara perebutan akses sumber daya ekonomi yang menyebabkan harus keras. Selain itu, temuan ini juga memperkuat penelitian Sabarisman (2017) yang menjelaskan salah satu peran teknis yang menghambat kesejahteraan nelayan adalah pola penangkapan yang sangat tradisional dan diperkuat oleh karakteristik sosial budaya yang tidak kondusif.

4. Suku dan Budaya

Dalam aspek budaya dan suku, informan X menjelaskan bahwa,

“Rendahnya pendidikan diperkuat oleh perbedaan suku yang meningkatkan potensi konflik horizontal antar nelayan. Perbedaan

suku pada banyak desa nelayan menjadi faktor terjadinya konflik. Banyak desa nelayan yang terdapat lebih dari 1 (satu) suku. Suku lainnya tersebut adalah nelayan yang bermigrasi dari wilayahnya. Perbedaan suku tersebut juga membawa perbedaan pola pikir, kebiasaan, pola komunikasi”.

Pernyataan tersebut diperkuat dengan fakta bahwa masyarakat dengan tingkatan paling plural di dunia nomor empat adalah Indonesia (Ashmarita, 2020). Struktur masyarakat pesisir yang sangat plural membentuk sebuah sistem dan nilai budaya dari akulturasi budaya masing-masing komponen masyarakat (Yusnita et al., 2015). Tantangan pluralisme budaya yang dimiliki Indonesia merupakan lokus klasik bagi bentukan masyarakat majemuk. Masyarakat yang menjemuk tersebut menciptakan heterogenitas yang artinya masing-masing sub-kelompok masyarakat memiliki kebudayaan yang sangat berbeda satu dari yang lainnya (Kusumohamidjojo, 2000).

Temuan potensi konflik sosial tersebut serupa dengan penelitian (Charles, 1992) yang menyatakan bahwa salah satu dari tujuh tipologi konflik adalah konflik primordial (perasaan kesukuan yang berlebihan). Secara lengkap, tujuh tipologi konflik berdasarkan faktor penyebabnya adalah

- 1) konflik pengelolaan sumber daya,
- 2) konflik kepemilikan sumber daya,
- 3) konflik kelas,
- 4) konflik lingkungan,
- 5) konflik cara produksi,
- 6) konflik primordial, dan
- 7) konflik usaha.

Keberagaman status sosial dan pluralisme budaya tersebut juga berdampak terhadap pola pembiayaan nelayan kepada lembaga keuangan. Beragamnya kebutuhan yang dimiliki para nelayan, baik nelayan buruh, nelayan kecil, hingga nelayan juragan, menjadikan

nelayan tidak melakukan pengajuan pembiayaan secara kolektif, tetapi cenderung individualistis (Ramadhan et al., 2022).

Hubungan antara sifat individualistis nelayan dan potensi konflik juga dijelaskan oleh Zulfa & Susanti (2023) bahwa dalam hal pekerjaan, sifat individu nelayan lebih dominan. Nelayan berusaha masing-masing tanpa saling bantu dan mereka percaya bahwa hasil kerja tergantung pada usaha dan kekuatannya sendiri. Selain itu, adanya sikap individualisme tersebut dianggap dapat meminimalisasi konflik yang terjadi antarnelayan.

Pergeseran budaya tersebut telah dinilai dan dijelaskan lebih dari dua dekade lalu. Satria (2001) berpendapat bahwa secara sosial-budaya, masyarakat pesisir awalnya dibangun atas paduan antara budaya kelautan, pantai, dan berorientasi pasar. Namun, tradisi ini berubah menjadi budaya dan sikap hidup yang inklusivistik, kosmopolitan, *outward looking*, egaliter, *entrepreneurship*, dinamis, dan pluralistis.

Untuk itu, secara umum struktur masyarakat Indonesia ditandai oleh heterogenitas etnik dan keunikan, unik karena diwarnai pluralitas nilai-nilai budaya lokal yang majemuk. Secara horizontal, kondisi tersebut ditandai kenyataan adanya kesatuan-kesatuan sosial berdasarkan perbedaan suku bangsa, agama, adat istiadat, dan primordialisme. Secara vertikal, struktur masyarakat Indonesia ditandai oleh adanya perbedaan vertikal antara lapisan-lapisan atas dan lapisan bawah (Rosita, 2021).

5. Penokohan dan Strata Sosial Masyarakat

Faktor lainnya dalam memengaruhi pola interaksi antar masyarakat adalah strata sosial di masyarakat. Satria (2002) membagi stratifikasi sosial menjadi tiga jenis, yaitu

- 1) stratifikasi karena perbedaan status politik, seperti perbedaan gelar kehormatan, kedudukan, dan jabatan;
- 2) stratifikasi karena perbedaan status pekerjaan; dan

- 3) stratifikasi karena status ekonomi. Pola interaksi berdasarkan strata sosial tersebut diungkapkan oleh informan X,

“Strata sosial di Provinsi A sangatlah kuat. Hal tersebut memengaruhi pola interaksi dari masyarakat. Terdapat penokohan yang kental di masyarakat. Karena penokohan yang kental tersebut menjadikan pejabat pemerintahan supra desa jauh lebih didengar dibandingkan pemerintah desa”

Pernyataan tersebut serupa dengan penelitian Rasmianto (2009) yang menjelaskan strata sosial yang sangat kuat dan memberikan pengaruh terhadap kehidupan bermasyarakat, dari strata inilah muncul kelompok-kelompok yang dihargai, dihormati, dan disegani. Lebih terperinci lagi, informan X menjelaskan dasar dari penokohan tersebut.

“Penokohan terjadi dikarenakan pandangan nelayan kecil yang menganggap pemerintahan supradesa lebih tinggi stratanya. Strata sosial yang disematkan nelayan kepada pemerintah supra desa tidak hanya pada stratifikasi perbedaan status politik seperti jabatan namun juga pada kemampuan ekonomi pemerintah supra desa tersebut. Hal ini dikarenakan kemiskinan laten nelayan kecil”.

Dalam konteks pengembangan sosial, kondisi ini harus dimanfaatkan oleh pemerintah supradesa untuk memberikan contoh yang baik kepada masyarakat. Penokohan tersebut juga terjadi pada tingkat internal desa. Penokohan nelayan pada internal desa sedikit berbeda dari penokohan masyarakat nelayan terhadap pemerintah supradesa. Perbedaan tersebut terletak pada hal yang mendasari penokohan. Pada internal desa, salah satu dasar penokohan adalah aset dan usia. Hal tersebut menjadi tantangan pembentukan koperasi nelayan seperti yang disampaikan oleh informan X,

“Hal tersebut menjadi salah satu tantangan terbesar dari pembentukan koperasi nelayan terintegrasi adalah penokohan

yang tidak berdasarkan dengan kapasitas analisis kelayakan usaha dan *menejerial* usaha.”

Temuan tersebut serupa dengan penelitian Suarjaya (2021) yang menjelaskan bahwa hanya beberapa masyarakat yang aktif dalam pengajuan gagasan pembangunan di desa biasanya. Masyarakat tersebut adalah masyarakat yang dituakan karena faktor usia dan dianggap mampu mengajukan usulan tanpa mempertimbangkan kajian tertentu.

6. Berkurangnya Jumlah Nelayan

Seluruh tantangan yang dihadapi nelayan tersebut menjadikan kemiskinan nelayan adalah kemiskinan struktural. Hal tersebut dijelaskan oleh informan X pada sesi akhir wawancara bahwa,

“Jumlah nelayan menurun. Secara umum masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan adalah keturunan dari keluarga nelayan juga. Sangat jarang dijumpai masyarakat yang berprofesi nelayan kecil tidak dari keturunan nelayan. Keterbatasan modal ditambah rendahnya pendidikan dan perilaku ekonomi (boros) merupakan faktor-faktor utama dari kondisi tersebut”.

Temuan tersebut serupa dengan penelitian Andriati (2016) dan Manggopa et al. (2022) yang menjelaskan rendahnya minat keturunan nelayan untuk menekuni profesi yang serupa dengan orang tuanya. Penyebab utama dari rendahnya minat tersebut adalah rendahnya pendapatan yang diperoleh serta risiko keselamatan.

F. Rekrutasi Sosial Nelayan Melalui Pemberdayaan secara Formal dan Nonformal

Dari paparan sebelumnya, kemiskinan nelayan di Indonesia disebabkan permasalahan struktural dan juga kultural. Temuan tersebut memperkuat penelitian Suharto (2009) yang menjelaskan

bahwa kemiskinan masyarakat nelayan disebabkan oleh tiga hal, yaitu (1) kemiskinan kultural; (2) kemiskinan struktural; dan (3) kemiskinan super-struktural. Selain itu, temuan tersebut juga memperkuat penelitian dua dekade lalu (Rahardjo, 1999) yang menyatakan bahwa kemiskinan pada masyarakat pesisir merupakan kemiskinan struktural.

Kemiskinan struktural adalah kondisi tidak sejahtera yang dialami oleh masyarakat karena struktur sosial (Suyanto, 2013). Contoh penyebab kemiskinan struktural adalah seorang nelayan tidak memiliki alat tangkap yang memadai, sedangkan kemiskinan kultural adalah kondisi tidak sejahtera yang disebabkan kebiasaan, budaya, dan nilai-nilai yang dianut oleh masyarakat. Contoh dari kemiskinan kultural adalah boros, malas, lemahnya etos kerja, dan sebagainya. Hakim (2019) menjelaskan, kemiskinan kultural bagi nelayan kecil ditelusuri melalui sifat yang lazim disebut fatalisme atau pasrah pada nasib, boros, dan sifat ketergantungan.

Sangat disadari bahwa permasalahan nelayan di Indonesia sangatlah kompleks. Salah satu tantangan tersebut adalah kondisi keuangan yang berdampak pada pola interaksi masyarakat. Kondisi keuangan tersebut besar dipengaruhi oleh pola pikir dan gaya hidup nelayan pada saat mendapat keuntungan besar. Modal sosial nelayan tersebut belum cukup mendukung prinsip-prinsip koperasi seperti nilai kepercayaan, norma, dan jaringan sosial. Oleh karena itu, untuk mengatasi kemiskinan, nelayan harus berdasarkan program pengembangan kapasitas masyarakat lewat pemberdayaan masyarakat yang melibatkan multisektor (Ratnawati & Sutopo, 2014).

Program pemberdayaan nelayan yang umumnya dilakukan pemerintah adalah bantuan alat tangkap. Program pemerintah ini belum maksimal dalam menggerakkan perubahan sosial dan struktur ekonomi masyarakat yang mengarah ke arah yang lebih produktif. Dukungan pemerintah berupa kebijakan ekonomi berkelanjutan diperlukan dalam peningkatan kesejahteraan nelayan (Kadfak & Linke, 2021). Upaya pengentasan kemiskinan harus mengedepankan program-program yang berpihak dan memberdayakan masyarakat

melalui pembangunan ekonomi dan peningkatan ekonomi kerakyatan. Salah satu upaya dalam memutus mata rantai kemiskinan tersebut adalah dengan melakukan rekayasa sosial.

Rekayasa sosial adalah perubahan sosial yang direncanakan untuk membentuk suatu kondisi sosial (Alimah et al., 2019). Pemerintah sebagai agen perubahan sosial yang direncanakan mengimplementasikannya dalam bentuk program pemerintah dan intervensi langsung. Pemerintah berkewajiban melakukan rekayasa sosial sebagai upaya penataan dan pembangunan, seperti penanaman pemahaman pengelolaan keuangan, budaya bahari, penyiapan berbagai infrastruktur penunjang, pelatihan, dan melakukan transmigrasi terencana agar tercipta perubahan sosial yang diharapkan (Kamim et al., 2018). Perubahan sosial adalah perubahan hubungan sosial, pola perilaku, kelembagaan, dan struktur sosial. Salah satu bentuk rekayasa sosial tersebut adalah pemberdayaan.

Terdapat tiga tahapan dalam proses pemberdayaan, yaitu penyadaran, peningkatan kapasitas, dan pendayaan (Kamim et al., 2018). Lebih detail lagi Notoadmojo (2003) menjelaskan terdapat tiga proses pembentukan kesadaran, yaitu pengetahuan, sikap, dan perilaku. Proses penyadaran masyarakat oleh pemerintah dilakukan melalui pendidikan dan pelatihan. Pendidikan akan memengaruhi kekuatan jejaring sosial dan akses ke informasi. Pada skala mikro, pemerintah dapat membuat pendampingan-pendampingan untuk meningkatkan literasi keuangan dan orientasi penggunaan pendapatan. Setelah masyarakat nelayan memiliki kesadaran yang baik dan mampu mengimplementasikannya, peningkatan kapasitas dan pendayaan dapat dilakukan melalui koperasi.

1. Rekayasa Sosial melalui Pendamping Desa (Formal)

Berbagai program pemberdayaan nelayan telah dilakukan, seperti

- 1) Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri,
- 2) Program Keluarga Harapan (PKH),

- 3) program pemerintah lainnya yang ditujukan untuk meningkatkan akses masyarakat miskin terhadap sumber modal usaha mikro dan kecil, listrik perdesaan, sertifikasi tanah, kredit mikro, dan lain-lain, dan
- 4) pembentukan pendamping desa (Shalfiah, 2013). Namun, fakta lapangan menunjukkan bahwa program-program tersebut belum berjalan dengan maksimal (Soeprijadi et al., 2013).

Kegagalan program pemberdayaan nelayan disebabkan oleh beberapa hal berikut.

- 1) Solusi cenderung berbentuk satu arah dari pemerintah dan kajian para pakar, tetapi kurang melibatkan partisipasi masyarakat.
- 2) Solusi belum cukup menjangkau akar permasalahan.
- 3) Solusi yang ditawarkan cenderung meminimalisasi aneka variasi yang muncul di lapangan.
- 4) Hasil yang diinginkan sering berupa *improvement* dan bukan *innovation*.
- 5) Program pemberdayaan sering kali berubah sewaktu-waktu.
- 6) Pendekatan yang digunakan dalam pemberdayaan cenderung *High Modernism* (Fajri et al., 2021).

Kendati program-program tersebut belum menunjukkan hasil yang maksimal, bukan berarti program tersebut harus ditinggalkan. Salah satu program yang telah berjalan cukup lama adalah program pendamping desa. Pendamping desa menjadi bagian integral dari kebijakan desentralisasi sehingga peran pendamping desa sangat krusial dalam proses pemberdayaan masyarakat dan pemerintah desa. Pendamping desa bertugas sebagai penghubung pemerintah dengan masyarakat, menjadi fasilitator musyawarah desa, hingga melakukan penguatan organisasi warga. Selain itu, pendamping desa berperan sebagai fasilitator pembangunan partisipatif, merajut jejaring dan kerja sama desa. Oleh karena itu, pemerintah dapat melakukan upaya pemberdayaan nelayan dengan mengoptimalkan pendamping desa.

Salah satu faktor yang menyebabkan belum maksimalnya kinerja pendamping desa adalah rasionya masih belum ideal. Rasio antara jumlah pendamping desa dengan desa harusnya 1:1. Saat ini rasionya adalah 3 hingga 4 desa per pendamping desa. Kondisi tersebut ditambah dengan honor yang sangat terbatas. Rasio tersebut yang menjadi faktor utama belum optimalnya peran pendamping desa (Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi [Kemendesa], 2023). Oleh karena itu, pendamping desa selain ditingkatkan kualitasnya juga harus ditambah kuantitasnya agar menciptakan rasio yang baik.

2. Rekayasa Sosial Melalui Penedukasian di Festival Masyarakat (Nonformal)

Masalah kemiskinan nelayan bersifat multidimensional sehingga untuk mengatasinya diperlukan solusi yang komprehensif dan bukan solusi parsial (Hidayati & Sholichah, 2011). Strategi pemberdayaan ekonomi nelayan harus mencakup kemampuan individu, kemampuan pengambilan keputusan ekonomi, akses dan kontrol atas sumber daya, dan kemampuan organisasi. (Alami & Raharjo, 2017). Penedukasian dan pemberdayaan nelayan harus didasari oleh kearifan lokal. Seperti yang disampaikan sebelumnya, dalam masyarakat nelayan, strata sosial sangat kental dan membentuk suatu pola interaksi.

Masyarakat nelayan rutin melakukan kegiatan ritual secara kolektif (upacara kepercayaan). Maifianti & Raidayani (2021) menyebutkan beberapa contoh dari ritual yang dilakukan secara kolektif, antara lain, adalah ritual slametan di Surabaya (Handayani, 2018), upacara ritual sekaten (Nurdiarti, 2017), komunikasi ritual dalam tarian seblang Banyuwangi (Prihastuti & Laturrahmi, 2017), ruwatan di masyarakat Jawa (Yanti, 2013), *masquerades* di Afrika (Ajala, 2011), ritual seblang oleh orang Using (Saputra, 2014), sedekah laut Kepulauan Seribu (Setiawati, 2019), ritual tumpek wariga di Bali (Sudarsana, 2017), dan ritual tolak bala (Hasbullah et al., 2017).

Upacara ritual tersebut sering kali tidak hanya konsumsi bagi masyarakat wilayah, tetapi juga menjadi kegiatan untuk masyarakat umum dalam bentuk festival. Festival tersebut sering kali merupakan hasil kerja sama perangkat desa dan pemerintah daerah sebagai program pelestarian budaya dan pengembangan pariwisata. Pada saat kegiatan festival tersebut, pejabat daerah biasanya diundang untuk memberikan sambutan. Sambutan pada festival tersebut dapat menjadi momentum pengedukasian oleh pemerintah supradesa kepada peserta festival (masyarakat nelayan).

Selain melalui pemerintah supradesa, pengedukasian masyarakat nelayan dapat dilakukan dengan merevitalisasi peran kiai pada ritual tolak bala. Dalam ritual petik laut, kiai dan dalang berperan sebagai tokoh kunci dan mampu mendekati objek persembahan (Ainiyah, 2017). Pemerintah dapat bekerjasama dengan para kiai untuk menciptakan ceramah-ceramah yang ditujukan untuk menciptakan perilaku yang diharapkan. Kegiatan upacara ritual tersebut dapat menjadi waktu yang tepat dalam pengedukasian dikarenakan saat itu tidak ada sekat antara nelayan kecil dengan nelayan pemodal (juragan) (Anwar, 2013).

Dengan pengedukasian yang masif, lambat laun budaya yang diinginkan akan tercipta. Dasar yang menciptakan kegiatan tanpa sekat strata adalah karena setiap individu baik nelayan pemodal maupun nelayan buruh memiliki kesamaan kekhawatiran tentang risiko melaut. Seperti yang disampaikan oleh Durkheim (2008), ritual upacara membawa perubahan baik emosional (batin) maupun praktik (fisik) dalam kehidupan individu maupun kelompok.

G. Pemberdayaan dan Kebijakan Ekonomi Indonesia

Program pemberdayaan nelayan merupakan kebijakan strategis yang harus terus dilakukan dan dievaluasi. Pemberdayaan tidak akan berjalan maksimal tanpa adanya dukungan kebijakan keuangan fiskal dan moneter yang baik. Secara umum, kebijakan fiskal di Indonesia

belum dapat menjadikan konsumsi masyarakat Indonesia pada taraf konsumsi yang produktif (Jati, 2015). Besarnya angka konsumsi tanpa diimbangi produktivitas dan ditambah ketergantungan masyarakat yang tinggi terhadap subsidi negara berdampak terhadap melemahnya pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, pemerintah harus menciptakan kebijakan fiskal yang mampu menjadikan konsumsi masyarakat pada taraf produktif.

Selanjutnya, pemerintah harus menciptakan kebijakan moneter yang mendukung pertumbuhan ekonomi. Kebijakan moneter adalah kebijakan dari bank sentral terkait kontrol jumlah moneter untuk menstabilkan perekonomian. Kebijakan moneter adalah pengelolaan uang dan tingkat bunga untuk memengaruhi variabel ekonomi yang penting bagi kesejahteraan ekonomi kita dan suatu instrumen untuk mencapai target kebijakan. Kebijakan moneter yang baik akan menciptakan iklim investasi yang kondusif (Akalpler & Duhok, 2018).

Selain kebijakan-kebijakan tersebut, pemerintah juga harus memastikan bahwa anggaran pendidikan dan kesehatan mencukupi kebutuhan dan tepat penggunaannya. Hal tersebut adalah keharusan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia sehingga dalam jangka panjang berdampak positif terhadap pembangunan (Acarc et al., 2016). Berbagai macam kebijakan pemerintah dari sektor pendidikan, seperti beasiswa untuk masyarakat kurang mampu, dapat mengurangi beban pengeluaran rumah tangga dengan tetap menjaga kualitas sumber daya manusia sebagai modal pembangunan berkelanjutan (Bhattacharya, 2012).

Kebijakan ekonomi nasional yang baik juga akan berdampak terhadap berkurangnya keterikatan nelayan kecil dengan patron-klien yang memberatkan. Hal tersebut disampaikan oleh (Chalid & Manji, 2021) yang menyampaikan bahwa dalam kegiatan elektoral pengaruh patron (nelayan juragan) ini dimanfaatkan oleh aktor politik yang berkontestasi memperebutkan kursi kepala daerah. Para nelayan menyadari bahwa hubungan ini tidak sehat karena menciptakan ketergantungan secara ekonomi, sosial, dan bahkan politik.

1. Prinsip Pemberdayaan Nelayan

Berdasarkan paparan sebelumnya, pelatihan dan pemberdayaan masyarakat nelayan baik melalui kegiatan formal maupun nonformal harus memuat prinsip-prinsip berikut.

1) Prinsip keberlanjutan:

Sering kali program pemberdayaan yang dilakukan terjebak pada paradigma bahwa harus tercapainya target secara nyata dalam waktu yang singkat. Dengan demikian, prinsip keberlanjutan sering kali diabaikan dalam program pemberdayaan selama ini dan hal tersebut terjadi karena masih kuatnya paradigma proyek dalam setiap aktivitas pemberdayaan. Itu terjadi karena sifat proyek tidak *multiyears*. Oleh karena itu, perlu dirumuskan kembali sistem administrasi program pemberdayaan yang dapat berjalan efektif tanpa hambatan administrasi.

2) Prinsip tujuan

Pemberdayaan harus didasari oleh tujuan yang jelas terukur. Dalam pemberdayaan, nelayan harus diposisikan menjadi subyek pembangunan sehingga pendekatan yang dilakukan tepat. Tujuannya adalah membantu nelayan agar dapat membantu dirinya sendiri dengan pendidikan dan pelatihan.

3) Prinsip pengetahuan dan penguatan nilai lokal

Prinsip ini didasari miskonsepsi yang sering terjadi di masyarakat bahwa pengetahuan modern dianggap jauh lebih baik dan mampu mengatasi setiap persoalan nelayan, padahal nelayan memiliki kearifan lokal dan pengetahuan sendiri. Pengetahuan tersebut sudah diwariskan turun-temurun. Nilai lokal itu menjadi modal sosial yang penting untuk dikembangkan bagi kemajuan masyarakat nelayan. Oleh karenanya pemberdayaan nelayan harus memenuhi prinsip pengetahuan dan penguatan nilai lokal.

4) Prinsip ketepatan kelompok sasaran

Pihak pelaksana pemberdayaan sering kali hanya mendatangi elite desa dikarenakan kemudahan komunikasi. Sementara itu,

nelayan miskin yang tidak mudah berkomunikasi malah jarang didatangi. Hal tersebut berdampak pada informasi yang diperoleh menjadi bias dengan kepentingan elite nelayan tersebut. Oleh karenanya banyak program pemberdayaan hanya menyentuh elite nelayan yang sebenarnya tidak perlu diberdayakan.

5) Prinsip kesetaraan gender

Besarnya keterlibatan istri-istri nelayan dalam kegiatan produktif dan dalam pengambilan keputusan ekonomi rumah tangga memberi kontribusi yang berarti bagi kesejahteraan keluarga (Wawansyah et al., 2012). Konsep pembagian kerja seperti ini tidak serta-merta menjadikan istri nelayan mengabaikan kewajibannya dalam urusan domestik rumah tangga. Dengan kata lain, peran istri menjadi ganda dalam suatu rumah tangga (peran domestik dan reproduktif). Seiring waktu, wanita dituntut beradaptasi terhadap perubahan lingkungan sekitar sehingga mereka juga memainkan peran sosial di masyarakat. Dalam kondisi sosial seperti itu, sasaran pemberdayaan harus mencakup istri-istri nelayan juga. Sering kali program pemberdayaan hanya berfokus pada nelayan laki-laki.

H. Penutup

Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur mensyaratkan nelayan kecil yang menangkap ikan di perairan lebih dari 12 mil laut membentuk aksi kolektif dengan bergabung dalam koperasi, asosiasi, atau korporasi. Dalam menghadapi peraturan tersebut nelayan memiliki berbagai macam tantangan dalam perspektif sosial mereka. Tantangan tersebut meliputi rendahnya pendidikan, kapasitas pengelolaan organisasi, individualisme yang berdampak pada preferensi usaha, hubungan patron-klien yang sudah menjerat, dan lain sebagainya. Untuk mengurai permasalahan tersebut, diperlukan pandangan holistik dan kebijakan yang saling mendukung.

Referensi

- Acarc, Oznur, E., Gunalpa, Burak, Cilasunb, & Mumin, S. (2016). An empirical analysis of household education expenditures in Turkey. *International Journal of Educational Development*, 51, 23–35. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S073805931630030X>
- Acheson, J. M. (1981). Anthropology of fishing. *Annual Review of Anthropology*, 10(1), 275–316. <https://doi.org/10.1146/annurev.an.10.100181.001423>.
- Adawiyah, S. E., Hermanto, A., Yasya, W., Kristanti, R., & Chrisye, M. (2021). Akses terhadap sumber daya alam pada kemiskinan dan ketahanan pangan. *Sosio Informa: Kajian Permasalahan Sosial dan Usaha Kesejahteraan Sosial*, 7(2), 172–185. <https://doi.org/10.33007/inf.v7i2.2664>
- Ainiyah, N. (2017). Ritual petik laut dan keragaman (keragaman dan komunikasi ritual di kalangan nelayan multietnis di Kedungrejo Muncar Banyuwangi). *Jurnal Empirisma: Jurnal Pemikiran dan Kebudayaan Islam*, 26(1). https://onsearch.id/Record/IOS6984.article-682?widget=1&repository_id=6984
- Ajala, V. O. (2011). African natural/cultural communication media: A survey of meanings and usage at tradisional ceremonies. *J Communication*, 2(1), 1–12. https://www.researchgate.net/publication/268431629_African_NaturalCultural_Communication_Media_A_Survey_of_Meanings_and_Usage_at_Traditional_Ceremonies
- Akalpler, E., & Duhok, D. (2018). Does monetary policy affect economic growth: Evidence from Malaysia. *Journal of Economic and Administrative Sciences*. <https://doi.org/10.1108/JEAS-03-2017-0013>.
- Alami, A. N., & Raharjo, S. N. I. (2017). Recognizing Indonesian fisherwomen's roles in fishery resource management: Profile, policy, and strategy for economic empowerment. *Journal of the Indian Ocean Region*, 13(1). <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19480881.2016.1275329>

- Alimah, S., Mudjiono, & Hastuti, R. D. (2019). Persepsi masyarakat sekitar kawasan puspiptek serpong terhadap potensi dampak sosial rencana pembangunan RDNK. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Nuklir 2019* (211–218). https://www.researchgate.net/publication/349709453_PERSEPSI_MASYARAKAT_SEKITAR_KAWASAN_PUSPIPTEK_SERPONG_TERHADAP_POTENSI_DAMPAK_SOSIAL_RENCANA_PEMBANGUNAN_RDNK
- Andriati, R. (2016). Perubahan budaya kerja nelayan. *Jurnal BioKultur*, 5(1), 61–74. <https://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-bk1ddc6190d9full.pdf>
- Anwar, K. (2013). Makna kultural dan sosial ekonomi tradisi syawalan. *Jurnal Walisongo*, 21(2), 437–465. <https://doi.org/10.21580/ws.21.2.253>
- Arbarini, M., Rifai, A., & Mulyono, S. (2018). Model literasi berbasis entrepreneurship dalam peningkatan ekonomi produktif perempuan istri nelayan tradisional. *Journal of Nonformal Education and Community Empowerment*, 2(2), 170–178. <https://doi.org/10.15294/jnece.v2i2.27505>
- Ashmarita. (2020). Street vendors based on tribal groups in Kendari City, Indonesia. *Indonesian Journal of Social and Environmental Issues*, 1(3), 174–181. <https://doi.org/10.47540/ijsei.v1i3.99>
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kontribusi perikanan terhadap produk domestik bruto atas dasar harga berlaku (2015–2019)*. <https://www.bps.go.id/publication.html?Publikasi%5BtahunJudul%5D=&Publikasi%5BkataKunci%5D=pdb&Publikasi%5BcekJudul%5D=0&yt0=Tampilkan>
- Bengen, D. G. (2001). Ekosistem dan sumber daya pesisir dan laut serta pengelolaan secara terpadu dan berkelanjutan. Dalam *Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu. Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan IPB*. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/24548>
- Bhattacharya, R. (2012). Comparative analysis of the extent of free education and average private expenditure on education in India.

- Procedia Social and Behavioral Sciences*, 37, 277 – 295. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812007732>
- Cabral, R. B., Mayorga, J., Clemence, M., Lynham, J., Koeshendrajana, S., Muawanah, U., Nugroho, D., Anna, Z., Mira, Ghofar, A., Zulfainarni, N., Gaines S. D., & Christopher Costello. (2018). Rapid and lasting gains from solving illegal fishing. *Nature Ecology and Evolution*, 2, 650–658. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0499-1>
- Chalid, A., & Manji, T. (2021). Strategi kelompok nelayan dalam mereduksi politik patron klien di Kabupaten Maros. *JlAP: Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 9(1), 60–73. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/JIAP/article/view/3245>
- Charles, A. T. (1992). Fishery conflicts: A unified framework. *Elsevier Marine Policy*, 16(5). 379–393. [https://doi.org/10.1016/0308-597X\(92\)90006-B](https://doi.org/10.1016/0308-597X(92)90006-B)
- Clawson, G., & Frazier, M. (2020, 1 Desember). *2020 Global ocean health index scores*. Ocean Health Index. <https://oceanhealthindex.org/news/2020-scores/>
- Damayanti, H. O. (2018). Strategi pengembangan usaha penangkapan ikan tradisional (studi di Desa Pecangaan Kecamatan Batangan Kabupaten Pati). *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 13–26. <https://doi.org/10.15578/jksekp.v8i1.6873>
- Denia, M. F., Ghofar, A., & Suryanti, S. (2018). Partisipasi masyarakat dalam pengembangan wisata bahari di Pantai Sadranan Kabupaten Gunungkidul Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(4), 449–454. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i4.21335>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2000). *Handbook of qualitative research*. Sage Publication.
- Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2006). *Pembelajaran dari Program Pengelolaan Sumberdaya Alam Laut Berbasis Masyarakat* (Vol. 2), *kerjasama: COREMAP II dan Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Departemen Kelautan dan Perikanan*. PT Bina Marina Nusantara.

- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2018). *DKP Babel dorong KUB nelayan segera bentuk koperasi*. <https://dkp.babelprov.go.id/content/dkp-babel-dorong-kub-nelayan-segera-bentuk-koperasi>
- Doaly, T. (2023, 17 Februari). Outlook KNTI: 80% nelayan kecil berpendidikan di bawah SMP. *Mongabay*. <https://www.mongabay.co.id/2023/02/17/outlook-knti-80-nelayan-kecil-berpendidikan-di-bawah-smp/>
- Durkheim, E. (2008). *The elementary forms of religious life*. Dover Publications Inc. https://books.google.com/books/about/The_Elementary_Forms_of_Religious_Life.html?hl=id&id=3j5tyWkEZSYC
- Ermawati, N., & Zuliyati (2015). Dampak sosial dan ekonomi atas Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 2/Permen-KP/2015 (studi kasus Kecamatan Juwana Kabupaten Pati). *Prosiding Seminar Nasional Kajian Multi Disiplin Ilmu Untuk Mewujudkan Poros Maritim dalam Pembangunan Ekonomi Berbasis Kesejahteraan Rakyat–Unisbank*. <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendu/article/view/3287>
- Fajri, H., Maani, K. D., Wahyuni, N., & Malau, H. (2021). Collaborative governance sebagai solusi dalam tata kelola pemberdayaan nelayan. *Sosio Informa: Kajian Permasalahan Sosial dan Usaha Kesejahteraan Sosial*, 7(2), 73–88. <https://doi.org/10.33007/inf.v7i2.2713>
- Ferine, K. F., Ermiaty, C., & Muda, I. (2017). The impact of entrepreneurship and competence on small medium enterprises tangan di atas (TDA) Medan entrepreneurs work performance. *International Journal of Economic Research*, 14(17), 380–393. <https://www.researchgate.net/profile/Iskandar->
- Fernanto, G., Amiruddin, S., & Maulana, D. (2022). Efektivitas kebijakan pemberdayaan ekonomi masyarakat nelayan. *Dialogue: Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, 4(1), 194–214. <https://doi.org/10.14710/dialogue.v4i1.13659>

- Fitriani, N. N., Marwiyah, S., & Yudianto, E. (2023). Pengaruh Peraturan Pemerintah No 85 Tahun 2021 terhadap pendapatan nelayan di Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo. *Jurnal Niara*, 15(3), 500–506. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/nia/article/view/10722/4530>
- Gumilar, G., & Nuryasin, H. (2022). Efektivitas program pengembangan perikanan tangkap di Kabupaten Karawang. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Budaya*, 8(1), 273–284. <https://jurnal.ideaspublishing.co.id/index.php/ideas/article/view/612>
- Hakim, M. (2019). Fatalisme dan kemiskinan komunitas nelayan. *Jurnal Society*, 7(2), 163–173. <https://media.neliti.com/media/publications/299668-fatalism-and-poverty-in-fishing-communit-0e2ab168.pdf>
- Handayani, S. (2018). Agriculture and ritual: Pola komunikasi ritual slametan musim tanam padi di Ngemplak, Sambikerep, Surabaya. *Jurnal Ilmu Komunikasi*, 5(1), 40–50. <https://ejournal.bsi.ac.id/ejournal/index.php/jika/article/view/3047>
- Handayani, L. S. (2023, 21 Maret). Tiga poin dalam PP 11/2023 yang buat nelayan susah tidur. *Republika*. <https://rejabar.republika.co.id/berita/rrv51d396/tiga-poin-dalam-pp-112023-yang-buat-nelayan-susah-tidur>
- Hasbullah., Toyo., & Pawi, A. A. A. (2017). Ritual tolak bala pada masyarakat Melayu (kajian pada masyarakat Petalangan Kecamatan Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan). *Jurnal Ushuluddin*, 25(1). <http://dx.doi.org/10.24014/jush.v25i1.2742>
- Helmi, A., & Satria, A. (2012). Strategi adaptasi nelayan terhadap perubahan ekologis. *Makara Human Behavior Studies in Asia*, 16(1), 68–78. <https://doi.org/10.7454/mssh.v16i1.1494>
- Hidayati, R. A., & Sholichah, M. (2011). Fishermen alleviation poverty model in the North Coastal East Java. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi dan Pembangunan*, 12(2), 147–162. <https://doi.org/10.23917/jep.v12i2.190>
- Imron, M. (2011). Nelayan dan kemiskinan. *Jurnal Masyarakat dan Budaya*, 5(1), 63–82.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. *IPCC Sixth Assessment Report*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Jati, W. R. (2015). Bonus demografi sebagai mesin pertumbuhan ekonomi: Jendela peluang atau jendela bencana di Indonesia?. *Jurnal Populasi*, 23(1), 1–19. <https://doi.org/10.22146/Jp.8559>.
- Kadfak, A., & Linke, S. (2021). Labour implications of the EU'S illegal, unreported and unregulated (IUU) policy in Thailand. *Marine Policy*, 127(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104445>
- Kamim, A. B. M., Amal, I., Khandiq, M. R. (2018). Pemerintah sebagai agen perubahan sosial yang direncanakan: Studi atas pembangunan kemaritiman Daerah Istimewa Yogyakarta. *Dialektika Masyarakat*, 2(2), 95–119. <https://www.neliti.com/id/publications/368792/pemerintah-sebagai-agen-perubahan-sosial-yang-direncanakan-studi-atas-pembanguna>
- Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi. (2023). *Gus Halim: Keseimbangan rasio Pld dan desa untuk efektifitas pendampingan desa*. <https://kemendes.go.id/berita/view/detil/4693/gus-halim-keseimbangan-rasio-pld-dan-desa-untuk-efektifitas-pendampingan-desa>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2020, 24 November). *Peringkat kedua produsen hasil perikanan, Pemerintah Indonesia upayakan peningkatan ekspor*. Diakses pada 29 Maret 2023, dari <https://kkp.go.id/bkipm/artikel/25535-peringkat-kedua-produsen-hasil-perikanan-pemerintah-indonesia-upayakan-peningkatan-ekspor>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). *Penangkapan ikan terukur berbasis kuota utamakan nelayan kecil*. <https://kkp.go.id/djpt/artikel/38384-penangkapan-ikan-terukur-berbasis-kuota-utamakan-nelayan-kecil>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2023). *Jumlah nelayan budidaya di Indonesia (2012-2020)*. <https://Statistik.Kkp.Go.Id/Home.Php?M=Nelayan&I=6#Panel-Footer>
- Kementerian PPN/Bappenas. (2019). *Ringkasan eksekutif rencana aksi nasional adaptasi perubahan iklim Badan Perencanaan*

- Pembangunan Nasional (Bappenas)*. <https://www.bappenas.go.id/id/berita/luncurkan-dokumen-kebijakan-pembangunan-berketahanan-iklim>
- Kesatuan Nelayan Tradisional Indonesia. (2023, 13 Februari). *Outlook KNTI 2023: Akselerasi perlindungan dan peningkatan kesejahteraan nelayan kecil dan tradisional di Indonesia*. <https://knti.or.id/outlook-knti-2023/>
- Kurniawati, A. (2017). Peran istri nelayan dalam rangka meningkatkan pendapatan keluarga. *Jurnal Saintek Maritim*, 17(1), 77–88. <https://jurnal.unimar-amni.ac.id/index.php/JSTM/article/view/160>
- Kusnadi. (2015). *Pembangunan wilayah pesisir terpadu: Strategi mengatasi kemiskinan nelayan*. Yogyakarta Graha Ilmu. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/79135>
- Kusumohamidjojo, B. (2000). *Kebhinnekaan masyarakat Indonesia: Suatu problematik filsafat kebudayaan*. Grasindo. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/79135>
- Lubis, E., Pane, A. B., Muningsar, R., & Hamzah, A. (2012). Besaran kerugian nelayan dalam pemasaran hasil tangkapan: Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu. *Maspari Journal*, 4(2), 159–167. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/maspari/article/view/1382>
- Maifianti, K. C., & Raidayani. (2021). Etnografi komunikasi kanuri laot masyarakat nelayan Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal AGRISEP*, 20(1), 95–192. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.20.1.95-102>
- Manggopa, N., Andaki, J. A., Rarung, L. K., Suhaeni, S., & Rantung, S. V. (2022). Persepsi anak nelayan terhadap usaha nelayan tradisional di Desa Bolangitang Kecamatan Bolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Akulturas: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 10(1), 185–193. <https://ejournal.unsri.ac.id/v3/index.php/akulturas/article/download/39981/35930/86134>
- Masyhuri. (2017). Pembiayaan nonformal usaha perikanan tangkap: Kasus Muncar dan Bitung. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*,

- 22(2), 135–148. <https://www.neliti.com/publications/200982/pembiayaan-nonformal-usaha-perikanan-tangkap-kasus-muncar-dan-bitung>
- Media Indonesia. (2022, 1 Februari). *Menteri Desa minta BUMDes tingkatkan perekonomian masyarakat setempat*. <https://mediaindonesia.com/ekonomi/468572/menteri-desa-minta-bumdes-tingkatkan-perekonomian-masyarakat-setempat>
- Muflikhati, I., Hartoyo, H., Sumarwan, U., Fahrudin, A., & Puspitawati, H. (2009). Kondisi sosial ekonomi dan tingkat kesejahteraan keluarga: Kasus di wilayah pesisir Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Keluarga & Konsumen*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.24156/jikk.2010.3.1.1>.
- Nadjib, M. (2013). Agama, etika dan etos kerja dalam aktivitas ekonomi masyarakat nelayan Jawa. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 21(2), 19–32. <https://doi.org/10.14203/JEP.21.2.2013.19-32>.
- Nainggolan, H. L., Aritonang, J., Ginting, A., Sihotang, M. R., & Gea, M. A. P. (2021). Analisis dan strategi peningkatan pendapatan nelayan tradisional di kawasan pesisir Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 16(2), 237–256. <https://www.semanticscholar.org/paper/ANALISIS-DAN-STRATEGI-PENINGKATAN-PENDAPATAN-DI-Nainggolan-Aritonang/ceb516152a81a6b47be452da542b3218abef322a>
- Nawawi, A. (2013). Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan wisata Pantai Depok di Desa Kretek Parangtritis. *Jurnal Nasional Pariwisata*, 5(2), 103–109. https://jurnal.ugm.ac.id/tourism_pariwisata/article/download/6370/5226
- Northrop, E., Konar, M., Frost, N., & Hollaway, E. (2020). *A sustainable and equitable blue recovery to the Covid-19 crisis*. World Resources Institute. https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/05/20_HLP_Report_COVID_Blue_Recovery.pdf
- Notoadmojo, S. (2003). *Pendidikan dan perilaku kesehatan*. Penerbit Rineka Cipta. <https://lib.ui.ac.id/detail.jsp?id=33283>
- Nurdiarti, R. P. (2017). Representasi pangan dalam komunikasi ritual (Kajian komunikasi ritual dalam perayaan sekaten di Yogyakarta)

- 2015-2016). *Jurnal CHANNEL*, 5(1), 120–130. <http://journal.uad.ac.id/index.php/CHANNEL/article/view/6358>
- Nye, J. A., Link, J. S., Hare, J. A., & Overholtz, W. J. (2009). Changing spatial distribution of fish stocks in relation to climate and population size on the northeast united states continental shelf. *Marine Ecology Progress*, 393(1), 111–129. <https://doi.org/10.3354/meps08220>
- Pangidunan, E., Manoppo, V. E. N., Kotambunan. O. V., Sondakh, S. J., Longdong, F. V., & Aling, D. R. R. (2023). Kontribusi pekerjaan sampingan nelayan pancing ulur terhadap perekonomian keluarga di Desa Tateli Weru Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa. *Akulturas: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 11(1), 213–221. <https://www.researchgate.net/publication/334674176>
- Pauli, G. (2011). The blue economy 10 years - 100 innovations 100 million jobs this blue paper provides a brief overview on the opportunitie s a blue economy. *Japan SPOTLIGHT*, 175. https://www.jef.or.jp/journal/pdf/175th_cover04.pdf
- Pebrianto, F. (2020, 8 September). Kontribusi sektor kelautan dan perikanan ke PDB baru 3,7 persen. *Tempo.co*. <https://bisnis.tempo.co/read/1383928/kontribusi-sektor-kelautan-dan-perikanan-ke-pdb-baru-37-persen>
- Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R., & Reynolds. J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308(1), 1912–1915. <https://doi.org/10.1126/science.1111322>
- Pinem, E. Y., Widiono, S. W., & Irnad, I. (2019). Kemiskinan struktural komunitas nelayan di Kelurahan Sumber Jaya, Kecamatan Kampung Melayu, Kota Bengkulu. *Jurnal Sosiologi Nusantara*, 5(2), 91–112. <https://doi.org/10.33369/jsn.5.2.91-112>
- Pinsky, M. L., Worm, B., Fogarty, M. J., Sarmiento, J. L., & Levin. S. A. (2013). Marine taxa track local climate velocities. *Science*, 341(1), 1239–1242. <https://doi.org/10.1126/science.1239352>
- Pitakasari, A. R. (2011, 7 Januari). Nelayan tangkap Indonesia kian berkurang, apa sebabnya. *Republika*. <https://ekonomi.republika>

co.id/berita/156982/nelayan-tangkap-indonesia-kian-berkurang-apa-sebabnya.

- Popkin, S. (1979). *The rational peasant: The political economy of rural society in Vietnam*. University of California Press. <https://www.jstor.org/stable/4225034>
- Prihastuti, D., & Laturrakhmi, Y. F. (2017). Sebuah studi tentang komunikasi ritual dalam tarian seblang Banyuwangi. *Jurnal Studi Budaya Nusantara*, 1(2), 72–79. <https://jsbn.ub.ac.id/index.php/sbn/article/view/26>
- Primyantanto, M., Dewi, R.P., & Susilo, E. (2010). Perilaku perusakan lingkungan masyarakat pesisir dalam perspektif Islam environment destruction behavior of the coastal people in Islamic perspective. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 1(1). <https://jpal.ub.ac.id/index.php/jpal/article/view/99/99>
- Pryanka, A. (2018, 15 November). Guru besar IPB sampaikan penyebab nelayan indonesia miskin. *Ekonomi Republika*. <https://ekonomi.republika.co.id/berita/pi7qdl383/guru-besar-ipb-sampaikan-penyebab-nelayan-indonesia-miskin>
- Purwoko, A., Sukiyono, K., & Priyono, B. S. (2011). Probabilitas terjadinya tindak kekerasan terhadap wanita dalam rumah tangga. *Jurnal Sosiohumaniora*, 13(1), 58–75. <https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v13i1.5462>.
- Rahardjo, M. D. (1999). *Masyarakat madani: Agama, kelas menengah, dan perubahan sosial*. LP3ES. <https://lib.ui.ac.id/detail?id=2712&lokasi=lokal>
- Rahim, A. (2018). The empowerment strategy of the traditional fisherman's wives in the coastal area of Barru Regencey, South Sulawesi. *Journal of Socioeconomics and Development*, 1(1), 1–6. <http://eprints.unm.ac.id/18251/>
- Ramadhan, F. C., Sirri, A., & Riezdita, A. (2022). Konsepsi model pembiayaan perikanan dan kelautan sebagai alternatif peningkata ekonomi kelautan indonesia. *JIB: Jurnal Perbankan Syariah*, 2(2), 37–48. <https://ejournal.iainutuban.ac.id/index.php/JIB/article/download/385/285>

- Rasmianto. (2009). Interrelasi kiai, penghulu dan pemangku adat dalam tradisi Islam Wetu Telu di Lombok. *El-Harakah*, 11(2), 138–154. <http://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/infopub/article/view/429>
- Ratnawati, S., & Sutopo, H. H. (2014). The development of model empowerment poor society in coastal area through net marketing. *Academic Research International*, 5(1), 237–243. https://www.academia.edu/59084605/Has_Empowerment_Program_Been_Appropriate_for_the_Need_of_Fisheries_Business_Player_Case_Study_in_Lampung_Province_Indonesia
- Retnowati H., Sukmawati, A., & Nurani, T. W. (2014). Strategi peningkatan kinerja nelayan dalam rantai pasok ikan layur melalui pengembangan modal insani di Pelabuhanratu. *Manajemen IKM*, 9(2), 140–149. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalmpi/article/view/8742>
- Rivera, V. S., Cordero, P. M., Rojas, D. C., & O’Riordan, B. (2017). Institutions and collective action in a Costa Rican small-scale fisheries cooperative: The case of coopetarcoles r.l. *Maritime Studies*, 16(22), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s40152-017-0077-1>
- Rosita, Kasim, S.S., & Upe, A. (2021). Dampak konflik sosial terhadap aktivitas sosial ekonomi masyarakat di Desa Gunung Jaya dan Desa Sampuabalo Kecamatan Siotapina Kabupaten Buton. *Jurnal Societal*, 8(1), 9–17. <https://www.researchgate.net/profile/Syaifudin-Kasim/publication/359849553>
- Sabarisman, M. (2017). Identifikasi dan pemberdayaan masyarakat miskin pesisir. *Jurnal Sosio Informa*, 3(3).
- Sabian, U. (2007). *Anatomi konflik dan solidaritas masyarakat nelayan: Sebuah penelitian sosiologis*. Penerbit Pustaka Pelajar.
- Saputra, H. S. P. (2014). Wasiat leluhur: Respon orang Using terhadap sakralitas dan fungsi sosial ritual seblang. *Jurnal Makara Hubs-Asis*, 18(1), 51–65. <https://doi.org/10.7454/mmsh.v18i1.3461>.
- Sari, D., Nugroho, F., & Warningsih, T. (2020). The influence of “Program Keluarga Harapan (PKH)” on the income level of

- fishers at Bagan Hulu, Bangko sub-regency, Rokan Hilir regency. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 15(2), 251–258.
- Satori, D. & Komariah, A. (2011). *Metodologi penelitian kualitatif*. Penerbit Alfabeta. <https://inlislite.uin-suska.ac.id/opac/detail-opac?id=22940>
- Satria, A. (2001). *Dinamika modernisasi perikanan: Formasi sosial dan mobilitas nelayan*. Humaniora Press. <https://batupusaka.bantenprov.go.id/koleksi/monograf/sosial/OTE0NTM-W5na2FiLnBlcnB1c25hcy5nby5pZC9pbmxc2xpdGUzLw>
- Satria, A. (2002). *Pengantar sosiologi masyarakat pesisir*. Pustaka Cidesindo. <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/123456789/82480/1/PSMP.pdf>
- Scott, J. C. (1972). Patron-client politics and political change in Southeast Asia. *The American Political Science Review*, 66(1), 91–113. <https://www.jstor.org/stable/1959280>
- Setiawati, R. (2019). Makna komunikasi ritual sedekah laut sebagai pelestarian nilai-nilai budaya maritim masyarakat Desa Pulau Kelapa Kepulauan Seribu. *Prosiding Teknologi Terapan Inovasi dan Rekayasa*, 2(1), 436–446. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/snt2bkl/article/view/9873>
- Shalfiah, R. (2017). Peran pemberdayaan dan kesejahteraan keluarga (PKK) dalam mendukung program-program pemerintah Kota Bontang. *Jurnal Universitas Mulawarman*, 1(3), 975–984. [https://ejournal.ip.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2019/08/JURNAL%20dita%20\(08-26-13-12-59-15\).pdf](https://ejournal.ip.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2019/08/JURNAL%20dita%20(08-26-13-12-59-15).pdf)
- Silooy, M. (2017). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemiskinan absolut masyarakat pesisir (nelayan) di Desa Seilale Kecamatan Nusaniwe. *Cita Ekonomika: Jurnal Ekonom*, 11(1), 79–84. <https://media.neliti.com/media/publications/328178-analisis-faktor-faktor-yang-memengaruhi-043f2aff.pdf>
- Sirojuzilam, H. S., & Muda, I. (2017). Effect of private collaborative as a moderation of success of agropolitan program. *International Journal of Economic Research*, 14(2), 304–315. <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=620056>

- Soeprijadi, L., Yuli, E., Susilo, E., & Rudianto, R. (2013). Fishermen community economic empowerment through joint development business group in Cirebon City. *International Journal of Marine Science*, 3(35), 278–284. <https://doi.org/10.5376/IJMS.2013.03.0035>
- Suarjaya, I. K. (2021). Partisipasi masyarakat dalam penyusunan rencana pembangunan jangka menengah desa di Desa Sangeh Kecamatan Abiansental Kabupaten Badung. *Jurnal Widyanata*, 18(1), 30–37. <https://ojs.unr.ac.id/index.php/widyanata/article/view/602>
- Sudarsana, I.K. (2017). Konsep pelestarian lingkungan dalam upacara tumpek wariga sebagai media pendidikan bagi masyarakat Hindu Bali. *Religious: Jurnal Studi Agama-Agama dan Lintas Budaya*, 2(1), 1–7. <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/Religious/article/view/1934>
- Suhartanti, R., Suharso, P., & Ani, H.M. (2022). Gaya hidup masyarakat nelayan Pantai Prigi Kabupaten Trenggalek Jawa Timur. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 16(1), 27–32. <https://doi.org/10.19184/jpe.v16i1.22459>
- Suharto, E. (2009). *Membangun masyarakat memberdayakan rakyat: Kajian strategis pembangunan kesejahteraan sosial dan pekerjaan sosial*. Penerbit Rafika Aditama. <https://inlislite.uin-suska.ac.id/opac/detail-opac?id=1906>
- Sumantika, A., & Ardiyanto, F. (2018). Penurunan bunga KUR dan dampak negatifnya terhadap loyalitas nasabah UMKM bank non penyalur KUR pada sektor mikro kecil. *Jurnal Modus*, 30(2), 110–121. <https://doi.org/10.24002/modus.v30i2.1699>
- Suryadi, A. M., & Sufi. (2019). Strategi pemberdayaan masyarakat nelayan dalam peningkatan kesejahteraan nelayan (Studi di kantor Camat Muara Batu Kabupaten Aceh Utara). *Jurnal Negotium*, 2(2), 118–140. <https://doi.org/10.29103/njiab.v2i2.3062>
- Suyanto, B. (2013). *Anatomi kemiskinan dan strategi penanganannya*. Intrans Publishing. https://fia.ub.ac.id/katalog/index.php?p=show_detail&id=5635&keywords=

- Taremwa, N. K., & Lopoyetum, S. K. (2015). The role of academic and training institutions in cooperatives development. *East African Journal of Science and Technology*, 5(1), 196–207. <http://ejst.unilak.ac.rw:8090/index.php/east/article/download/92/75>
- Tubaka, N. (2022, 29 September). Koral: Kebijakan penangkapan ikan terukur memperburuk kehidupan nelayan. *Mongabay*. <https://www.mongabay.co.id/2022/09/29/koral-kebijakan-penangkapan-ikan-terukur-memperburuk-kehidupan-nelayan/>
- Turkington, T., Timbal, B., & Rahmat, R. (2018). The impact of global warming on sea surface temperature based El Niño southern oscillation monitoring indices. *International Journal of Climatology*, 39(1), 1092–1103. <https://doi.org/10.1002/joc.5864>
- Utami, K. D. (2022, 31 Agustus). Penangkapan ikan terukur dinilai merugikan nelayan kecil di Pantura. *Kompas*. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2022/08/31/penangkapan-ikan-terukur-dinilai-merugikan-nelayan-kecil>
- Valentina, R. A. (2018). Kebijakan bagi nelayan tradisional. *Masalah-Masalah Hukum*, 47(3), 184–197. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mmh/article/view/18814>
- Warren, C., & Steenbergen, D. J. (2021). Fisheries decline, local livelihoods and conflicted governance: An Indonesian case. *Ocean & Coastal Management*, 202(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105498>
- Wasiaturrahma, Sulisttyowati, C., Heryati, D., & Ajija, S. R. (2020). Improving the cooperative performance through financial management assistance in Koperasi 64 Surabaya. *Jurnal Berdaya Mandiri*, 2(1), 256–267. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/1415#:~:text=Hasil%20penelitian%20menunjukkan%20bahwa%20kontribusi,tangga%20didominasi%20oleh%20wanita%20nelayan.>
- Wawansyah, H., Gumilar, I., & Taofiqurohman, A. (2012). Kontribusi ekonomi produktif wanita nelayan terhadap pendapatan keluarga nelayan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3), 95–106. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/1415#:~:text=Hasil%20>

penelitian%20menunjukkan%20bahwa%20kontribusi,tangga%20didominasi%20oleh%20wanita%20nelayan.

- Yanti, F. (2013). Pola komunikasi Islam terhadap tradisi heterodoks (studi kasus tradisi ruwatan). *Jurnal Analisis*, 13(1), 201–218. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/analisis/article/view/686>
- Yohnson. (2004). Peran universitas di Surabaya dalam meningkatkan jumlah keluarga mapan di Surabaya (Seri penelitian keuangan keluarga. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 6(1), 54–71. <https://jurnalmanajemen.petra.ac.id/index.php/man/article/view/15649>
- Yuniarti, D., & Sukarniati, L. (2021). Coping strategy and fisher's income: An empirical study. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 16(1), 1–11.
- Yusnita, T., Agung, S. S., & Saleh, A. (2015). Peranan opinion leader dalam kelompok nelayan pesisir. *Jurnal Komunikasi Pembangunan*, 14(1), 160–168. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalkmp/article/view/13557>
- Zaini, M. (2021). *Kebijakan penangkapan terukur dalam pengelolaan perikanan tangkap*. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap-KKP. <https://nasional.kontan.co.id/news/penerapan-kebijakan-penangkapan-ikan-terukur-dimulai-2024>
- Zulfa, D. N. A., & Susanti, R. (2023). Kehidupan nelayan tradisional di perkotaan. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 10(5), 2712–2721. <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/article/view/11492>
- Zulham, A., Pramoda, R., & Shafitri, N. (2022). Pengorganisasian nelayan skala kecil di zona penangkapan ikan perikanan industri dalam mendukung rencana kebijakan penangkapan ikan terukur. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 8(2), 89–101. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/3076242>



BAB 15

Pengelolaan Wilayah Kepulauan Timur Indonesia untuk Mencegah *Tragedy of the Commons*

Ilham Marasabessy, Fahriya Bahalwan, M. Iksan Badarudin, Achmad Fahrudin, Zulhamsyah Imran, Syamsul Bahri Agus

A. Perencanaan Kebijakan Pengelolaan Ruang Pesisir dan Laut

Proses pembangunan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (PPK) menggunakan pendekatan sektoral sering kali menimbulkan permasalahan yang kompleks, antara lain, munculnya kesenjangan wilayah, ketimpangan pendapatan, kemiskinan, duplikasi kebijakan, dan kesalahan dalam pelaksanaan pembangunan. *Top-down*, kebijakan yang dilakukan secara masif tanpa memperhatikan aspek keberlanjutan di tingkat masyarakat lokal (*local community*) sering menyebabkan kurangnya inisiatif, keterlibatan, dan kepekaan dari penduduk pada wilayah gugusan kepulauan. Kurangnya keterlibatan

I. Marasabessy*, F. Bahalwan, M.I. Badarudin, A. Fahrudin, Z. Imran, & S.B. Agus

*Universitas Muhammadiyah Sorong, e-mail: illo.marssy@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Marasabessy, I., Bahalwan, F., Badarudin, M.I., Fahrudin, A., Imran, Z., & Agus, S.B. (2023).

Pengelolaan wilayah kepulauan timur Indonesia untuk mencegah tragedy of the commons.

Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (549–592). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c766 E-ISBN: 978-623-8372-

50-8

dan rasa kepedulian masyarakat diakibatkan oleh kebijakan teknokratis *top-down* yang lebih mendominasi daripada mendengar aspirasi masyarakat lokal (Hermes, 2017; Marasabessy, 2018).

Pengenalan strategi berbasis wilayah yang diatur dalam UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang telah mengubah arah kebijakan pembangunan nasional dari sebelumnya berorientasi parsial menjadi konsep kewilayahan. Implementasi dan arahan teknisnya masuk dalam rumusan dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), salah satunya menjelaskan terkait zonasi yang secara tegas mengatur jenis penggunaan lahan yang disetujui, dengan syarat tertentu dan tidak disetujui atau dilarang. Selain dapat mencegah terjadinya konflik pemanfaatan ruang yang sudah terjadi, pengaturan zonasi di kawasan kepulauan (timur Indonesia) diharapkan dapat mencegah degradasi ekosistem terumbu karang (*coral reef*), padang lamun (*seagrass*), pantai (*land of the coastal*), mangrove, dan ekosistem lain, juga menghindari benturan kepentingan di antara *stakeholders*.

Keanekaragaman hayati dan nonhayati baik di pesisir, laut, maupun pada gugusan kepulauan adalah sumber daya yang dapat dimanfaatkan oleh semua orang *common pool resources*, memungkinkan dilakukannya pengelolaan dan eksploitasi secara terbuka (*open access*) oleh setiap orang atau kelompok terhadap sumber daya alam di kawasan tersebut dalam upaya untuk meraup keuntungan (Kristian, 2019; Kurniawan, 2020). Dalam situasi ini, penerima manfaat yang hanya tertarik mengejar keuntungan finansial akan mengeksploitasi secara terus-menerus (rakus) tanpa menghiraukan kelestarian sumber daya alam sehingga pada akhirnya akan menghasilkan “*tragedy of the commons*” (Prasetyo, 2019; Sanjatmiko, 2018).

Urban *sprawl* dan urbanisasi linier menimbulkan tekanan yang terpusat di satu kawasan, memberikan dampak negatif terhadap produksi limbah dan fragmentasi habitat (Fotiou et al., 2003; Marković et al., 2009). Dalam rangka melaksanakan perencanaan kebijakan pengelolaan ruang pesisir dan laut secara optimal dan berkelanjutan, perlu adanya evaluasi ruang pengelolaan yang tepat berdasarkan kajian kesesuaian lahan dan daya dukung kawasan. Mencermati persoalan

tersebut, bab ini bertujuan membuat perencanaan penetapan aktivitas pada ruang laut secara presisi dan berkelanjutan melalui penyesuaian antara kebutuhan dan kemampuan kawasan untuk menyediakan sumber daya (*carrying capacity*). Studi dalam bab ini menggunakan metode riset deskriptif kuantitatif–kualitatif melalui survei ekosistem pesisir, laut, dan dinamika masyarakat kepulauan dalam memanfaatkan sumber daya, secara *purposive sampling*. Data oseanografi, ekologi, dan kualitas perairan dilakukan secara *in situ*, sedangkan pendugaan sumber daya perikanan melalui *tracking fishing ground* dan sistem informasi geografis (SIG) dilanjutkan perhitungan tingkat pemanfaatan ruang di wilayah kepulauan, selanjutnya melakukan tinjauan jurnal dan elaborasi data sekunder.

B. Karakteristik Wilayah dan Masyarakat Kepulauan

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau sebanyak 17.504, yang sudah dibakukan dan disubmisi ke PBB sejumlah 16.056 pulau (Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi/Kemenko Marves, 2021). Secara garis besar wilayah perairan (darat dan laut) dikuasai oleh negara, tetapi dalam proses pemanfaatan sumber daya yang terkandung di dalamnya diatur oleh negara melalui transformasi hak pengelolaan kepada seseorang atau komunitas tertentu berdasarkan syarat yang berlaku dan ditetapkan. Sebagai negara kepulauan (*archipelago state*) terbesar di dunia, Indonesia memiliki luas total perairan 6,4 juta km², lebih besar dari luas daratan yang hanya sebesar 1,9 juta km².

Luas perairan Indonesia itu terbagi pada tiga batas wilayah, yaitu

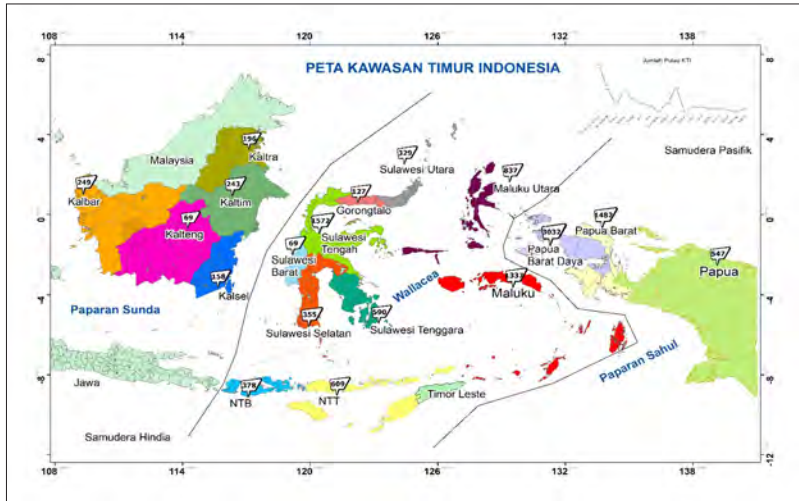
- 1) Laut teritorial (*territorial sea*) merupakan laut dengan luas 12 mil diukur dari garis dasar yang menghubungkan titik-titik terluar dari pulau-pulau terluar, di dalamnya terdapat pulau induk (*mainland*) dengan perbandingan batas perairan dan daratan pesisir juga pulau timbul/gosong dekat pantai, dengan luas sebesar 290 ribu km².
- 2) Perairan kepulauan (*archipelagic waters*) merupakan perairan yang dibatasi langsung dengan perairan pedalaman, ada dalam

wilayah negara kepulauan (antara pulau-pulau), sering kita kenal dengan sebutan perairan Nusantara dan bersinergi dengan perairan pedalaman (*internal waters*) yang merupakan perairan dengan batas garis dasar teluk, muara, pelabuhan, dan garis-garis dasar penutup lekukan pantai. Dengan kata lain, perairan pedalaman adalah bagian dari laut yang berada ke arah daratan dari garis dasar kepulauan, dan memiliki luas 3,1 juta km².

- 3) Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) dengan luas total 3 juta km² merupakan bagian laut selebar 200 mil laut diukur dari garis dasar laut teritorial, bukan termasuk wilayah kedaulatan. Kawasan ini dititipkan dan menjadi warisan sepanjang masa bagi generasi mendatang di negara pantai, negara pulau, dan negara kepulauan (Kemenko Marves, 2021).

Mengacu pada pembagian wilayah Indonesia dalam perspektif pertumbuhan ekonomi dan pembangunan daerah, kawasan Indonesia dibagi menjadi dua, yakni Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI). Pembagian wilayah Indonesia berdasarkan Perpres Nomor 2 tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015–2019, meliputi Pulau Sumatra, Jawa, dan Bali masuk dalam kategori pembagian KBI; sedangkan Kalimantan, Sulawesi, NTB, NTT, Maluku, dan Papua berada pada wilayah KTI (Djaenudin et al., 2002; Hadiroso, 2000; Hutajulu et al., 2020).

Jika menggunakan pendekatan geografis dan distribusi sumber daya alam, Indonesia dibagi menjadi kawasan Paparan Sunda bagian barat, Paparan Sahul bagian timur, dan Wallacea termasuk Sulawesi, Nusa Tenggara, juga Maluku. Memiliki konektivitas geografis, flora fauna, sosial, dan budaya dengan wilayah Papua juga Australia. Merujuk pada data ini, dapat dipahami bahwa KTI merupakan wilayah dengan jumlah pulau terbanyak, yakni sebesar 12.179.000 pulau, dengan sebaran pulau terbanyak ada di wilayah Papua Barat Daya sebanyak 3.032 pulau, Papua Barat 1.482 pulau, dan Maluku sebanyak 1.337 pulau (Badan Pusat Statistik [BPS-RI], 2021) (Gambar 15.1).



Sumber: BPS RI (2021)

Gambar 15.1 Jumlah Pulau di Kawasan Timur Indonesia Tahun 2021

Amanat pengelolaan wilayah oleh pemerintah daerah yang diatur dalam UU No. 23 Tahun 2014 memberi kontribusi terhadap peningkatan tanggung jawab dan perhatian untuk melakukan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam secara lestari melalui regulasi yang tepat. Pembangunan kawasan pesisir dan laut di wilayah kepulauan idealnya dilakukan melalui tata kelola dan manajemen perencanaan yang baik untuk menjamin keberlanjutan sumber daya alam (SDA) dan peningkatan ekonomi masyarakat lokal.

Mengacu pada data tersebut, tentunya wilayah kepulauan (pesisir dan laut) memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi baik dari segi ekosistem, jenis, maupun genetik. Keanekaragaman tersebut merupakan aset untuk menunjang pembangunan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat lokal. Pulau kecil di Indonesia ada yang berpenduduk dan tidak berpenduduk. Pulau kecil yang berpenduduk di Kawasan Timur Indonesia memiliki corak budaya dan karakteristik masyarakat lokal (*indigenous people*) yang unik (Queiroz et al., 2014), yaitu terbiasa melakukan aktivitas ekonomi, sosial, dan budaya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berkaitan dengan sumber daya wilayah pesisir dan lautan berdasarkan kebiasaan lokal yang berlangsung secara turun-temurun. Keunikan potensi ini menjadi aset untuk menunjang pembangunan ekonomi kepulauan (Taherong et al., 2023). Kategori masyarakat kepulauan (*island natives*) dapat berupa kelompok atau komunitas (nelayan penangkap, pembudidaya, pengolahan, pedagang ikan dan lainnya), hidup bersama-sama mendiami wilayah pesisir membentuk dan memiliki kebudayaan yang khas terkait dengan ketergantungannya memanfaatkan sumber daya pesisir dan laut (Nurhayati & Agustina., 2020; Marasabessy et al., 2022).

Pada beberapa wilayah kepulauan dan pesisir yang jauh dari aksesibilitas, kelompok masyarakatnya masih bersifat tertutup dan beberapa dimensi kehidupan jarang diketahui oleh orang luar. Mereka memiliki karakteristik khusus dalam aspek pengetahuan (*knowledge*), kepercayaan (*religion*), pranata sosial (*social institutions*), kearifan lokal (*local wisdom*), dan budaya (*culture*) (Mikulecký et al., 2023; Thurber et al., 2022). Menurut Shaw et al. (2008) dan Bruchac (2014), di balik kemarginalannya, masyarakat kepulauan tidak mempunyai banyak cara dalam mengatasi masalah yang hadir, khususnya dalam memenuhi kebutuhan sosial dan ekonomi. Salah satu konsep pengembangan wilayah kepulauan adalah melakukan pengelolaan dan pemanfaatan secara terintegrasi antara wilayah darat dan laut, seperti kegiatan perikanan budi daya dan penangkapan ikan, juga jasa ekosistem (*ecosystem services*) melalui kegiatan pariwisata bahari. Namun, perlu diperhatikan bahwa kegiatan wisata bahari yang tidak terkendali dan tanpa perencanaan yang baik dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dan penurunan sumber daya alam (Lamawabang, 2017).

C. *Tragedy of the Commons* Sumber Daya Pesisir dan Laut

Kelestarian ekosistem dan keanekaragaman sumber daya alam memerlukan etika pengelolaan untuk menciptakan harmonisasi

manusia dan alam. Pesisir, laut, dan pulau kecil merupakan kawasan yang kaya sumber daya hayati dan nonhayati, optimalisasi secara bijaksana diharapkan dapat mencegah kerusakan lingkungan, meningkatkan fungsi ekosistem, dan mampu mendukung kehidupan manusia. Menurut Hardin (1998), sumber daya alam hakikatnya merupakan properti milik setiap orang, dan masing-masing bertanggung jawab terhadap pengelolaannya. Konsekuensinya terletak pada implementasi pemanfaatan yang dilakukan: jika baik, ia maka memberikan nilai manfaat yang luas, tetapi jika salah, ia menimbulkan penderitaan yang panjang.

Pada perspektif ini, sumber daya ditempatkan sebagai *common property*, tetapi pemiliknya adalah rakyat. Dalam pelaksanaannya, rakyat memberikan kepercayaan kepada seseorang, kelompok, atau lembaga lain, bahkan negara, untuk memimpin dan mengendalikan eksploitasinya bagi kemakmuran rakyat (Hardin, 1994; Ostrom, 2008). Namun, kenyataannya, properti itu sering kali mengalami privatisasi secara kelembagaan, dan pada tataran tertentu dieksploitasi secara besar dengan asumsi properti yang dimiliki adalah hak semua orang, yang pada akhirnya menyebabkan persaingan yang tidak sehat dalam upaya memanfaatkan properti ini (Zhang, 2021). Muncul persepsi jika sumber daya alam tidak dieksploitasi, akan diambil oleh orang/kelompok lain; sedangkan di sisi lain, sumber daya pesisir dan laut yang terbuka (*open access*) memiliki batas waktu pemanfaatan secara ekologi yakni dapat mengalami kerusakan ekosistem dan secara biologis mengalami kematian alami. Keadaan ini kemudian dikenal sebagai *tragedy of the commons*.

D. Potensi Pemanfaatan Wilayah Kepulauan

Ada beberapa potensi yang dimiliki wilayah kepulauan di Indonesia, di antaranya potensi wisata, budi daya, dan daya dukung untuk penangkapan ikan.

1. Potensi Wisata Bahari

Pulau-pulau di Indonesia tersusun membentuk Zamrud Khatulistiwa, terdiri dari pulau sangat kecil (*tiny island*), pulau kecil (*small island*), sampai pulau dengan ukuran besar sebagai induk dari gugusan pulau Nusantara (*mainland*). Terhampar menyusuri garis pantai sepanjang 108 ribu kilometer, membentang dari ujung barat Pulau Sumatra (Sabang) sampai di timur Pulau Papua (Merauke). Tidak semua daratan yang ada di atas permukaan laut dapat disebut sebagai pulau karena sejatinya pulau adalah area tanah (daratan) yang terbentuk secara alami (bukan hasil reklamasi), dikelilingi oleh air, yang keberadaannya tetap, dan selalu berada di atas muka air pada pasang surut tertinggi (tidak boleh tenggelam) (Michael, 2020). Pulau kecil adalah pulau dengan luas daratan lebih kecil atau sama dengan 2.000 km² beserta kesatuan ekosistemnya, sedangkan gugusan kepulauan adalah kumpulan pulau-pulau kecil yang secara fungsional saling berinteraksi dari sisi ekologis, ekonomi, sosial dan budaya, baik secara individual maupun secara sinergis dapat meningkatkan skala ekonomi dari pengelolaan sumber dayanya.

Keindahan pulau, *exoticness*, estetika, keragaman habitat alami (terumbu karang, mangrove, lamun, pantai berpasir, dan karakteristik sosial budaya masyarakat kepulauan menjadi komponen penting wisata berkelanjutan (Pineda et al., 2023) yang mampu meningkatkan ekonomi nasional negara pantai dan kepulauan di dunia (Crabtree & Douglas, 2007; Kurniawan et al., 2023; Montemayor et al., 2019). Banyak wilayah kepulauan di Kawasan Timur Indonesia berpotensi menjadi destinasi wisata unggulan nasional dan global selain kawasan lain yang sudah dikenal sebelumnya. Menariknya, wilayah itu masuk dalam kawasan konservasi perairan, seperti Pulau Pura, Ternate, Nuhakepe, dan Pulau Buaya di Kabupaten Alor (Lamawabang, 2017); Pulau Tujuh, Damer, Lakor, Moa, Pulau Tiga, Koon, Neiden, Pulau Ay, Rhun, dan Boano di Maluku (Badarudin et al., 2021; Ely et al., 2020; Erdana et al., 2022; Rosalina et al., 2022); Kepulauan Tawele, Pulau Rao-Tanjung Dehegila, Widi, Mare, Dodola, Gorango, Zum Zum, Kokoya, dan Kepulauan Sula di Maluku Utara (Koroy

& Alwi 2023; Mouw et al., 2022); Pulau Gag, Pam, Meosmanggara, Arborek, Kepulauan Manyafun, Misol, Waigeo, dan Ugar di Papua (Prawirahasan, 2018; Qodir et al., 2023; Saputra, 2023; Street, 2002).

Perkembangan kawasan kepulauan dalam upaya meningkatkan kegiatan wisata bahari secara optimal dapat menjamin pertumbuhan ekonomi lokal (Lee et al., 2018), dengan mempertimbangkan luas area yang sesuai, daya dukung kawasan dan indikator keberlanjutan destinasi wisata bahari. Beberapa parameter seperti aksesibilitas kawasan, ketersediaan sarana dan prasarana wisata, wahana wisata bahari yang variatif, ketersediaan air bersih dan jaminan keamanan bagi wisatawan akan membuka ruang interaksi melalui keterlibatan dan partisipasi masyarakat lokal di sekitar kawasan untuk ikut berperan aktif dalam meningkatkan nilai wisata (Cobbinah et al., 2015; Hakim et al., 2017; Pornprasit & Rurkkhum, 2019).

Prioritas perlindungan suatu kawasan untuk mendukung kegiatan wisata bahari di area tertentu harus mampu menyeimbangkan peningkatan kualitas hidup masyarakat dengan ketersediaan sumber daya alam di sekitarnya (Schismenos et al., 2019; Wardle et al., 2021) dimaknai sebagai daya dukung ekowisata bahari (*carrying capacity for marine ecotourism*). Menurut Yulianda (2019), ada dua konsep untuk mendukung ekowisata berkelanjutan, yaitu standar kepuasan pengunjung dalam menikmati keindahan alam secara utuh, tenang, dan nyaman tanpa gangguan dari lingkungan sekitar serta konsep ekologis melalui harmonisasi manusia dan lingkungan.

Potensi ekologis pengunjung ditentukan oleh kondisi sumber daya dan jenis kegiatan yang dikembangkan. Luas suatu area yang dapat digunakan oleh pengunjung dalam melakukan aktivitas wisata disesuaikan dengan kemampuan alami suatu kawasan, dengan pertimbangan keaslian alam selalu terjaga. Waktu kegiatan wisatawan dihitung berdasarkan lamanya waktu yang dihabiskan oleh wisatawan dalam melakukan kegiatan wisata, sedangkan waktu pengunjung diperhitungkan berdasarkan waktu yang disediakan oleh pengelola kawasan (Tabel 15.1).

Tabel 15.1. Prediksi Waktu yang Dibutuhkan untuk Setiap Kegiatan Ekowisata Bahari

Kegiatan	Waktu yang dibutuhkan (WP/Jam)	Total waktu 1 hari (WT/Jam)
<i>Diving</i>	2	8
<i>Snorkeling</i>	3	6
<i>Tracking Mangrove</i>	2	4
Rekreasi Pantai	3	6

Keterangan: WP= Waktu kegiatan pengunjung; WT= Waktu disediakan kawasan

Sumber: Yulianda (2019)

Gagasan ekowisata sebagai instrumen konservasi kawasan juga berperan penting dalam menjaga sumber daya alam dan meningkatkan ekonomi lokal (Kuuder, 2012; Mäntymaa et al., 2018). Penataan ruang dan pembatasan jumlah pengunjung dapat membantu memberikan akses untuk penyelenggaraan kegiatan pariwisata berdasarkan kesesuaian alokasi ruang dan jumlah kunjungan yang ideal, karena implikasi kegagalan penerapan konsep dapat mengganggu fungsi ekosistem dan ketersediaan sumber daya alam (Pineda et al., 2023)

Kegiatan wisata *diving* dan *snorkeling*, secara eksponensial dapat meningkatkan kerusakan terumbu karang akibat jumlah wisatawan yang melebihi batas sehingga sulit melakukan pengawasan terhadap kegiatan yang dilakukan (Hawkins & Roberts, 1997; Lamawabang, 2017). Potensi kerusakan yang sama juga dapat terjadi pada kegiatan wisata baik di mangrove maupun pantai. Pengaturan pada pembatasan pengunjung dilakukan agar pemanfaatan sumber daya dapat berjalan secara *sustainable* (Wilson & Green, 2009).

2. Potensi Budi Daya Laut

Berdasarkan *good environmental status* (GES), ada syarat tertentu dari Marine Strategy Framework Directive (MSFD) bahwa pengelolaan sumber daya kelautan harus dilakukan pada tingkat yang berkelanjutan, baik secara individu maupun secara kumulatif (Gimpel

et al., 2015). Oleh karena itu, konsep manajemen lokasi (juga disebut sebagai *co-management* penggunaan lahan atau multiguna) sangat penting, dalam hal ini seperti untuk budi daya perikanan laut keramba jaring apung (KJA). Menurut Marino et al. (2020) dan Calleja et al. (2022), budi daya laut membutuhkan ruang yang memadai untuk pengembangannya, mendukung kegiatan produktif, meminimalisasi kerusakan terhadap ekosistem, dan menghindari konflik dengan kegiatan pesisir lainnya. Untuk itu, indeksasi potensi daerah budi daya perairan KJA secara spasial merupakan bagian penting dalam menentukan arah pengembangan kawasan budi daya laut secara berkelanjutan. Lokasi yang cocok diidentifikasi menggunakan sistem informasi geografis (SIG) (Tom et al., 2021; Walton et al., 2015), berbasis kesesuaian dan daya dukung kawasan (Al-Yahyai et al., 2012; ElMahdi & Kheireldin, 2004; Gorsevski et al., 2012).

Kriteria yang digunakan sebagai dasar menentukan kelayakan budi daya ikan kerapu dapat mengacu pada dua pendekatan, yakni 1) Pendekatan kesesuaian fisik kawasan (Adibrata et al., 2013; Hastari et al., 2017; Noor, 2009; Syahrul et al., 2015), dan 2) Pendekatan biokimia. Namun, pada kenyataannya kedua pendekatan ini dapat dijalankan secara terpisah dan dapat pula dielaborasi dengan beberapa modifikasi berdasarkan pada kondisi alami ekosistem (perairan) pada wilayah kepulauan. Geomorfologi dan habitat bentik wilayah kepulauan yang beragam (*flate zone, cresh, slope, dan lagoon*) memberikan kontribusi terhadap penerapan model budi daya laut. Perhitungan indeks kesesuaian kawasan (IKW), mengacu pada faktor kedalaman perairan karena berperan penting sebagai faktor pembatasnya. Untuk mendapatkan kesesuaian budi daya perikanan laut yang ideal, diperlukan kajian terhadap parameter kunci untuk mengetahui kesehatan komoditas yang dibudidayakan. Perhitungan daya dukung kawasan dilakukan dengan pendekatan analisis kemampuan lahan (ruang) dalam menampung suatu kegiatan berdasarkan aspek kesesuaian lahan (fisik) dan sosial budaya masyarakat setempat.

Pengelolaan budi daya perairan secara berkelanjutan melalui pendekatan fisik kawasan dilakukan dengan membuat estimasi

jumlah unit budi daya yang optimal untuk ditempatkan dalam satu lokasi tanpa mengganggu struktur ekosistem (PPLKPL-KLH/FPIK-IPB, 2002). Efektivitas peningkatan sumber daya di Kawasan Timur Indonesia sebagai wilayah yang bercirikan kepulauan penting dilakukan untuk menjaga ketersediaan sumber daya secara utuh. Gugusan kepulauan merupakan rangkaian pulau kecil yang tersusun membentuk konektivitas dengan pulau induk (*mainland*). Aktivitas masyarakat dalam memanfaatkan kawasan kepulauan menjadi lebih besar karena kawasan ini menyimpan banyak potensi sumber daya alam baik di pesisir maupun laut. Menurut Noor (2009) Hanafi et al. (2001), Yusuf (2013), dan Hastari et al. (2017), zona penyangga (*buffering*) kawasan budi daya dan pembagian zona lain secara teratur akan menciptakan keseimbangan alam.

Mempertimbangkan jumlah ikan yang dapat dibudidayakan dalam suatu area tertentu tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan ditunjukkan dengan pengukuran kuantitatif dari berbagai variabel penting dikenal sebagai daya dukung kawasan. Strategi pendekatan kawasan fisik, khususnya dengan menghitung luas areal budi daya yang sesuai, merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menghitung daya dukung kawasan perairan bagi budi daya keramba jaring apung (KJA) (Adibrata et al., 2013). Untuk memperkirakan jumlah dan kapasitas KJA yang dapat dipasang di suatu lahan, dibuat ketentuan desain dan tata letak KJA secara efektif dan efisien. Setiap wilayah memiliki teknis dan kebiasaan budi daya KJA yang berbeda. Untuk itu, pembuatan KJA dikembangkan menggunakan tipe konvensional dan *semi-intensive*, hal ini memungkinkan masyarakat menjalankan usaha budi daya ikan berdasarkan pengalaman dan kebiasaan yang diperoleh selama ini.

Sebagai contoh pada budi daya ikan kerapu, pembuatan bangunan KJA dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 01-7222-2006, tidak menyimpang dari syarat ekologis dan material bangunan KJA dengan penggunaan bahan kayu. Setiap keramba tersusun atas 1 unit

volume kotak KJA sebesar $3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 27 \text{ m}^3$ (Gambar 15.2). Peningkatan produksi perikanan budi daya membutuhkan “ruang pemanfaatan” yang cenderung berdampak pada makin mengecilnya ruang pemanfaatan lain. Kegiatan budi daya laut secara masif tanpa perencanaan yang baik berpotensi menyebabkan pencemaran perairan laut akibat limbah sisa pakan, feses biota budi daya, kotoran dari proses pencucian jaring, dan buangan metabolis lain. Dengan demikian, akuakultur selain berkontribusi pada ketahanan pangan juga memicu potensi kerusakan ekosistem alami dan konflik aktivitas tradisional yang sudah ada di kawasan tersebut (Christie et al., 2014, Gimpel et al., 2015).

Menurut Hanafi et al. (2001), dan Yusuf (2013), penentuan zona penyangga budi daya KJA dibuat dengan merujuk pada luas potensial kawasan budi daya yang telah ditetapkan. Tujuannya ialah memberikan batasan pengelolaan dan pemanfaatan ruang laut yang sesuai dan tidak melebihi daya dukung serta mencegah konflik kepentingan. Selain itu, penetapan zona ini juga memperjelas bahwa tidak semua ruang laut diperuntukkan satu jenis usaha perikanan, tetapi dibagi sesuai potensi wilayah dan sebagian wilayah lain dipertahankan fungsi ekosistem dan sifat kealamiahannya. Penjelasan lain disampaikan Affan (2012), yakni bahwa zona penyangga secara ekologis memberikan manfaat yang signifikan terhadap kesehatan ekosistem perairan dan mendukung pertumbuhan biota yang dibudidayakan.

Dalam konteks pengelolaan sumber daya pesisir pulau-pulau kecil, pemanfaatan kawasan tidak hanya mempertimbangkan aspek ekologi, tetapi juga mempertimbangkan fungsi sosial ekonomi seperti pemberdayaan masyarakat dan penyerapan tenaga kerja. Hal ini sesuai dengan pendapat Lehari (2002) bahwa masyarakat pesisir memiliki peran yang signifikan dalam fungsi ekonomi, politik, ideologi dan budaya. Lebih lanjut Soehadi (2014) menjelaskan bahwa dalam pengelolaan kawasan pesisir dan lautan akan lebih efektif jika melibatkan masyarakat secara holistik pada aspek ekologis, ekonomi, sosial kelembagaan, dan budaya lokal.

3. Daya Dukung Daerah Penangkapan Ikan (*Fishing Ground*)

Kebijakan di sektor kelautan dan perikanan untuk menerapkan prinsip keberlanjutan sumber daya alam sejatinya merupakan konsep lama yang telah diimplementasikan pada beberapa negara seperti Jepang, Tiongkok, Norwegia (Hornborg et al., 2020), termasuk di Indonesia, walaupun sifatnya berbentuk kearifan lokal dan masih berjalan secara parsial. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat dan upaya eksploitasi yang besar, dikeluarkan kebijakan pengaturan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perikanan juga jasa ekosistem laut secara terpusat dalam bentuk kelembagaan negara melalui pencadangan luas Kawasan Konservasi Perairan (KKP) sebanyak 30% dari total luas laut Indonesia di tahun 2045 mendatang.

Pendekatan holistik sebagai kerangka konseptual dari pengelolaan perikanan berkelanjutan melalui kebijakan konservasi seperti pembatasan kuota, pengaturan musim penangkapan dan alat tangkap ikan, mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir (Garlock et al., 2022; Picher et al., 2009; Thébaud et al., 2023). Prinsip dasar dari pendekatan holistik ialah pemahaman bahwa dalam mengelola sumber daya perikanan perlu melibatkan dua komponen utama, yaitu sumber daya ikan dan manusia yang memanfaatkannya (Finley, 2009). Ketahanan pangan sektor perikanan pada hakikatnya berkaitan dengan hubungan harmonisasi manusia dalam memanfaatkan sumber daya perikanan dan jasa kelautan secara bijaksana pada suatu kawasan (Garraud et al., 2023). Dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perikanan secara berkelanjutan, perlu diketahui indikator utamanya, yakni stok sumber daya ikan tersebut. Istilah “stok ikan” mengacu pada representasi numerik dari perkiraan nilai biomassa ikan berdasarkan kumpulan spesies ikan selama periode waktu tertentu.

Ketersediaan jumlah stok ikan di suatu kawasan dapat dievaluasi menggunakan metode penilaian stok melalui pendugaan rekrutmen, mortalitas alami, dan tangkapan ikan (Deurs et al., 2023). Estimasi stok perikanan diambil berdasarkan input dari nilai sumber daya perikanan

demersal, ikan karang, pelagis kecil, cumi, udang penaeid, lobster, rajungan, kepiting dan pelagis besar, secara komprehensif dalam suatu musim penangkapan ikan. Data perikanan nasional menunjukkan terjadi penurunan stok perikanan di tahun 2022 sebesar 12,01 juta ton dengan jumlah tangkap diperbolehkan (JTB) sebesar 6,8 juta ton, belum termasuk stok ikan tuna dan cakalang sebesar 1,26 juta ton. Namun, di sisi lain, produksi perikanan naik di angka 24.85 juta ton, mengalami lonjakan 13,63% dari tahun 2021 sebesar 21,87 juta ton. Estimasi pertumbuhan stok meningkat sebesar 30,37 juta ton pada tahun 2023. Data ini memberikan informasi bahwa ada perbaikan pertumbuhan biomassa ikan di habitat alami, peningkatan kesehatan ekosistem dan produktivitas perairan seiring dengan perluasan kawasan konservasi laut di Kawasan Timur Indonesia.

Pada hakikatnya, sumber daya ikan akan berkurang baik karena kematian maupun penangkapan, tetapi dapat pulih kembali secara alami. Untuk itu, diperlukan komitmen pengelolaan yang presisi dan terukur melalui keputusan yang kuat (*hard decisions*) meliputi pengurangan upaya tangkap, memindahkan kegiatan penangkapan dari wilayah yang kapasitas tangkapnya telah dilampaui (*over capacity*) ke wilayah lain yang masih rendah kapasitasnya, dan membangun kelembagaan yang dapat memberi izin atau hak pemanfaatan (*property right*) serta mengendalikannya atau memberikan insentif untuk perbaikan pengelolaan sumber daya perikanan (Bell et al., 2006; Mulyono, 2011).

Menurut Leonart (2002) penilaian stok ikan secara kuantitatif pada suatu kawasan menjadi instrumen dasar untuk mengambil keputusan dan menentukan strategi pengelolaan secara terukur dan berkelanjutan sesuai potensi sumber daya dan dinamika pemanfaatan di kawasan tersebut. Kawasan Timur Indonesia memberikan kontribusi yang signifikan dalam sektor kelautan dan perikanan, tidak mengherankan kawasan ini memiliki keanekaragaman ekosistem dan sumber daya perikanan yang melimpah (Marasabessy et al., 2022; Pratomo & Rosdiana, 2018; Supriatna et al., 2014). Potensi ini dapat ditemukan pada seluruh wilayah perairan, seperti perairan pesisir

(*inshore*) sampai laut lepas (*offshore*), meliputi sumber daya ikan pelagis besar dan kecil juga perikanan demersal (ikan karang). Selain itu, potensi ini juga meliputi sumber daya perikanan Mollusca dan jenis invertebrata lainnya.

Wilayah pengelolaan perikanan (WPP) seluruh Indonesia telah mengalami penurunan signifikan dalam satu dekade terakhir. Merujuk data Komnaskajiskan WPP-RI di Kawasan Timur Indonesia, 713, 716, 715, 714, 718 secara mayor masuk kategori penangkapan penuh dan berlebih, tetapi estimasi sumber daya pelagis kecil dan kepiting di WPP 717 dan ikan demersal di WPP 713 dan 716 masih berada dalam kondisi baik (Kepmen KP No 19/222). Ketersediaan potensi sumber daya perikanan yang besar merupakan aset yang produktif untuk meningkatkan perekonomian nelayan. Kekayaan alam pesisir dan laut merupakan sumber daya milik bersama (*common resources*) dan bersifat *open access*. Pemanfaatan sumber daya perikanan di Kawasan Timur Indonesia telah dilakukan oleh masyarakat secara turun-temurun sejak masa leluhur mendiami wilayah tersebut dan terbuka secara nasional bahkan mancanegara. Menurut Halpern et al. (2008), perencanaan ruang pesisir dan laut sebagai basis pengelolaan berkelanjutan perlu dilakukan dengan memadukan antara kebutuhan manusia dan ketersediaan sumber daya alam di suatu kawasan, hal ini dapat meminimalisasi dampak negatif yang muncul secara simultan akibat kegiatan eksploitasi yang makin besar.

Upaya ini diwujudkan melalui sinkronisasi data sumber daya alam, *mapping* ekosistem produktif, dan dinamika sosial dan kelembagaan lokal sehingga dapat berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi masyarakat kepulauan (Katsanevakis et al., 2011). Identifikasi *fishing ground* potensial diperoleh melalui *tracking* pemetaan kegiatan penangkapan ikan oleh nelayan. Hal ini penting dilakukan untuk memprediksi kawasan produktif, menghindari penumpukan aktivitas penangkapan di suatu kawasan, dan mencegah pengeluaran (*cost*) yang tidak sebanding dengan hasil keuntungan dari suatu unit usaha penangkapan ikan. Menurut Kenny et al. (2018) serta Kadfak dan Antonova (2021) stok ikan yang ditangkap secara komersial "ditandai

dengan proporsi tinggi individu tua dan besar" dan selanjutnya diperlukan upaya untuk melindungi "*big old fecund* betina" atau "*big old fat fecund* betina ikan". Hal ini menjelaskan bahwa tingkat populasi menunjukkan hubungan langsung antara komposisi umur biomassa stok pemijahan dan rekrutmen spesies ikan tertentu di habitat alami.

Untuk mencapai keberlanjutan sumber daya alam, prediksi terhadap *fishing ground* potensial membutuhkan perencanaan yang sistematis, hal ini penting untuk mewujudkan keberlanjutan sumber daya laut di suatu kawasan. Mengetahui perkiraan tingkat eksploitasi penangkapan ikan di suatu kawasan merupakan salah satu cara untuk menentukan daya dukung penangkapan ikan (Ban & Klein, 2009; Mazor et al., 2014). Menganalisis sumber daya yang bermasalah berdasarkan rekrutmen dan mortalitas penangkapan di suatu wilayah diperlukan untuk memastikan tingkat pemanfaatan sumber daya berjalan sesuai dengan rencana.

E. Peran Zonasi dalam Pengelolaan Wilayah Kepulauan yang Terintegrasi

Berdasarkan ciri-cirinya, terdapat gugusan pulau-pulau kecil yang ditempati penduduk dan tidak ada penduduknya, memiliki sistem ekologis yang berbeda dengan pulau induknya (*mainland island*), dan mempunyai batas fisik yang jelas sehingga menyebabkan pulau kecil terisolasi dari habitat pulau utama (Marasabessy et al., 2022). Pulau kecil juga memiliki jumlah spesies flora dan fauna endemik yang signifikan serta keanekaragaman yang khas dan bernilai tinggi; kawasan ini rentan terhadap perubahan yang disebabkan oleh alam atau kegiatan manusia. Populasi sebuah pulau kecil berbeda dari pulau utamanya dari sudut pandang sosial, ekonomi, dan budaya. Perekonomian pulau-pulau kecil sangat bergantung pada pertumbuhan ekonomi pulau besar dan benua secara keseluruhan (Badarudin et al., 2021; Retraubun, 2003; Samudra, 2010). Untuk menjamin kelestarian sumber daya alam di suatu kawasan kepulauan sekaligus memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat, perlu dikembangkan konsep penataan ruang secara terpadu.

Pemanfaatan sumber daya kelautan, perikanan, dan lingkungan (*ecosystem services*) melalui integrasi karakteristik ekologis berdasarkan kesesuaian lahan dan daya dukung kawasan untuk kegiatan di gugusan pulau kecil dan pulau induk (*mainland island*) merupakan langkah strategis dalam pendekatan pengelolaan wilayah kepulauan. Hal ini dilakukan melalui penataan ruang yang diatur berdasarkan penggunaan kawasan dengan melakukan pembagian zonasi sesuai peruntukan kegiatan pemanfaatan. Menurut Rustiadi (2018), Marasabessy (2018), Sujadmi et al. (2020), dan Makkasau (2021), penataan ruang yang merupakan perwujudan dari pola dan struktur ruang, berkembang secara natural sebagai hasil dari proses sosial dan alam serta pembelajaran yang berkelanjutan. Hal ini menjelaskan mengapa pengetahuan tentang data temporal yang berkembang secara dinamis di kawasan kepulauan harus diimbangi dengan pemahaman tata ruang di wilayah pesisir, laut, dan pulau-pulau kecil (Aslan et al., 2021; Thomas et al., 2014), serta bagaimana zonasi penggunaan lahan harus dimaknai sebagai penataan kembali penggunaan lahan berdasarkan dimensi ruang yang disadari secara simultan dari waktu ke waktu mengalami perubahan.

Sebagai upaya menghindari konflik penggunaan ruang di suatu kawasan, khususnya mencegah penggunaan sumber daya berlebih dengan cara merusak, zonasi penggunaan lahan perlu diterapkan pada wilayah kepulauan di timur Indonesia. Hal ini karena pemanfaatan sumber daya alam di KTI cukup tinggi dan memiliki kepentingan yang beragam. Lipton (2009) dan Hermes (2017) menjelaskan, "Tanah adalah aset produktif utama bagi orang miskin". Kecenderungan kemiskinan ekstrem terjadi diakibatkan kesulitan mendapatkan hak pengelolaan terhadap sumber daya dan peluang mendapatkan pekerjaan yang layak, termasuk kepemilikan lahan yang tidak memadai menyebabkan peningkatan kemiskinan di masyarakat. Optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam pada kawasan yang marginal dan *remote* termasuk kawasan pulau kecil, seperti beberapa kawasan kepulauan di Maluku, Maluku Utara, dan Papua, seharusnya mampu mendorong pertumbuhan ekonomi

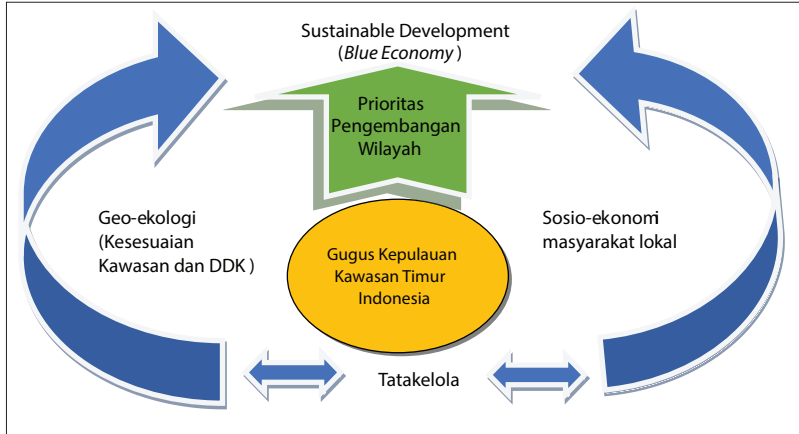
lokal dan pemerataan pembangunan melalui ketersediaan sarana, prasarana, dan infrastruktur pendukung bagi masyarakat pesisir dan kepulauan. Spesifikasi wilayah kepulauan di tiga kawasan ini dapat menjadi barometer kesuksesan penerapan kebijakan alokasi ruang (zonasi) berdasarkan daya dukung ekologis, jejaring sosial budaya, dan integrasi kegiatan sosial ekonomi sebagai instrumen kebijakan utama untuk wilayah lain di KTI.

Sistem pesisir dan laut secara signifikan menyediakan jasa ekosistem yang berkontribusi terhadap kebutuhan dan kesejahteraan manusia (Cordero-Penín et al., 2023; United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre and the International Union for Conservation of Nature [UNEP-WCMC & IUCN], 2018; Van de Pol et al., 2023). Namun, tingkat eksploitasi saat ini melebihi ambang batas berkelanjutan, dalam banyak kasus ekosistem telah terdegradasi melebihi kapasitas ketahanannya dengan penurunan stabilitas dan produktivitas (Claudet & Fraschetti, 2010; Haghshenas et al., 2021).

Memadukan pembangunan di wilayah daratan pulau induk (*mainland*) dan gugusan pulau-pulau kecil (*archipelago*) di Kawasan Timur Indonesia sebaiknya melalui pendekatan partisipatif dari seluruh pemangku kepentingan. Luasnya wilayah laut dan kemajemukan budaya di KTI mendorong tingginya upaya pemanfaatan dan klaim atas hak pemanfaatan, kondisi ini akan berdampak pada konflik penggunaan ruang laut. Prinsip dasar pengelolaan kepulauan ini adalah pemanfaatan sumber daya alam dilakukan sesuai dengan kesesuaian dan daya dukung wilayah (Gambar 15.3).

Keberlanjutan ekologi pesisir dan laut gugusan pulau kecil menjadi dasar pengelolaan melalui komitmen meningkatkan kesehatan ekosistem dan jasa lingkungan. Ada empat dimensi yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut.

- 1) Dimensi geo-ekologi (geografis dan ekologis), keanekaragaman hayati pesisir dan laut yang saling terintegrasi antara terumbu karang, padang lamun, mangrove, pantai dan kehidupan masyarakat pesisir mampu meningkatkan kualitas perairan



Gambar 15.3 Konsep pengelolaan berkelanjutan pulau kecil Kawasan Timur Indonesia melalui zonasi pemanfaatan ruang pesisir dan laut.

yang dapat diperuntukkan berbagai usaha perikanan, seperti perikanan tangkap, budi daya laut dan wisata bahari. Bentang alam Kawasan Timur Indonesia yang khas dan produktif memerlukan pengaturan, penataan dan pengelolaan untuk menjamin ketersediaan jasa lingkungan.

- 2) Dimensi *socio-economy local community*, umumnya masyarakat pesisir (*islanders*) Kawasan Timur Indonesia merupakan masyarakat tradisional dan masyarakat adat, memiliki tradisi dan pranata sosial yang unik berkaitan dengan karakteristik kehidupan pesisir, mempunyai keyakinan yang kuat terhadap harmonisasi manusia dengan alam, dan diatur dengan hukum adat.

Konektivitas masyarakat kepulauan dengan sumber daya alam telah berlangsung lama, dinamika interaksi ini memberikan dampak positif melalui pendekatan kearifan lokal (*local wisdom*) terhadap keberlanjutan ekosistem dan sumber daya alam selama proses pemanfaatannya mampu menyeimbangkan antara kebutuhan masyarakat dan ketersediaan sumber daya di alam. Namun, sebaliknya, dapat berpotensi merusak jika dilakukan

secara massal menggunakan cara-cara destruktif. Berinteraksi dengan sumber daya alam pesisir dan laut memerlukan etika lingkungan dan pengaturan yang komprehensif untuk memastikan bahwa optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya lingkungan pesisir dan laut dilakukan secara produktif melalui integrasi pengetahuan lokal (*local knowledge*) dan konsep konservasi modern. Keterlibatan masyarakat lokal secara langsung terhadap suatu kegiatan perlindungan sumber daya alam, menjadi wujud partisipatif kolektif dan bentuk dukungan untuk menjamin keberhasilan program. Pada akhirnya integrasi *socio economy* di kawasan kepulauan akan membuka jejaringan aksesibilitas intra dan antarkawasan untuk menumbuhkan produktivitas ekonomi masyarakat lokal.

Menurut Mugu et al. (2023), operasi penangkapan ikan, budi daya laut, dan wisata bahari di Kawasan Timur Indonesia telah berkembang menjadi dimensi potensial dan menawarkan manfaat besar (*significant value*) untuk mendukung pertumbuhan ekonomi daerah. Pascapandemi Covid-19, sektor ini mulai membaik, ditandai dengan makin terbukanya kesempatan usaha dan konektivitas antarwilayah. Pertumbuhan ekonomi diprediksi meningkat setelah pandemi Covid-19. Harus diakui bahwa bencana kesehatan (pandemi Covid-19) yang melanda Indonesia di awal periode berdampak besar terhadap stabilitas tiga dimensi tersebut (Sutrisno, 2021). Persoalan mendasar di wilayah kepulauan adalah perubahan ekosistem alami seperti kerusakan terumbu karang, penebangan pohon bakau, pengambilan pasir untuk bahan bangunan, dan penangkapan ikan dengan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan. Hal-hal tersebut sangat kontradiktif dengan kondisi empiris masyarakat kawasan Timur Indonesia yang sebagian besar mendiami kawasan pesisir dan sejak lama telah mengandalkan kenakeragaman sumber daya alam di pesisir gugusan pulau kecil untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Merujuk situasi saat ini, peningkatan krisis sumber daya alam di Indonesia tidak dapat dihindari, penyebabnya ialah

hubungan harmonisasi manusia dengan alam yang makin buruk, eksploitasi tanpa batas, kurangnya kepedulian dan meningkatnya keserakahan manusia dalam mengejar keuntungan ekonomi tanpa mempertimbangkan keberlanjutan sumber daya alam di habitatnya. Upaya mitigasi dan rehabilitasi ekosistem diperlukan untuk mengembalikan fungsi ekosistem melalui pembentukan kawasan konservasi. Upaya lainnya ialah melalui pembinaan, penyuluhan dan peningkatan edukasi sosial dan ekonomi bagi masyarakat kepulauan yang berkaitan dengan keuntungan ekologis langsung (*direct use value*) atau tidak langsung (*indirect use value*) dari sumber daya yang ada di wilayah pulau kecil.

- 3) Dimensi perencanaan dan pengembangan wilayah, keberadaan sumber daya pesisir dan laut di Kawasan Timur Indonesia masih mampu menjamin kehidupan masyarakat lokal dan tradisional. Hal ini karena suplai sumber daya alam hanya sebatas untuk memenuhi kebutuhan hidup keseharian keluarga. Namun, berbeda halnya jika kebutuhan itu dilakukan untuk komersial dalam jumlah banyak. Seiring bertambahnya kebutuhan masyarakat dan peningkatan pembangunan daerah, eksploitasi sumber daya alam di Kawasan Timur Indonesia makin meluas dan di waktu yang sama makin membebani kemampuan ekosistem untuk menerima tekanan pemanfaatan pada kawasan tersebut. Untuk itu, langkah pembagian zonasi berdasarkan kesesuaian dan daya dukung kawasan merupakan solusi konstruktif untuk mengendalikan kerusakan ekosistem pesisir dan laut di masa mendatang.

Persaingan eksploitasi lingkungan pesisir dan laut di Kawasan Timur Indonesia makin meningkat dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, perencanaan pengelolaan terpadu kawasan ini harus dilakukan secara sinergi tidak hanya mempertimbangkan keberlanjutan ekologi, ekonomi, sosial dan budaya, tetapi perlu mendapat dukungan politik penuh dari pemerintah dan unsur terkait. Tujuan zonasi penggunaan lahan adalah untuk mengintegrasikan penggunaan lahan yang kompatibel

(*positif externalization*), mencegah beberapa lahan terganggu oleh penggunaan lahan yang tidak kompatibel (*negative externalization*) dan menempatkan penggunaan barang publik berdasarkan kesesuaian lokasi.

Konsep ekowisata yang mengusung etika lingkungan dalam menikmati keindahan alam, edukasi ekologi, dan secara bersamaan mampu mendorong peningkatan ekonomi masyarakat kepulauan menjadi pilihan yang bijak untuk memadukan alam dan manusia. Kawasan konservasi membuka ruang pemanfaatan secara merata, mengatur dan mengendalikan pemanfaatan sumber daya alam secara terukur dan berkelanjutan melalui pembagian zonasi berdasarkan kesesuaian dan daya dukung kawasan, konsep ini dapat dimaknai sebagai bentuk pengelolaan terpadu pesisir dan laut (*integrated coastal and marine management*). Pemahaman masyarakat yang berkembang tentang pentingnya intervensi publik (*collective action*) terhadap kegagalan sistem dalam menghasilkan pola dan struktur ruang yang sesuai dengan tujuan bersama, menjadi urgensi dalam perencanaan ruang maritim (Rustiadi, 2018; Marasabessy, 2018).

Menjadikan kawasan konservasi sebagai prioritas pengembangan wilayah diharapkan dapat membuka peluang usaha bagi masyarakat kepulauan secara merata tanpa menimbulkan konflik pemanfaatan ruang dan secara sinergi mencegah kerusakan ekosistem yang makin besar.

- 4) Dimensi tata kelola, pengaturan zonasi digunakan untuk mengalokasikan ruang pemanfaatan sumber daya alam di wilayah kepulauan Timur Indonesia berdasarkan kesesuaian dan kemampuan lahan untuk menerima kegiatan di atasnya. Kesehatan ekosistem dapat menjadi instrument yang efektif untuk mengelola sumber daya pesisir dan laut di pulau kecil. Itu artinya bahwa dinamika sosial dan ekonomi di wilayah kepulauan ditentukan sampai sejauh mana ketersediaan sumber daya di kawasan ini memberikan manfaat kepada masyarakat, menurut alokasi konsumsi ruang setiap kegiatan.

Alokasi penggunaan ruang dan daya tampung optimum kawasan, disesuaikan dengan jenis kegiatan yang akan ditempatkan. Selain itu, integrasi ruang untuk mewujudkan pengelolaan berkelanjutan harus dapat mengimbangi aspirasi masyarakat lokal (*bottom level*) sampai pada tingkatan pemerintah/penguasa (*top level*). Pemerintah dan pemerintah daerah bertanggung jawab menyediakannya dan membangun infrastruktur dasar untuk mendukung kehidupan dan penghidupan masyarakat di kawasan kepulauan. Peningkatan ekonomi lokal dan perbaikan fungsi ekosistem di kawasan pesisir dan pulau kecil merupakan wujud keberhasilan konsep pengelolaan berkelanjutan.

F. Pendekatan Pengelolaan Pesisir Laut dan Pulau Kecil Berkelanjutan

Komitmen bersama mengutamakan aspek moral dan etika lingkungan dari semua *stakeholders* yang terlibat (Fudge et al., 2023; Srinivasan et al., 2022) dilakukan melalui perubahan pola pikir (*mindset*) dari tindakan destruktif menjadi harmonis dengan alam, seperti

- 1) Pendekatan kesesuaian dan daya dukung kawasan (*Area suitability and carrying capacity approach*), yaitu pemanfaatan ruang kegiatan budi daya laut (*marine aquaculture*), daerah penangkapan ikan (*fishing ground*), dan ekowisata bahari (*marine ecotourism*) dikembangkan melalui sinkronisasi kebutuhan masyarakat dan kemampuan kawasan menerima kegiatan tersebut.

Pada wilayah pulau kecil yang tidak berpenduduk sebaiknya kegiatan wisatawan murni difokuskan untuk melakukan aktivitas berwisata saja, pembangunan infrastruktur pemukiman, *resort*, restoran, hiburan, dan lainnya dilakukan pada *mainland* sehingga muncul interaksi sosial secara positif antara wisatawan dan masyarakat yang mendiami gugus kepulauan di sekitarnya. Sementara itu, pemanfaatan ruang di pulau kecil yang berpenduduk untuk kegiatan wisata bahari dapat dilakukan secara terintegrasi pada wilayah darat dan laut,

tetapi sebaiknya memperhitungkan tekanan aktivitas wisata dan mempertimbangkan nilai manfaat (*benefit value*) dari kegiatan wisata melalui distribusi keuntungan secara tepat sehingga tidak terpusat pada satu lokasi tertentu.

Zonasi penempatan ruang budi daya laut diatur dan disesuaikan dengan teknik atau kebiasaan masyarakat lokal dan mempertimbangkan kesesuaian lahan serta kemampuan kawasan menerima sejumlah aktivitas budi daya. Sementara itu, pemanfaatan ruang *fishing ground* diperuntukan untuk nelayan tradisional dengan armada kecil berdasarkan *tracking* lokasi penangkapan ikan yang potensial (Chi et al., 2022). Komunitas masyarakat kepulauan umumnya terdiri dari kelompok nelayan tradisional dengan alat tangkap sederhana dan jangkauan *fishing ground* yang dekat dengan pesisir, umumnya berada di ekosistem terumbu karang dan padang lamun (Sarapil et al., 2020; Daruit et al., 2021).

Menurut Koroy et al. (2017) dan Marasabessy et al. (2018), gagasan pengelolaan terpadu ruang pesisir dan laut muncul seiring dengan perubahan sikap masyarakat yang secara kolektif peduli terhadap keberlanjutan sumber daya alam. Pergeseran paradigma menuju kriteria konservasi keanekaragaman hayati dan kawasan lindung, serta kesadaran membayar jasa lingkungan dari nilai suatu sumber daya pada kawasan yang masih alami, akan tecermin dari perubahan perilaku masyarakat.

- 2) Pendekatan pemberdayaan masyarakat (*community empowerment approach*), Kawasan Timur Indonesia kaya akan keragaman adat dan budaya membentuk karakteristik yang unik dalam struktur sosial masyarakat lokal. Kemajemukan ini berkaitan dengan kondisi geografis, asal-usul, adat dan keyakinan agama, disatukan dalam kesatuan budaya (Sairiltiata, 2023). Adanya kebudayaan di tengah masyarakat memberikan pedoman pada sikap dan tingkah laku manusia dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam. Pendekatan partisipatif kolaboratif oleh pemerintah daerah dan lembaga hukum membentuk model kemitraan dengan tokoh

adat (*co-management*) untuk memfungsikan kembali sistem kepercayaan, ritual, sanksi adat, dan mekanisme dalam proses penegakan hukum yang telah diyakini dan berjalan secara turun-temurun (Monteiro, 2021).

Banyak pendekatan pemberdayaan berbasis masyarakat yang bersumber dari kearifan lokal di Kawasan Timur Indonesia, di antaranya budaya amatoa pasang ri kajang di Sulawesi Selatan; budaya mondini di Gorontalo; adat *bapongka* bagi masyarakat Suku Bajoe di Sulawesi dan Kalimantan; ritual adat muro (*tahi tubere*) dan lamaholot di Lembata NTT; serta budaya sasi di Maluku dan Papua. Pemberdayaan ini menempatkan masyarakat kepulauan sebagai subjek untuk mengelola potensi sumber daya perikanan di sekitar wilayahnya berdasarkan kearifan lokal (*local knowledge*). Manfaat dari proses *co-management* adalah untuk memandirikan masyarakat agar dapat meningkatkan taraf hidup keluarga dan mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki. Pendekatan ini perlu dilakukan karena masyarakat lokal di wilayah kepulauan adalah pihak yang paling memahami kondisi ekologi, ekonomi, sosial, dan budaya di lingkungannya (Putri et al., 2020).

Keterlibatan masyarakat lokal sejak awal untuk menghasilkan kesesuaian program dengan menampung aspirasi yang berkembang sesuai kebutuhan serta menjamin komitmen masyarakat secara kolektif sehingga menumbuhkan rasa memiliki yang kuat (Alfiah et al., 2023; Koroy et al., 2017; Marasabessy et al., 2018). Hal ini akan menumbuhkan rasa tanggung jawab yang besar untuk melindungi dan melestarikan sumber daya pesisir, laut dan pulau kecil. Proses ini juga memengaruhi hubungan sosial kelembagaan dan budaya lokal masyarakat kepulauan, serta membuka jejaring ekonomi antar setiap komponen dalam masyarakat kepulauan dan kelompok pemanfaat lain dapat berjalan secara optimal.

- 3) Pengelolaan Perikanan dengan Pendekatan Ekosistem (*ecosystem approach fisheries management*). Pengelolaan perikanan

adalah semua upaya termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan, alokasi sumber daya, dan implementasi serta penegakan hukum.

Implementasi pengelolaan wilayah pada gugus pulau kecil dengan pendekatan ekosistem harus dimaknai secara utuh bahwa kawasan ini memiliki distribusi sumber daya perikanan dan jasa ekosistem yang besar sehingga upaya mempertahankan eksistensi sumber daya alam akan berjalan optimal jika kesehatan ekosistem pesisir dan laut berada dalam kondisi baik. Dari beberapa studi kasus diketahui optimalisasi konsep ini berhasil diterapkan pada pengelolaan perikanan tuna di Kepulauan Morotai Maluku Utara, pengelolaan perikanan skala kecil di Kepulauan Ayau Raja Ampat, perikanan ikan karang dan pemanfaatan ekowisata bahari di Seram Utara Maluku, Pulau Um, dan Kepulauan Manyafun Papua Barat Daya. Melalui pendekatan ekosistem muncul penguatan kelompok nelayan lokal, meningkatkan harmonisasi masyarakat dengan alam. Sebelumnya, penangkapan ikan menggunakan bahan peledak, racun tradisional, dan potasium, berubah menjadi lebih peduli pada keberlanjutan ekosistem melalui integrasi SASI dengan kawasan konservasi, menumbuhkan sinkronisasi sentra produksi perikanan dengan pasar (Pomeroy et al., 2010; United Nations Environment Programme, The United Nations Department of Economic and Social Affairs, & Food and Agriculture Organization [UNEP, U.D, & FAO, 2012).

Pemanfaatan ruang pesisir dan laut tanpa perencanaan menyebabkan ancaman terhadap kelestarian sumber daya perikanan, ekosistem, dan masa depan masyarakat kepulauan. Harus diakui bahwa sekitar 80–85% produksi perikanan ikan karang di Indonesia berasal dari wilayah gugusan pulau kecil di Kawasan Timur Indonesia (Lasabuda, 2013; Suryawati & Purnomo, 2012). Tidak mengherankan potensi ini didukung oleh keberadaan ekosistem terumbu karang yang luas terintegrasi dengan ekosistem pesisir lain (Loretta, 2020; Luthfi,

2018). Potensi sumber daya perikanan berkorelasi positif dengan kesehatan ekosistem dan karakteristik masyarakat. Untuk itu, perlu mengintegrasikan beberapa aspek, di antaranya

- 1) aspek ekologi yaitu melalui restorasi ekosistem yang rusak, efektivitas *restocking* sumber daya perikanan, dan edukasi manfaat kawasan konservasi;
- 2) aspek ekonomi yaitu berkaitan dengan revitalisasi produk perikanan ekonomis tinggi, konektivitas produk perikanan dan pasar, pembentukan unit usaha melalui penguatan modal dan teknologi tepat guna, mendorong investor berkerja sama secara wajar, pantas, dan saling menguntungkan; dan
- 3) aspek sosial budaya masyarakat lokal yaitu dilakukan melalui peningkatan pergelaran kesenian rakyat berkarakter orang pesisir dan menjaga kearifan lokal (*local wisdom*) sebagai potensi kekayaan budaya dan tradisi untuk pengembangan pariwisata berkelanjutan.

G. Penutup

Peran serta seluruh *stakeholder*, seperti pemerintah dan pemerintah daerah, berkewajiban membuat regulasi dan implementasi kebijakan pro rakyat secara *bottom up*; swasta menjalankan komitmen kolaboratif melalui pendampingan masyarakat dan pendanaan kemitraan berkelanjutan; akademisi melalui kajian ilmiah dalam wujud tridharma perguruan tinggi; dan peran signifikan di tingkat masyarakat lokal sebagai *natural resources owners* untuk mengelola, memanfaatkan, dan mengawasi kawasan kepulauan secara harmonis. Upaya pencegahan “*tragedy of the commons*” akan berjalan sinergi melalui optimalisasi sumber daya alam, monitoring dan evaluasi kegiatan secara periodik, penguatan kelembagaan masyarakat lokal, serta kesadaran bersama pengguna dan penerima manfaat sumber daya untuk melakukan upaya konservasi. Pengelolaan terpadu wilayah pesisir dan laut hakikatnya merupakan konektivitas antara proses ekologi, ekonomi sosial budaya, dan industri.

Status sumber daya alam perikanan dan jasa ekosistem di Kawasan Timur Indonesia dalam perspektif pengelolaan berkelanjutan perlu ditetapkan berdasarkan nilai estetika, kebiasaan masyarakat, dan kearifan budaya lokal sehingga mampu bersinergi dengan zonasi pengembangan wilayah. Untuk itu, sebaiknya masyarakat ditempatkan pada posisi memiliki, mengolah, merencanakan, dan memutuskan sejak tahap awal suatu program yang ingin dicanangkan.

Referensi

- Adibrata, S. (2012). *Evaluasi kesesuaian kawasan untuk pengembangan budi daya kerapu (famili Serranidae) di perairan Pulau Pongok Kabupaten Bangka Selatan* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Affan, J. M. (2012). Identifikasi lokasi untuk pengembangan budi daya keramba jaring apung (KJA) berdasarkan faktor lingkungan dan kualitas air di perairan pantai timur Bangka Tengah. *Jurnal Depik*, 1(1), 78–85.
- Alfiah, S., Fajriah, S., Aida, N., Adriani, N. T. P., Muttaqin, M. I., Solahudin, E. A., Fauzi, A. L. N., Budiaji, W., & Herjayanto, M. (2023). Pengetahuan masyarakat tentang transplantasi karang berbasis fishdom di Pulau Tunda, Banten sebagai dasar program kreativitas mahasiswa pengabdian pada masyarakat. *Jurnal Abdi Insani*, 10(1), 193–201. Doi: <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i1.842>
- Al-Yahyai S., Charabi Y., Gastli A., & Al-Badi, A. (2012). Wind farm land suitability indexing using multi-criteria analysis. *Journal Renew Energy*, 4(4), 80–87.
- Arslan, D., Çiçek, K., Döndüren, Ö., & Ernoul, L. (2021). Threat ranking to improve conservation planning: An example from the Gediz Delta, Turkey. *Land*, 10(12), 1381.
- Badarudin, M. I., Marasabessy, I., & Sareo, F. P. (2021). Keadaan sosial dan ekonomi nelayan ikan karang Kampung Malaumkarta Distrik Makbon Kabupaten Sorong Papua Barat. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 370–384

- Ban, N. C., & Klein, C. J. (2009). Spatial socio-economic data as a cost in systematic marine conservation planning. *Journal Conserv. Lett.*, 2(2), 206–215.
- Bell, J. D., Rothlisberg, P. C., & Munaro, J. L. (2006). Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Journal of Fisheries Research*. 80, 1–8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783606001147>
- Badan Pusat Statistik. (2021, 20 November). *Luas daerah dan jumlah pulau menurut provinsi 2021*. https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/0000/api_pub/UFpWMmJZOV
- Bruchac, M. (2014). Indigenous knowledge and traditional knowledge. Dalam Smith, C. (Ed.), *Encyclopedia of global archaeology* (3814–3824). Springer.
- Chi Y., Liu D., Wang C., Xing W., Gao J. (2022). Island development suitability evaluation for supporting the spatial planning in archipelagic areas. *Journal Science of The Total Environment*, 829, 154679. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154679>
- Christie, N., Smyth, K., Barnes, R., & Elliott, M. (2014). Co-location of activities and designations: A means of solving or creating problems in marine spatial planning? *Marine Policy*, 43, 254–261.
- Claudet, J., & Frascchetti, S. (2010). Human-driven impacts on marine habitats: a regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, 143(9), 2195–2206.
- Crabtree, A., & Douglas, P. (2007). Coastal/marine tourism trends in the Coral Triangle and strategies for sustainable development interventions. *Prepared for: Marine Program World Wildlife Fund Washington, DC*, 17.
- Cobbinah, P. B., Black, R., & Thwaites, R. (2015). Biodiversity conservation and livelihoods in rural Ghana: Impacts and coping strategies. *Environmental Development*, 15, 79–93.
- Cordero-Penín, V., Abramic, A., García-Mendoza, A., Otero-Ferrer, F., & Haroun, R. (2023). Mapping marine ecosystem services potential across an oceanic archipelago: Applicability and limitations for decision-making. *Ecosystem Services*, 60, 101517.

- Daruit, M. Y., Nayoan, H., & Sumampow, I. (2021). Pemberdayaan masyarakat di Kabupaten Kepulauan Talaud melalui pengembangan potensi perikanan tangkap di sentra kelautan dan perikanan terpadu (SKPT). *Governance*, 1(2).
- Djaenudin, D., Sulaeman, Y., & Abdurachman, D. A. (2002). Pendekatan pewilayahan komoditas pertanian menurut pedo-agroklimat di kawasan timur Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 21(1), 1–10.
- Ely, A. J., Pattinaja, Y. I., & Tomasila, L. A. (2020). Model pengembangan wisata bahari di kawasan Tanjung Wairole dan Pulau Tiga Kabupaten Maluku Tengah. Dalam *Pattimura Proceeding: Conference of Science and Technology* (290–299).
- ElMahdi, A., & Kheireldin. (2004). GIS and mulit-criteria evaluation for integrated water resources. *Brisbane*, 1014.
- Erdana, R., Pratikto, I., Suryono, C. A., & Suryono, S. (2022). Hubungan persentase tutupan karang hidup dan kelimpahan ikan di kawasan konservasi perairan Pulau Koon, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku. *Journal of Marine Research*, 11(2), 145–155.
- Finley, C. (2009). The social construction of fishing, 1949. *Journal Ecology and Society*, 14(1), 1–6. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art6/>
- Firdaus, A. M., Pelupessy, J. M., & Tampubolon, J. R. (2016). Strategi penyelesaian masalah sosial ekonomi masyarakat pesisir di Kepulauan Banda Neira, Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 11(1), 55–74.
- Fraschetti, S., Claudet, J., & Grorud-Colvert, K. (2011). Management-transitioning from single-sector management to ecosystem-based management: What can marine protected areas offer. Dalam J. Claudet (Ed.), *Marine protected areas: A multidisciplinary approach*, 11–34. Cambridge University Press. Doi: 10.1017/CBO9781139049382.003
- Fotiou, S., Lundvall, P., Salonen, N., Sievänen, T., & Suopajarvi, L. (2003). Sustainable ecotourism: Integration of conservation and

- usage in Natura 2000 areas. *The Finnish Environment, Nature and Natural Resources*, 651.
- Fudge, M., Ogier, E., & Alexander, K. A. (2023). Marine and coastal places: Wellbeing in a blue economy. *Environmental Science and Policy*, 144, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.03.002>
- Garlock, T., Anderson, J. L., Asche, F., Smith, M. D., Camp, E., Chu, J., Lorenzen, K., & Vannuccini, S. (2022). Global insights on managing fishery systems for the three pillars of sustainability. *Fish and Fisheries*, 23(4), 899–909.
- Garraud, L., Beckensteiner, J., Thébaud, O., & Claudet, J. (2023). Ecolabel certification in multi-zone marine protected areas can incentivize sustainable fishing practices and offset the costs of fishing effort displacement. *Earth System Governance*, 17, 100184. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2023.100184>
- Gimpel, A., Stelzenmüller, V., Grote, B., Buck, B., Floeter, J., Núñez-Riboni, I., Pogoda, B., & Temming, A. (2015). A GIS modelling framework to evaluate marine spatial planning scenarios: Collocation of offshore wind farms and aquaculture in the German EEZ. *Marine Policy*, 55. Doi: 10.1016/j.marpol.2015.01.012.
- Gladstone, W., Curley, B., & Shokri, M. R. (2013). Environmental impacts of tourism in the Gulf and the Red Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 9(17), 375–388. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.09.017>
- Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., & Frizado, J. P. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average. *Journal Waste Management*, 32(6), 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.023>
- Hadiroso, A. (2000). *Peningkatan peran swasta dan pemerintah daerah dalam pengelolaan prasarana di Kawasan Timur Indonesia. Lokakarya Mencari Format Baru Pengembangan KTI dalam Era Otonomi Daerah.*
- Haghshenas, E., Gholamalifard, M., & Mahmoudi, N. (2021). Ecosystem services trade-offs informing impacts of marine aquaculture development in the southern Caspian Sea. *Marine*

- Pollution Bulletin*, 171, 112792. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112792>
- Hakim, L., Ahyadi, H., & Hong, S. K. (2017). Exotic plant in small islands: implications for tourism destination management in Gili Trawangan and Gili Air, Lombok. *Journal of Marine and Island Culture*, 6(1), 51–64. Doi: 10.21463/jmic.2017.06.1.04
- Halpern, S., Walbridge, S., Selkoe, K. K., Kappel, C. V., Steneck, R., & Watson R. (2008). A global map of human impact on marine. *Journal Ecosystems Science*, 31(9), 948–953. Doi: 10.1126/science.1149345
- Hanafi, A., Tarunamulia., Rachman, A., & Ahmad, T. (2001). Penataan ruang Teluk Pegametan di Kecamatan Gerokgak, Bali untuk pengembangan sea farming. *Jurnal Puslitbang Eksplorasi Laut dan Perikanan*, 5(3), 57–69.
- Hardin, G. (1998). Extensions of “the tragedy of the commons”. *Science*, 280(5364), 682–683. Doi: 10.1126/science.280.5364.682
- Hastari, I. F., Kurnia, R., & Kamal, M. M. (2017). Analisis kesesuaian budi daya KJA ikan kerapu menggunakan SIG di perairan Ringgung Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 151–159.
- Hawkins, J. P., & Roberts C. M. (1997). Estimating the carrying capacity of coral reefs for scuba diving. *Journal of Biological Conservation*, 6(2), 171–178.
- Hermes. (2017). *Model pengelolaan pembangunan wilayah berbasis penanggulangan kemiskinan di Kota Bengkulu* [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Hornborg, S., & Främberg, A. (2020). Carp (Cyprinidae) fisheries in Swedish lakes: A combined environmental assessment approach to evaluate data-limited freshwater fish resources as food. *Environmental management*, 65(2), 232–242.
- Hutajulu, D. M., Panjawa, J. L., Islami, F. S., & Sugiharti, R. R. (2020). Determinan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan wilayah induk dan pemekaran di Kawasan Timur Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 23(2), 263–284.

- Kadfak, A., & Antonova, A. (2021). Sustainable networks: Modes of governance in the EU's external fisheries policy relations under the IUU regulation in Thailand and the SFPFA with Senegal. *Marine Policy*, 132, 104656.
- Katsanevakis, S. V., Stelzenmüller, A., Sorensen, S., Kindergarten, T. V., Fernandez, S., Voge, A., Weber, A., Zenetos, R., & Hofstede. (2011). Marine based marine space management ecosystem: review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Journal The Ocean Coast.Manag*, 54(11), 807–820.
- Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Republik Indonesia. (2021). Deputi Kedaulatan Maritim Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, 2021. <https://maritim.go.id/pages/deputi1>.
- Kenny, A. J., Campbell, N., Koen-Alonso, M., Pepin, P., & Diz, D. (2018). Delivering sustainable fisheries through adoption of a risk-based framework as part of an ecosystem approach to fisheries management. *Marine Policy*, 93, 232–240.
- Koroy, K., Yulianda, F., & Butet, N. A. (2017). Pengembangan ekowisata bahari berbasis sumber daya pulau-pulau kecil di pulau Sayafi Dan Liwo, Kabupaten Halmahera Tengah. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 8(1), 1–17.
- Koroy, K., & Alwi, D. (2023). *Jenis kuda laut (Hippocampus sp.) di kawasan konservasi perairan (KKP) Pulau Morotai*. Deepublish.
- Kristian, I. (2019). Pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu dan berkelanjutan yang berbasis masyarakat. *Jurnal Rasi*, 1(1), 49–63.
- Kurniawan, A., Nurdin, A. S., Marasabessy, M. H., Ashari, R., Tamge, F., Utami, N. N., & Gunawan, G. (2023). Strategi pengembangan ekowisata di pulau-pulau kecil kawasan KPHL Ternate-Tidore Maluku Utara. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Agribisnis* (Ed. 3, Vol. 1).
- Kurniawan, K. (2020). Resolusi konflik pemanfaatan sumber daya pesisir antara nelayan dengan penambang timah inkonvensional. *Society*, 8(1), 13–22.

- Kuuder, C. W. (2012). Tourism potentials of Mole National Park in Northern Ghana. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 2(1), 1–19.
- Lamawabang, I. (2017). *Strategi pengembangan ekowisata bahari di suaka alam perairan Selat Pantar Kabupaten Alor Propinsi Nusa Tenggara Timur* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- La Riti, W., Moniaga, I. L., & Rengkung, M. M. (2023). Perencanaan daya tarik wisata berbasis ekowisata di Kecamatan Gane Timur Selatan Kabupaten Halmahera Selatan. *Sabua: Jurnal Lingkungan Binaan dan Arsitektur*, 12(2), 30–38.
- Lasabuda, R. (2013). Pembangunan wilayah pesisir dan lautan dalam perspektif negara kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(2), 92–101.
- Lehari, K. (2002). On island: Place and location. Studies in environmental aesthetics and semiotics. *Journal Island Studies*, 3(1), 95–106
- Leonart, J. (2002). *Overview of stock assessment methods and their sustainability to mediterranean fisheries*. 5th Session of SAC-GFCM.
- Lee, T. H., Jan, F. H., Tseng, C. H., & Lin, Y. F. (2018). Segmentation by recreation experience in island-based tourism: A case study of Taiwan's Liuqiu Island. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(3), 362–378.
- Lipton, M. (2009). *Land reform in development countries: Property rights and property wrongs*. Routledge.
- Loretta, T. (2020). *Stilisasi terumbu karang sebagai batik kontemporer pada busana kasual anak hypebeast* [Disertasi]. ISI Yogyakarta.
- Luthfi, O. M., & Setianingsih, M. (2018). Application of ethnography method in conservation area efforts By Salam, the conservation and social community empowerment organization. *ECSOFiM (Economic and Social of Fisheries and Marine Journal)*, 6(1), 14–22.

- Makkasau, A. R. (2021). *Analisis daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem untuk mendasari arahan penyesuaian pola ruang di Kabupaten Wajo* [Disertasi]. Universitas Hasanuddin.
- Mäntymaa, E., Ovaskainen, V., Juutinen, A., & Tyrväinen, L. (2018). Integrating nature-based tourism and forestry in private lands under heterogeneous visitor preferences for forest attributes. *J. Environ. Plan Manag.*, 61, 724–746. Doi: 10.1080/09640568.2017.1333408.
- Marasabessy, I., Katili, V. R. A., Ulat, M. A., Kadarusman, K., Suruwaky, A. M., Ismail, Tabalessy, R. (2022). Penilaian EAFM pada domain teknik penangkapan ikan di pulau sangat kecil terluar dan terdepan Indonesia (studi kasus gugus Pulau Ayau, Raja Ampat). *Jurnal Enggano*, 7(2), 156–174.
- Marasabessy, I., Fahrudin, A., Imran, Z., & Agus, S. B. (2018). Strategi pengelolaan berkelanjutan pesisir dan laut Pulau Nusa Manu dan Pulau Nusa Leun di Kabupaten Maluku Tengah. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 2(1), 11–22.
- Marasabessy, I. (2018). *Pengelolaan berkelanjutan Pulau Nusa Manu dan Nusa Leun di Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku* [Tesis]. Bogor Agricultural University (IPB).
- Marković Z., Dulić Z., Živić I., & Mitrović-Tutundžić, V. (2009). Influence of abiotic and biotic environmental factors on weight gain of cultured carp on a carp farm. *Arch Biol Sci*, 61, 113–121.
- Mazor, T., Giakoumi, S., & Kark, S. (2014). Possingham massive conservation planning in a multinational marine environment: *Journal The Cost Ecol. Appl.*, 24(5), 1115–1130.
- Michael, T. (2020). Pulau sentinel dalam hukum laut internasional. *Hermeneutika: Jurnal Ilmu Hukum*, 4(2).
- Mikulecký, P., Punčochářová, A., Babič, F., Bureš, V., Čech, P., Husáková, M., Mls, K., Nacházel, T., Ponce, D., Štekerová, K., Triantafyllou, I., Tučník, P., Sunanda, V., & Zanker, M. (2023). Dealing with risks associated with tsunamis using indigenous

- knowledge approaches. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 86, 103534. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103534>
- Monteiro, J. M. (2021). Pengelolaan perikanan berbasis hukum adat melalui model co-management. *Arena Hukum*, 14(1), 67–83.
- Montemayor, C. A. M. (2019). A Blue Economy: Equitable, sustainable, and viable development in the world's oceans. Dalam *Predicting Future Oceans* (395–404). Elsevier.
- Mouw, E., Karlina, N., Widianingsih, I., & Nurasa, H. (2022). Mapping potential and development strategies of marine tourism in the Morotai National Tourism Strategic Area. *Aliansi: Jurnal Politik, Keamanan dan Hubungan Internasional*, 354–365.
- Mugu, H. A., Badarudin, M. I., Marasabessy, I., Maipauw, N. J., Alis, S., Rumpfot, I., Urbinas, M. S., Bhotmir, R., Inggamer, D. K., Mahad, F., Adi, E., Ayomi, N. B., Wawiyai, M. M., Tanasali, F., & Ghela, M. M. (2023). Identifikasi Ekologi pesisir dan laut untuk mendukung pariwisata berkelanjutan di Pulau Yerusel Kabupaten Sorong Papua Barat Daya. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 33–48. <https://doi.org/10.33506/jrpk.v5i1.2268>
- Mulyono, S. B. (2011). *Pengembangan perikanan tangkap berkelanjutan melalui program pengayaan stok ikan* [Orasi Ilmiah]. Institut Pertanian Bogor.
- Ninef, J. S., Adrianto, L., Dahuri, R., Rahardjo, M. F., & Adhuri, D. S. (2019). Strategi pengelolaan perikanan skala kecil dengan pendekatan ekosistem di Kabupaten Rote Ndao, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 14(1), 47–57.
- Noor, A. (2009). *Model pengelolaan kualitas lingkungan berbasis daya dukung (carrying capacity) perairan teluk bagi pengembangan budi daya keramba jaring apung ikan kerapu (Studi kasus di Teluk Tamiang, Kabupaten Kotabaru, Propinsi Kalimantan)* [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Nurhayati, I., & Agustina, L. (2020). Masyarakat multikultural: Konsepsi, ciri dan faktor pembentuknya. *Akademika*, 14(01). <https://doi.org/10.30736/adk.v14i01.184>

- Ostrom, E. (2008). Tragedy of the commons. *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2, 1–4.
- Picher, T. J., Kalikoski, D., Short, K., Varkey, D., & Pramod, G. (2009). An evaluation of progress in implementing ecosystem-based management of fisheries in 33 countries. *Journal Mar Policy*, 33, 223–232.
- Pineda, F., Padilla, J., Granobles-Torres, J. C., Echeverri-Rubio, A., Botero, C. M., & Suarez, A. (2023). Community preferences for participating in ecotourism: A case study in a coastal lagoon in Colombia. *Environmental Challenges*, 11, 100713.
- PPLKPL-KLH FPIK IPB. (2002). *Pengembangan konsep daya dukung dalam pengelolaan pulau-pulau kecil*. Pusat Penelitian Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyo, K. C. (2019). Mencegah “tragedy of the commons” di Teluk Sawai dengan Sasi pada era otonomi daerah. *Journal of Governance Innovation*, 1(1), 13–28. Doi: 10.36636/jogiv.v1i1.294
- Pratomo, G., & Rosdiana, M. (2018). Eksistensi pandora box sektor perikanan tangkap kawasan Indonesia timur. *Sosial Humaniora*, 1(1), 21–26.
- Prawirahasan, R. W. (2018). *Potensi ekowisata berbasis keanekaragaman fauna yang didukung kearifan lokal masyarakat di Kepulauan Ugar, Kabupaten Fakfak, Papua Barat* [Disertasi]. Universitas Brawijaya.
- Pomeroy, R., Garces, L., Pido, M., & Silvestre, G. (2010). Ecosystem-based fisheries management in small-scale tropical marine fisheries: Emerging models of governance arrangements in the Philippines. *Marine Policy*, 34(2), 298–308.
- Pornprasit, P., & Rurkkhum, S. (2019). Performance evaluation of community-based ecotourism: A case study in Satun Province, Thailand. *Journal of Ecotourism*, 18(1), 42–59. Doi: 10.1080/14724049.2017.1379529
- Putri, F. R. D., Satria, A., & Saharuddin, S. (2020). Pengelolaan berbasis masyarakat sasi Laut Folley dan dinamika pengelolaan berbasis masyarakat. *Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam Dan*

Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management), 10(1), 111–123.

- Qodir, F., Mauludiyah, Maisaroh, D. S., Violando, W. A., Johan, O., Idris, Buhari, N., & Waspodo, S. (2023). Zoning effectiveness of marine nature reserve conservation areas (SAP) Raja Ampat Islands against coral reef protection. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 420–431. Doi: 10.29303/jbt.v23i1.4623
- Queiroz, R. E., Guerreiro, J., & Ventura, M. A. (2014). Demand of the tourists visiting protected areas in small oceanic islands: The Azores case-study (Portugal). *Environment, Development and Sustainability*, 16, 1119–1135.
- Retraubun, A. S. W. (2003, 17–18 Desember 2003). *Kebijakan dan strategi pemberdayaan pulau-pulau kecil* [Presentasi makalah].
- Rosalina, D., Awaluddin, A., & Putri, W. M. (2022). Pemantauan kondisi lamun di taman wisata perairan (TWP) Laut Banda, Kecamatan Banda, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 15(1), 8–14. <https://doi.org/10.21107/jk.v15i1.13240>
- Rustiadi, E. (2018). *Perencanaan dan pengembangan wilayah*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia
- Sairiltiata, S. (2023). Eksistensi sasi perempuan sebagai kearifan lokal adat dan budaya di Desa Moning Pulau Wetar Kecamatan Wetar Timur Kabupaten Maluku Barat Daya. *Indonesia Journal of Business Law*, 2(2), 47–57. Doi: 10.47709/ijbl.v2i2.2317
- Samudra, K. (2010). *Pola pengelolaan gugusan pulau-pulau kecil di kawasan Kapoposan yang berkelanjutan* [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Sanjatmiko, P. (2018). A critical review of Hardin's tragedy of the commons model (1968): A case study of the Segara Anakan Community, Cilacap, Central Java. *Antropologi Indonesia*, 39(1), 1. Doi: 10.7454/ai.v39i1.10952
- Saputra, F. X. A. (2023). *Efektivitas pengelolaan kawasan konservasi perairan daerah (KKPD) Selat Dampier Kabupaten Raja Ampat* [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.

- Sarapil, C. I., Mozes, G. N., Kumaseh, E. I., Ikhtiangung, G. N., Puspaputri, E., & Dalonto, M. S. (2020). Potret masyarakat nelayan pesisir di Pulau Kalama Kecamatan Tatoareng Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Akulturası: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 8(2), 147–155. Doi: <https://doi.org/10.35800/akulturası.8.2.2020.30647>
- Schismenos, S., Zaimis, G. N., Iakovoglou, V., & Emmanouloudis, D. (2019). Environmental sustainability and ecotourism of riparian and deltaic ecosystems: Opportunities for rural Eastern Macedonia and Thrace, Greece. *International Journal of Environmental Studies*, 76(4), 675–688. Doi: 10.1080/00207233.2018.1510579
- Shaw, K. (2008). *Indigeneity and political theory: Sovereignty and the limits of the political*. Routledge.
- Soehadi I. (2014). *Evaluasi kesesuaian kawasan untuk budi daya ikan kerapu: Studi kasus perairan Pulau Semujur Kabupaten Bangka Tengah* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Srinivasan, M., Kaullysing, D., Bhagooli, R., & Pratt, S. (2022). Marine tourism and the blue economy: Perspectives from the mascarene and Pacific Islands. Dalam *Blue Economy: An Ocean Science Perspective* (153–189). Springer Nature Singapore.
- Street, F. (2002). *Is to advance knowledge on them and communicate it to the public through a variety of media, but particularly a program of exhibitions and publications*. Western Australian Museum.
- Sujadmi, S., & Murtasidin, B. (2020). Perencanaan tata ruang laut: Konflik, negosiasi, dan kontestasi kepentingan ekonomi politik lokal di Bangka Belitung. *JlIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 5(2), 163–173.
- Supriatna, A., Hascaryo, B., Wisudo, S. H., Baskoro, M., & Nikijuluw, V. P. (2014). Model rantai nilai pengembangan perikanan tuna, tongkol, dan cakalang di Indonesia. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(2), 144–155.
- Suryawati, S. H., & Purnomo, A. H. (2012). Strategi dan kebijakan pengelolaan terumbu karang coremap di wilayah coral triangle di Indonesia Timur. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 2(2), 113–130. Doi: 10.15578/jksekp.v2i2.9279

- Sutrisno, E. (2021). Strategi pemulihan ekonomi pasca pandemi melalui sektor UMKM dan pariwisata. *Jurnal Lemhannas RI*, 9(1), 641–660. Doi: <https://doi.org/10.55960/jlri.v9i1.385>
- Syahrul, P., Zaki, M., Asnawi, T. M., Setiawan, I. (2015). Studi penentuan lokasi budi daya kerapu menggunakan keramba jaring apung di perairan Timur Simeulue. *Jurnal Depik*, 4(1), 40–48. Doi: 10.13170/depik.1.1.2365
- Taherong, R., Herlina, H., Kurniawan, U. T., Edison, E., & Widya, M. (2023). Bentuk adaptasi masyarakat Suku Bajo terhadap pola ruang permukiman di pesisir Desa Waburense Kecamatan Mawasangka Buton Tengah. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(3), 10205–10218. Doi: <https://doi.org/10.31004/innovative.v3i3.3362>
- Thébaud, O., Nielsen, J. R., Motova, A., Curtis, H., Bastardie, F., Blomqvist, G. E., Dures, F., Goti, L., Holzer, J., Innes, J., Muench, A., Murillas, A., Rosa, R., Thunberg, E., Villasante, S., Virtanen, J., Waldo, S., Agnarsson, S., Castilla-Espino, D., Curtin, R., ... & Vastenhoud, B. M. J. (2023). Integrating economics into fisheries science and advice: progress, needs, and future opportunities. *ICES Journal of Marine Science*, fsad005. Doi: 10.1093/icesjms/fsad005
- Thomas, H. L., Macsharry, B., Morgan, L., Kingston, N., Moffitt, R., Stanwell-Smith, D., & Wood, L. (2014). Evaluating official marine protected area coverage for Aichi Target 11: Appraising the data and methods that define our progress. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(S2), 8–23. Doi:10.1002/aqc.2511
- Thurber, K. A., Brinckley, M. M., Jones, R., Evans, O., Nichols, K., Priest, N., Guo, S., Williams, D. R., Gee, G. C., Joshy, G., Banks, E., Thandrayen, J., Baffour, B., Mohamed, J., Calma, T., & Lovett, R. (2022). Population-level contribution of interpersonal discrimination to psychological distress among Australian Aboriginal and Torres Strait Islander adults, and to Indigenous–non-Indigenous inequities: Cross-sectional analysis

of a community-controlled First Nations cohort study. *The Lancet*, 400(10368), 2084–2094. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01639-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01639-7)

Tom, A. P., Jayakumar, J. S., Biju, M., Somarajan, J., & Ibrahim, M. A. (2021). Aquaculture wastewater treatment technologies and their sustainability: A review. *Energy Nexus*, 4, 100022. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100022>

United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre and the International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2018). *Protected planet report 2018: Tracking progress towards global targets for protected areas*. IUCN Library System. <https://portals.iucn.org/library/node/48344>

United Nations Environment Programme, The United Nations Department of Economic and Social Affairs, & Food and Agriculture Organization. (2012). *SIDS-FOCUSED green economy: An analysis of challenges and opportunities*. United Nations Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9244>

Van Deurs, M., Jacobsen, N. S., Behrens, J. W., Henriksen, O., & Rindorf, A. (2023). The interactions between fishing mortality, age, condition and recruitment in exploited fish populations in the North Sea. *Fisheries Research*, 267, 106822. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106822>

Van de Pol, L., Van der Biest, K., Taelman, S. E., Peña, L. D. L., Everaert, G., Lucas, S. H., Culhane, F., Borja, A., Heymans, J. J., Hoey, G. V., Vanaverbeke, J., & Meire, P. (2023). Impacts of human activities on the supply of marine ecosystem services: A conceptual model for offshore wind farms to aid quantitative assessments. *Heliyon*, 9(3). Doi: 10.2139/ssrn.4265419

Walton, M. E. M., Vilas, C., Cañavate, J. P., González-Ortegón, E., Prieto, A., Van Bergeijk, S. A., Green, A. J., Libroero, M., Mazuelos, N., & Le Vay, L. (2015). A model for the future: Ecosystem services provided by the aquaculture activities of Veta la Palma,

- Southern Spain. *Aquaculture*, 448, 382–390. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.06.017
- Wardle, C., Buckley, R., Shakeela, A., & Castley, J. G. (2021). Ecotourism's contributions to conservation: Analysing patterns in published studies. *Journal of Ecotourism*, 20(2), 99–129. Doi: 10.1080/14724049.2018.1424173
- Wilson, J. R., & Green, A. (2009). *Metode pemantauan biologi untuk menilai kesehatan terumbu karang dan efektifitas pengelolaan kawasan konservasi laut di Indonesia (Versi 1.0, No. 1/09) [Laporan]*.
- Wever, L., Krause, G., Buck, B. H. (2015). Lessons from stakeholder dialogues on marine aquaculture in offshore wind farms: Perceived potentials, constraints and research gaps. *Journal Marine Policy*. 51 (3–4), 251–259. Doi: 10.1016/j.marpol.2014.08.015
- Yulianda, F. (2019). *Ekowisata perairan suatu konsep kesesuaian dan daya dukung wisata bahari dan wisata air tawar*. IPB Press.
- Yusuf, M. (2013). *Analisis kesesuaian lokasi untuk budi daya laut berkelanjutan di kawasan Taman Nasional Karimunjawa* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Zhang, H. (2021). Understanding the tragedy of the commons in the South China Sea fisheries: The prisoner's dilemma model revisited. *Marine Policy*, 125, 104376. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104376>



BAGIAN 5

Isu Global dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



BAB 16

Sampah Laut dari Aktivitas Penangkapan Ikan: Komposisi, Dampak, dan Penanganannya

Ilham Zulfahmi

A. Polusi Sampah Laut di Indonesia

Perhatian global terhadap polusi sampah laut terus meningkat, terutama dalam dua dekade terakhir. Setiap tahunnya, diperkirakan lebih dari 30 metrik ton sampah berjenis plastik masuk mencemari lautan (Meijer et al., 2021). Di samping itu, sampah laut juga telah dilaporkan terdistribusi pada berbagai kawasan spasial laut, mulai dari kawasan ekuator hingga kawasan kutub (Barnes & Milner, 2005; Figueroa-Pico et al., 2016). Sampah laut juga ditemukan pada berbagai stratifikasi lapisan, mulai dari permukaan laut hingga dasar laut dalam (Lebreton et al., 2017; Woodall et al., 2014).

Sumber utama polusi sampah laut berasal dari hasil samping aktivitas-aktivitas antropogenik, seperti aktivitas pariwisata, aktivitas

I. Zulfahmi

Universitas Syiah Kuala, *e-mail*: ilham.zulfahmi@usk.ac.id

© 2023 Editor & Penulis

Zulfahmi, I. (2023). Sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan: Komposisi, dampak, dan penanganannya. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (595–636). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c767 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

rumah tangga, aktivitas industri, dan aktivitas penangkapan ikan. Hasil penelitian dari Hayati et al. (2020) mengungkapkan adanya korelasi positif antara jumlah pengunjung dan meningkatnya jumlah sampah di kawasan wisata pesisir. Sebagai contoh, 54% dari total polusi sampah di kawasan wisata pesisir Pulau Tidung Jakarta dilaporkan bersumber dari ketidakpedulian pengunjung terhadap sampah yang dihasilkan (Hayati et al., 2020).

Padatnya aktivitas rumah tangga di sekitar pesisir ikut ditengarai sebagai sumber polusi sampah di laut. Hasil penelitian Cordova dan Nurhati (2019) mengungkapkan bahwa laut di sekitar kawasan padat penduduk cenderung lebih rentan mengalami polusi sampah. Aktivitas industri dilaporkan menyumbang sekitar 2,1% polusi sampah laut di bagian selatan Pulau Belize, Amerika (Blanke et al. 2021). Polusi sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan umumnya berasal dari sampah sisa perbekalan, perlengkapan pendukung, dan alat penangkapan ikan (Sciutteri et al., 2023; Yenici & Turkoglu, 2023). Hasil penelitian Purba et al. (2017) mengungkapkan bahwa sampah yang ditemukan di perairan Pulau Biawak, Jawa Barat, mayoritas berasal dari aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan. Hasil penelitian lain mengungkapkan bahwa sebanyak 98% sampah laut di perairan Amerika Selatan berasal dari aktivitas penangkapan ikan, dan hanya 2% yang berasal dari pariwisata/masyarakat pesisir (Farias et al., 2018).

Sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, perairan laut Indonesia memiliki potensi perikanan tangkap yang sangat menjanjikan (Arianto, 2020; Badan Pusat Statistik [BPS], 2021). Potensi sumber daya perikanan laut Indonesia mencapai 12,01 juta ton per tahun, yang meliputi ikan pelagis besar, pelagis kecil, demersal, udang peneaid, lobster, dan cumi-cumi (Arianto, 2020; Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Sayangnya, polusi sampah di perairan laut Indonesia berpotensi menimbulkan dampak negatif yang dapat mengurangi hasil tangkapan ikan, merusak ekosistem laut, dan menghambat perekonomian masyarakat pesisir (Prasetiawan et al., 2022). Jambeck et al. (2015) mengatakan, saat ini Indonesia merupakan negara peringkat dua dunia penghasil sampah laut (mencapai 187,2 juta ton).

Polusi sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan di Indonesia sangat berpotensi terjadi, mengingat tingginya jumlah unit penangkapan ikan yang beroperasi di perairan laut (mencapai 1.004.060 unit penangkapan pada tahun 2021) (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021). Di samping itu, hasil penelitian Irawan et al. (2020) mengungkapkan bahwa mayoritas nelayan Indonesia masih belum memiliki kesadaran dan kurang teredukasi dalam hal pengelolaan sampah saat melakukan aktivitas penangkapan ikan. Sejauh ini ulasan terkait polusi sampah laut yang berasal dari aktivitas penangkapan ikan di Indonesia masih jarang diungkap. Oleh karena itu, bab ini mengkaji pentingnya upaya memetakan komposisi dan dampak polusi sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan di Indonesia agar dapat menjadi landasan untuk menyusun strategi penanganan sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan.

B. Komposisi Jenis Sampah Laut dari Aktivitas Penangkapan Ikan

Pengelompokan sampah dari aktivitas penangkapan ikan dapat mengacu pada panduan yang telah ditetapkan oleh panduan United Nations Environment Programme (UNEP, 2009). Dalam panduan ini, sampah dikelompokkan berdasarkan jenis bahan, jenis sampah, serta kaitannya dengan aktivitas penangkapan ikan, diikuti dengan pemberian kode. Jenis bahan sampah digolongkan ke dalam delapan kategori, sedangkan jenis sampah digolongkan ke dalam sembilan kategori (Gambar 16.1). Panduan ini telah digunakan untuk menggambarkan komposisi sampah pada berbagai kawasan pesisir dan laut, meliputi kawasan pesisir Pulau Biawak, Jawa Barat (Purba et al., 2017), kawasan Ekowisata Mangrove Kupang Nusa Tenggara Timur (Paulus et al., 2020), Kerala India (Daniel et al., 2020), Laut Mediterania (Saladié & Bustamante, 2021), dan Teluk Manado (Lasut et al., 2021).

Sejauh ini, publikasi sajian data komposisi jenis sampah dari aktivitas penangkapan ikan mengacu pada panduan UNEP

di Indonesia masih sangat jarang. Irawan et al. (2020) pernah menganalisis komposisi sampah dari aktivitas penangkapan ikan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu. Walaupun demikian, pengelompokan sampahnya masih dilakukan secara acak. Oleh karena itu, kami melakukan proyek percontohan analisis komposisi jenis sampah dari aktivitas penangkapan ikan mengacu pada panduan UNEP di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Pantai Labu, Deli Serdang, Sumatra Utara, Indonesia.

Koleksi data komposisi sampah dilakukan dengan memberikan wadah plastik berukuran besar (65×75 cm) kepada nakhoda atau anak buah kapal disertai dengan instruksi untuk mengumpulkan sampah-sampah selama aktivitas penangkapan ke dalam wadah plastik yang telah disediakan. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 25% dari populasi (jika populasi >100) dan dipilah berdasarkan jenis alat tangkap. Perincian komposisi sampel meliputi 95 kapal jaring insang, 20 kapal pukat cincin, 49 kapal pancing ulur, dan 47 kapal lampara dasar. Sampah yang diperoleh kemudian dipilah berdasarkan kategori yang ada dalam panduan untuk kemudian ditimbang dan dihitung persentasenya. Parameter pendukung lainnya yang perlu untuk diperoleh meliputi jumlah anak buah kapal dalam kapal penangkap ikan, lama trip melaut (hari), jumlah trip melaut dalam satu bulan, serta jarak menuju daerah penangkapan (mil).

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa sampah laut berbahan plastik memiliki persentase yang dominan jika dibandingkan dengan bahan lainnya. Unit penangkapan ikan pancing ulur memiliki tiga kategori jenis bahan sampah (logam, kertas dan kardus, serta plastik), sedangkan sisanya hanya memiliki dua kategori jenis bahan sampah saja (kertas dan kardus, serta plastik) (Gambar 16.1). Persentase plastik tertinggi terdapat pada unit penangkapan dengan alat tangkap jaring insang (77%), diikuti dengan lampara dasar (76%), pancing ulur (63%), dan pukat cincin (57%) (Gambar 16.2). Dominansi sampah laut dari plastik juga ikut dilaporkan karena mencemari perairan Chennai, pantai timur India (Arun Kumar et al., 2019). Selain dari aktivitas penangkapan ikan, tingginya persentase



Sumber: UNEP (2009)

Gambar 16.1 Pengelompokan Sampah Laut (kiri) dan Sampah Plastik (kanan) Berdasarkan Panduan UNEP

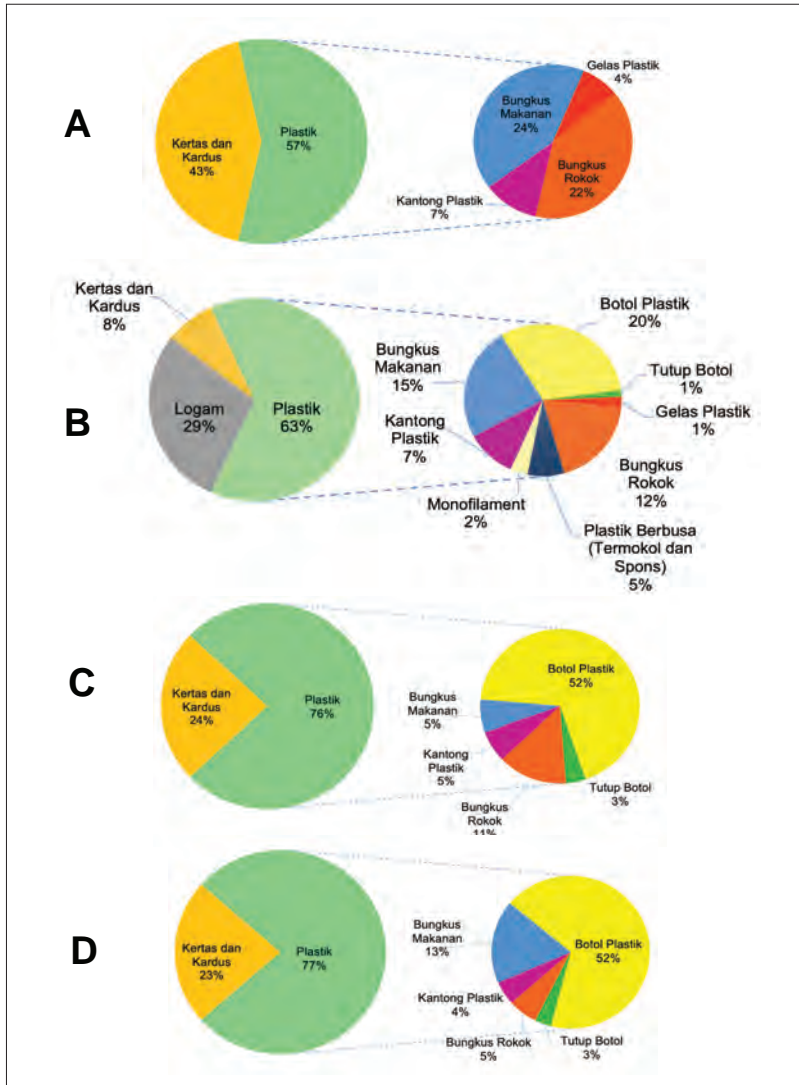
komposisi sampah dari jenis plastik juga terjadi melalui aktivitas pariwisata pesisir (Paulus et al., 2020).

Berdasarkan jenis sampah plastiknya, unit penangkapan ikan pancing ulur memiliki komposisi jenis sampah plastik lebih tinggi daripada unit penangkapan ikan dengan alat tangkap lainnya (Gambar 16.2). Botol plastik menjadi jenis sampah plastik dominan pada unit penangkapan menggunakan jaring insang, lampara dasar, dan pancing ulur, sedangkan pada unit penangkapan pukat cincin, jenis sampah plastik dari bungkus makanan dan bungkus rokok lebih mendominasi (Gambar 16.2). Sampah yang berkaitan dengan aktivitas penangkapan ikan hanya ditemukan pada unit penangkapan pancing ulur berupa monofilamen yang biasa dijadikan sebagai benang

pancing. Unit penangkapan ikan pancing ulur memiliki jumlah berat sampah tertinggi per trip penangkapan, yaitu sebesar 863,02 g/trip penangkapan diikuti dengan unit penangkapan ikan pukat cincin (445,45 g/trip penangkapan), lampara dasar (128,29 g/trip penangkapan), dan jaring insang (126,44 g/trip penangkapan) (Tabel 16.2).

Komposisi sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah anak buah kapal, lama melaut, jarak melaut, dan jumlah trip penangkapan dalam satu bulan. Unit penangkapan ikan pukat cincin yang beroperasi di PPI Pantai Labu, Deli Serdang, memiliki jumlah kisaran anak buah kapal antara 10–12 orang. Dengan jumlah sebanyak itu biasanya nelayan menggunakan galon air minum untuk menyimpan air selama aktivitas penangkapan ikan. Berbeda halnya dengan unit penangkapan ikan dengan alat penangkapan lainnya, terutama lampara dasar dan jaring insang yang hanya memiliki jumlah anak buah penangkapan ikan antara 1–3 orang. Perbekalan air minum biasanya dipenuhi dengan membeli air botol mineral berukuran 1,5 liter dan air mineral dalam kemasan gelas. Kedua jenis perbekalan air minum ini digunakan hanya untuk sekali pakai sehingga berdampak pada meningkatnya jumlah sampah plastik dari jenis botol plastik, gelas plastik, dan tutup botol.

Lama dan jarak melaut juga ikut memengaruhi komposisi dan jumlah sampah laut yang dihasilkan. Unit penangkapan ikan dengan zona penangkapan ikan yang jauh umumnya memiliki durasi penangkapan lebih lama. Hal ini berdampak pada bertambahnya jumlah dan jenis perbekalan. Hasil observasi menunjukkan bahwa unit penangkapan ikan pancing ulur di PPI Pantai Labu, Deli Serdang, memiliki durasi melaut dan jarak melaut yang lebih tinggi daripada unit penangkapan ikan dengan alat tangkap lainnya (Tabel 16.1). Hal ini berdampak pada lebih variatifnya jenis bahan dan jenis sampah yang dihasilkan. Sampah dari jenis bahan logam diperoleh pada unit penangkapan ikan pancing ulur. Bahan logam tersebut berasal dari kaleng sarden dan kaleng susu (Gambar 16.3).



Keterangan: (A) Pukat Cincin, (B) Pancing Ulur, (C) Lampara Dasar, (D) Jaring Insang.

Gambar 16.2 Komposisi sampah dari aktivitas penangkapan ikan berdasarkan jenis alat tangkap.



Keterangan: (A) Kantong Plastik; (B) Bungkus Makanan; (C) Botol Plastik; (D) Tutup Botol; (E) Gelas Plastik; (F) Bungkus Rokok; (G) Plastik Berbusa; (H) Monofilamen/Benang Pancing; (I) Logam/Kaleng; (J) Kardus
Foto: Ilham Zulfahmi (2022)

Gambar 16.3 Beberapa Contoh Jenis Sampah dari Aktivitas Penangkapan Ikan di PPI Pantai Labu, Deli Serdang

C. Estimasi Jumlah Sampah Laut dari Aktivitas Penangkapan Ikan

Estimasi jumlah sampah laut bulanan dari aktivitas penangkapan ikan di sebuah pelabuhan perikanan dapat diukur dengan melakukan perkalian antara jumlah populasi unit penangkapan, jumlah berat sampah per trip penangkapan, dan jumlah trip penangkapan dalam satu bulan. Makin besar jumlah unit penangkapan dan makin banyak jumlah trip yang dilakukan dalam satu bulan, akan berdampak pada makin tingginya jumlah sampah laut yang dihasilkan. Hasil observasi menunjukkan bahwa jumlah sampah laut yang dihasilkan

dari aktivitas penangkapan ikan di PPI Pantai Labu, Deli Serdang, mencapai 2,97 ton sampah/bulan. Proporsi terbesar disumbang oleh unit penangkapan ikan pancing ulur, yaitu sebesar 1 ton/bulan, sedangkan proporsi terkecil terdapat pada unit penangkapan ikan pukat cincin yaitu sebesar 213,8 kg/bulan (Tabel 16.2).

Tabel 16.1 Nilai Kisaran dan Rata-rata Jumlah Anak Buah Kapal, Lama Melaut, dan Jarak Melaut per Unit Penangkapan Ikan yang Ada di PPI Pantai Labu, Deli Serdang

Alat Tangkap	ABK (Individu)		Lama Melaut (Hari)		Jarak Melaut (Mil)	
	Kisaran	Rata-rata \pm STD	Kisaran	Rata-rata \pm STD	Kisaran	Rata-rata \pm STD
Pukat Cincin	10–12	10,8 \pm 0,69	1–2	1,3 \pm 0,47	1–2	1,55 \pm 0,51
Pancing Ulur	2–6	4,2 \pm 0,79	2–5	3,7 \pm 0,91	15–31	25,79 \pm 4,9
Lampara Dasar	1–3	2,0 \pm 0,73	1–2	1,2 \pm 0,44	0,5–2	1,25 \pm 0,58
Jaring Insang	1–2	1,4 \pm 0,50	1–2	1,4 \pm 0,49	1–3	1,62 \pm 0,68

Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan di PPI Pantai Labu, Deli Serdang, diketahui bahwa mayoritas nelayan masih memilih untuk membuang sampah yang dihasilkan ke laut daripada membawanya kembali ke pelabuhan. Beberapa unit penangkapan ikan juga terlihat tidak memiliki tempat pembuangan sampah sementara yang diletakkan di atas kapal. Aktivitas membuang sampah ke laut oleh nelayan juga dilaporkan terjadi di beberapa wilayah di Indonesia, meliputi PPN Pelabuhan Ratu (Irawan et al., 2020); Gampong Panggong, Meulaboh (Musnadi et al., 2020); dan Saramaake, Halmahera Timur (Sulistiono et al., 2018).

Tabel 16.2 Estimasi Jumlah Sampah Bulanan dari Aktivitas Penangkapan Ikan di PPI Pantai Labu, Deli Serdang

Alat tangkap	Jumlah Populasi (Unit)	Rata-Rata Berat Sampah (g)	Rata-rata Trip/bulan	Total (g)
Pukat Cincin	20	445,45	24	213.816
Pancing Ulur	195	863,02	6	1.009.733,40
Lampara Dasar	185	128,29	23	545.873,95
Jaring Insang	380	126,44	25	1.201.180
Total				2.970.603,35

Sumber: Hasil Penelitian Penulis (2022)

D. Dampak Polusi Sampah Laut

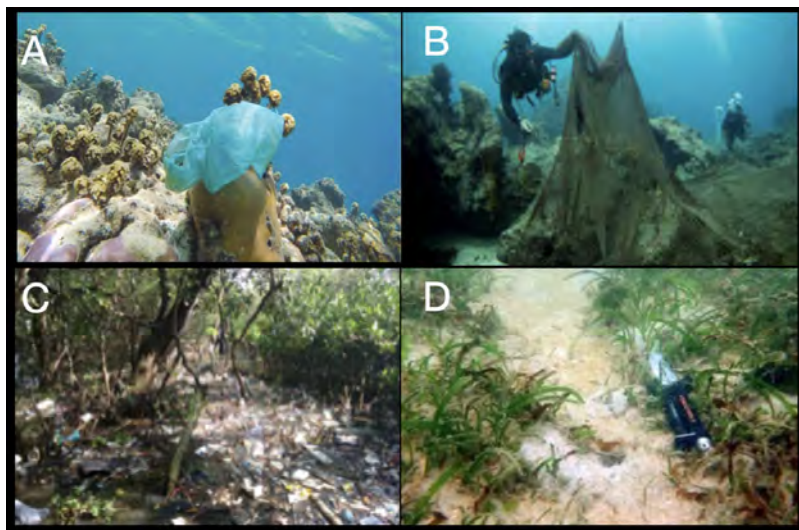
Berikut ini dibahas berbagai macam dampak negatif yang ditimbulkan dari polusi sampah laut.

1. Dampak terhadap Terumbu Karang, Mangrove, dan Lamun

Tingginya jumlah sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan sangat berpotensi menimbulkan dampak pada berbagai sektor, seperti dampak terhadap ekosistem dan biota laut, dampak terhadap hasil tangkapan dan ekonomi, dampak terhadap kesehatan manusia, serta dampak terhadap sosial dan budaya. Ekosistem dan biota laut adalah salah satu komponen yang mengalami dampak langsung akibat polusi sampah laut. Dampak yang ditimbulkan dapat terjadi baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Beberapa peneliti telah mengungkapkan dampak negatif polusi laut terhadap beberapa ekosistem yang ada di laut, seperti terumbu karang, mangrove, dan padang lamun (Gambar 16.4).

Sejumlah penelitian telah mengungkapkan adanya cemaran sampah laut pada beberapa ekosistem terumbu karang di Indonesia, yaitu di Sekotong, Nusa Tenggara Barat (Cordova & Nurhati, 2019); Kepulauan Seribu Jakarta (Assuyuti et al., 2018); dan Taman Nasional Laut Karimun Jawa (Muchlissin et al., 2020). Hasil penelitian Edward et al. (2020) melaporkan adanya korelasi positif antara polusi sampah laut dan kerusakan terumbu karang di Teluk Mannar, India.

Jenis sampah laut dominan yang ditemukan pada ekosistem terumbu karang berupa jaring ikan sebesar 43,17%. Dampak yang ditimbulkan berupa meningkatnya fragmentasi di daerah terumbu karang yang disertai dengan tingginya prevalensi penyakit pada terumbu karang. Probabilitas karang untuk terserang penyakit akibat polusi sampah laut, terutama plastik, dapat meningkat hingga 89% (Lamb et al., 2018). Di samping itu, keberadaan sampah plastik di ekosistem terumbu karang dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan terumbu karang (Assuyuti et al., 2018).



Keterangan: (A) dan (B) Sampah Laut pada Ekosistem Terumbu Karang; (C) Ekosistem Mangrove; (D) Ekosistem Lamun

Sumber: (A) ReefCause (2021); (B) Reuters (2015); (C) Riski (2015); (D) Jilian (2017)

Gambar 16.4 Contoh Polusi Sampah Laut

Polusi sampah plastik pada ekosistem mangrove telah dilaporkan terjadi di beberapa wilayah Indonesia meliputi Dumai (Siregar et al., 2023), Perancak, Bali (Yunanto et al., 2021) serta Mempawah, Kalimantan Barat (Simamora et al., 2020); dan Ambon (Manullang, 2020). Hasil penelitian Manullang (2020) melaporkan bahwa kepadatan sampah plastik di kawasan ekosistem mangrove Teluk Ambon dengan kepadatan berkisar antara 10 ± 4 item/m² hingga 230 ± 75 item/m². Polusi plastik berkorelasi signifikan dengan degradasi kesehatan ekosistem mangrove, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sampah plastik dapat menjadi vektor kolonisasi mikroba patogen, baik bagi mangrove maupun biota akuatik di sekitarnya.

Dibanding dengan dua ekosistem sebelumnya, kasus polusi sampah laut pada ekosistem lamun di wilayah Indonesia masih jarang diungkap. Umumnya sampah plastik di ekosistem lamun membawa

dampak bagi biota lain yang berasosiasi dengan tumbuhan lamun. Sebaran sampah plastik dapat mengurangi intensitas cahaya yang diterima lamun serta berdampak pada proses fotosintesis. Sebuah penelitian dari Lestari et al. (2021) melaporkan adanya polusi sampah laut dari jenis plastik di ekosistem lamun Pulau Panjang, Jawa Tengah. Sebanyak 93 partikel mikroplastik ditemukan dari tujuh titik sampling dengan komposisi fragmen sebesar 54,83%, fiber 36,56%, dan film 8,6%. Keberadaan mikroplastik di ekosistem lamun akan meningkatkan peluang kontaminasi terhadap biota akuatik yang berasosiasi dengan padang lamun, terutama biota akuatik yang bersifat herbivora. Hasil penelitian Remy et al. (2015) melaporkan adanya keberadaan mikroplastik di saluran pencernaan makrofauna yang hidup di ekosistem lamun. Selain menjadi ancaman bagi konservasi, polusi sampah laut juga berdampak pada degradasi habitat dan berkurangnya fungsi ekosistem. Akumulasi sampah menghambat pertukaran gas pada sedimen yang menyebabkan berkurangnya oksigen dalam sedimen (Derraik, 2002).

Menurut Kiessling et al. (2015), sampah di laut mempercepat invasi spesies asing (*invasive species*) yang berpotensi terbawa ke ekosistem lain. Meskipun kasusnya masih jarang ditemukan, beberapa ilmuwan meyakini adanya potensi instruksi spesies invasif akibat dari sampah laut (Barnes & Milner, 2005; De Tender et al., 2015; Gregory, 2009; Galgani et al., 2015). Masuknya spesies asing akan menjadi pendorong utama perubahan ekologis yang mengancam keanekaragaman hayati. Hasil penelitian Umar et al. (2013) melaporkan bahwa spesies invasif cenderung memangsa spesies asli yang berukuran kecil/*smaller prey*.

Beberapa dampak dari intruksi spesies invasif telah dirangkum oleh Kiessling (2015) meliputi 1) perubahan fisik habitat yang berakibat pada hilangnya habitat asli; 2) perubahan sifat kimiawi perairan, meliputi perubahan konsentrasi mineral dan turbiditas; 3) penurunan keragaman spesies asli serta perubahan interaksi struktur trofik; 4) menurunnya populasi spesies asli karena kompetisi makanan dan serangan patogen yang terbawa oleh spesies invasif; dan (5) hilangnya pembawaan genetik karena proses hibridisasi dan introgesi.

2. Dampak terhadap Organisme Ikan

Kontaminasi mikroplastik dilaporkan telah mengganggu kesehatan dan pertumbuhan ikan hingga menyebabkan kematian. Kontaminasi mikroplastik telah mengurangi kemampuan berburu makanan dan mengganggu proses metabolisme ikan melalui penipisan glikogen dan perubahan ekspresi gen (de Sá et al., 2015; Rochman et al., 2013). Gangguan pertumbuhan pada ikan yang terkontaminasi mikroplastik muncul akibat perubahan alokasi energi bagi pertumbuhan menjadi peruntukan lainnya, seperti mengatasi peradangan (Von Moos et al., 2012), gangguan sistem endokrin (Rochman et al., 2015), penyesuaian fungsi hati, dan penyerapan makanan (Lu et al., 2016; Rochman et al., 2013). Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Naidoo dan Glassom (2019) berhasil melihat adanya keterlambatan pertumbuhan panjang yang signifikan pada *glassfish* (*Ambassis dussumieri*) setelah terpapar mikroplastik selama 3 bulan. Di bidang reproduksi, kontaminasi mikroplastik pada tiram (*Crassostrea gigas*) dilaporkan telah berdampak negatif terhadap proses gametogenesis, kualitas gamet dan oosit, fekunditas, produksi telur, serta kecepatan berenang sperma (Sussarellu et al., 2016).

Sampah laut berpotensi dikonsumsi dan menjerat biota-biota laut dilindungi, seperti penyu, dugong, lumba-lumba, dan paus. Biota tersebut tidak sengaja mengonsumsi sampah laut, terutama sampah plastik dikarenakan bentuknya yang dianggap menyerupai makanannya. Konsumsi sampah laut pada lebih dari 111 spesies burung laut, 31 spesies mamalia laut, dan 26 spesies Cetacea telah dilaporkan di berbagai lokasi (Allsopp et al., 2006). Konsumsi sampah laut terutama plastik dapat menimbulkan luka dan ulserasi pada saluran pencernaan, seperti infeksi, penyumbatan mekanis, berkurangnya kapasitas reproduksi, serta malnutrisi akibat rasa kenyang palsu (Derraik, 2002; Gregory, 2009; OSPAR, 2009). Sampah laut terutama yang berasal dari alat tangkap dapat menjerat hewan-hewan laut. Sejauh ini, lebih dari 130 spesies hewan laut di Eropa termasuk 6 spesies penyu, 51 spesies burung laut, dan 32 spesies mamalia laut tercatat telah terkena jeratan jaring (Ten Brink et al.,

2009). Di Indonesia, contoh kasus terkait fenomena tersebut adalah ditemukannya ikan paus mati dengan perut berisi 5,9 kg sampah plastik di Wakatobi (Wismabrata, 2018).

3. Dampak terhadap Hasil Tangkapan dan Konflik Pengelolaan

Polusi sampah laut ikut memberikan dampak penurunan hasil tangkapan yang diikuti dengan dampak ekonomi lainnya. Penurunan hasil tangkapan akibat polusi sampah laut telah dilaporkan di beberapa wilayah Indonesia, di antaranya di Kuala Langsa, Aceh (Fauzi et al., 2022) dan Jakarta (Sagita et al., 2022). Hasil penelitian Sagita et al. (2022) melaporkan adanya penurunan hasil tangkapan di tahun 2019–2022 pada nelayan 10 GT sebesar 8,9% (dari 1.119 kg menjadi 1.013 kg) akibat polusi sampah plastik. Di samping itu, polusi sampah laut telah mengakibatkan nelayan harus mencari lokasi penangkapan alternatif yang bebas dari sampah yang lebih jauh dari lokasi sebelumnya. Hal ini berdampak pada meningkatnya biaya produksi penangkapan ikan. Polusi sampah juga mengakibatkan kerusakan baling-baling kapal yang ikut berdampak pada meningkatnya biaya perawatan.

Selain meningkatkan biaya pemeliharaan, hal ini juga ikut menurunkan probabilitas untuk mendapatkan hasil tangkapan yang tinggi. Hasil penelitian Fauzi et al. (2022) melaporkan adanya penurunan nilai ekonomis di Kuala Langsa akibat polusi sampah, dari Rp657.563.000,00 pada tahun 2017 menjadi Rp603.305.000,00 pada tahun 2021 (Fauzi et al., 2022). Sementara itu, penurunan nilai hasil tangkapan akibat polusi sampah sebesar 38% atau dari Rp2.001.500,00 per trip menjadi Rp1.297.611,90 per trip terjadi pada nelayan 0 GT di Jakarta (Sagita et al., 2022).

Berkurangnya hasil tangkapan akibat sampah laut berpotensi menimbulkan konflik antarnelayan. Satria (2002) mengungkapkan, ada empat jenis konflik yang mungkin terjadi antar nelayan akibat penurunan hasil tangkapan, yaitu sebagai berikut.

- 1) Konflik kelas, yaitu konflik yang terjadi antarnelayan dari lintas kelas sosial untuk memperebutkan wilayah penangkapan yang masih potensial.
- 2) Konflik orientasi, yaitu konflik antarnelayan terkait cara memanfaatkan sumber daya. Hasil tangkapan yang berkurang akan memicu nelayan menggunakan alat tangkap ikan tidak ramah lingkungan sebagai upaya meningkatkan kembali hasil tangkapannya. Hal ini akan memicu konflik dengan nelayan yang masih menggunakan alat tangkap ikan ramah lingkungan.
- 3) Konflik agraria, yaitu konflik perebutan kekuasaan yang bisa terjadi baik antarkelas maupun interkelas nelayan. Akibat penurunan hasil tangkapan, sebagian nelayan akan memulai mencari jenis pekerjaan lain sebagai penopang hidup. Jika tidak mampu dikelola dengan baik, hal ini akan berpotensi menciptakan konflik dengan pihak eksternal lainnya, seperti pedagang ikan, pembudidaya ikan, dan industri pengolahan.
- 4) Konflik primordial, yaitu konflik yang berkaitan dengan identitas, etnik, asal daerah, dan sebagainya yang juga dapat dipicu oleh penurunan hasil tangkapan dan pendapatan dari melaut.

Menurunnya hasil tangkapan nelayan di suatu kawasan laut akibat polusi sampah plastik akan membuat nelayan mencari daerah penangkapan ikan lainnya yang sangat mungkin mengakibatkan konflik dengan nelayan yang sudah melakukan aktivitas penangkapan ikan di kawasan tersebut sebelumnya. Hal tersebut pernah dilaporkan terjadi di Kecamatan Tombariri melalui penelitian oleh Zalukhu et al. (2017). Di samping itu, menurunnya pendapatan nelayan akan memaksa mereka untuk mencari alternatif pekerjaan demi memenuhi kebutuhan sehari-harinya (*survival strategy*). Dari sudut pandang pengelolaan perikanan, menurunnya minat masyarakat untuk menjadi nelayan disebabkan kurangnya pendapatan dan kesejahteraan yang diperoleh merupakan suatu ancaman terhadap produktivitas

perikanan di masa mendatang. Ditambah lagi, tidak sedikit nelayan yang mengambil jalan pintas dalam memperoleh pendapatan seperti melalui jalur kriminalitas. Sejauh ini banyak laporan kriminalitas yang dilakukan nelayan dengan motif tidak mampu mendapatkan pendapatan yang layak dari aktivitas penangkapan ikan.

Persebaran sampah laut juga berdampak pada perubahan sikap dan karakter nelayan. Sebagai contoh, banyaknya kasus dugong mati akibat terikat dengan sampah laut membuat nelayan terpaksa untuk memutilasi dugong sebagai upaya untuk menyembunyikan bangkai tersebut. Perilaku ini didasari oleh aturan yang menyatakan bahwa jika nelayan ditemukan telah menangkap dugong atau manate, mereka akan didenda berdasarkan sejumlah undang-undang perlindungan spesies dan usaha mereka akan ditutup atau disuruh pindah ke lokasi baru, yang semuanya merupakan risiko kehilangan waktu dan uang (Owen et al., 2017)

4. Dampak terhadap Kesehatan Pengonsumsi Ikan

Beredarnya informasi terkait hasil tangkapan ikan konsumsi yang mengandung mikroplastik dan potensi bahayanya bagi kesehatan manusia ikut menimbulkan perasaan waswas di kalangan pembeli yang berdampak pada menurunnya tingkat penjualan dan konsumsi ikan. Seorang warga di kota Maluku menemukan plastik dengan panjang 18 cm dan lebar 2 cm dalam saluran pencernaan ikan cakalang. Hal ini kemudian menjadi viral serta menimbulkan kecemasan di kalangan masyarakat untuk mengonsumsi ikan dari laut sekitar (Herin, 2021)

Sampah laut berbahan plastik akan terdegradasi menjadi ukuran lebih kecil yang kemudian lebih dikenal sebagai mikroplastik dan nanoplastik. Peristiwa penguraian ini dapat terjadi baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Mikroplastik dan nanoplastik akan mengontaminasi biota akuatik, terutama melalui sistem rantai makanan. Bahkan beberapa jenis ikan konsumsi di Indonesia telah dilaporkan terkontaminasi mikroplastik, di antaranya Bawis (*Siganus canaliculatus*) sebanyak 57 partikel/individu, ikan lemuru protolan

(*Sardinella lemuru*) sebanyak 15 partikel/individu, ikan kakap merah (*Lutjanus malabaricus*) sebanyak 7,86 partikel/individu, dan ikan kakap (*Lutjanus gibbus*) sebanyak 4,46 partikel/individu (Yudhantari et al., 2019; Panjaitan et al., 2021)

Konsumsi pangan yang mengandung mikroplastik dapat membawa efek negatif bagi kesehatan manusia. Mikroplastik yang terdistribusi ke jaringan tubuh manusia berpotensi menyebabkan toksisitas imun dan memicu efek samping berupa inflamasi abnormal (Wright & Kelly, 2017) serta sitotoksik tingkat sel (Schirinzi et al., 2016). Paparan kronis mikroplastik berpotensi menyebabkan ketidakstabilan genomik yang menjadi penyebab timbulnya kanker. Beberapa zat berbahaya seperti eter difenil polibromasi (PBDE), bisphenol A (BPA), nonilfenol (NP), dan oktilfenol (OP) ikut dilaporkan terkandung dalam mikroplastik. Mikroplastik di lautan juga disebut mampu mengakumulasi polutan organik persisten (POP), bifenil poliklorinasi (PCB), dan hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) yang apabila dikonsumsi akan menyebabkan gangguan endokrin, masalah reproduksi, kanker, penyakit kardiovaskular, obesitas, dan diabetes (Albergini et al., 2023). Disamping itu, biota laut yang terkontaminasi mikroplastik cenderung lebih rentan terserang bakteri patogen seperti *Vibrio* spp. *Escherichia coli*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Bacillus cereus*, dan *Aeromonas* yang apabila dikonsumsi oleh manusia bisa menimbulkan berbagai penyakit pencernaan *salmonicida* (Virsek et al., 2017).

Sejauh ini, kontaminasi mikroplastik pada darah manusia telah dilaporkan terjadi di beberapa negara (Çobanoğlu et al., 2021). Leslie et al. (2022) juga mengungkap sebanyak 77% darah pendonor di Belanda telah terkontaminasi mikroplastik. Pola konsentrasi dan jenis mikroplastik yang ditemukan bervariasi antarsampel. Konsentrasi tertinggi adalah *polyethylene terephthalate* (PET) yaitu sebanyak 50% dari total donor yang diuji, diikuti oleh *polystyrene* (PS) sebanyak 36%, *polietilena* (PE) sebanyak 23%, dan *polymethyl methacrylate* (PMMA) sebanyak 5%. Wick et al. (2010) ikut melaporkan ditemukannya mikroplastik jenis polistirena berukuran 50, 80, dan 240 nm pada

plasenta manusia. Amato-Lourenco (2021) menemukan sebanyak 39 partikel mikroplastik dengan ukuran 3 mikrometer pada 11 dari 13 sampel jaringan paru-paru manusia.

5. Dampak terhadap Pariwisata Pesisir

Sampah laut berpotensi terbawa arus ke daerah pesisir pantai dan mengganggu pengelolaan kawasan wisata pantai dan pesisir. Sampah yang bertebaran akan mengurangi estetika kawasan wisata dan berpotensi mengurangi minat wisatawan. Sebuah penelitian yang dilakukan di Korea menunjukkan penurunan jumlah wisatawan sebesar 13% pada tahun 2011 dibandingkan tahun 2010 yang diduga terjadi akibat adanya polusi sampah di kawasan wisata pesisir (Jang et al., 2014). Hilangnya wisatawan berdampak signifikan pada ekonomi masyarakat pesisir, terutama mereka yang mendapatkan penghasilan dari aktivitas berjualan di sekitar pantai atau penyedia jasa angkutan bagi para wisatawan. Hasil penelitian Attamimi et al. (2015) mengungkapkan adanya penurunan tingkat pendapatan masyarakat di sekitar Pantai Kuta, Bali akibat polusi sampah. Di sisi lain, keberadaan sampah dapat mengurungkan minat investor untuk berinvestasi pada sektor pariwisata kawasan pesisir.

Penanganan sampah dengan cara yang salah juga berpotensi menimbulkan dampak negatif turunan bagi lingkungan dan masyarakat pesisir. Sejauh ini, penanganan terhadap sampah dilakukan melalui pembakaran sehingga berpotensi menimbulkan polusi udara dan gangguan pernapasan. Pembakaran sampah terutama jenis plastik akan menghasilkan polutan beracun seperti karbon monoksida, formalsida, arsenik, dan lainnya. Potensi gangguan kesehatan yang muncul meliputi batuk, mata merah, hidung perih, dan sakit kepala. Paparan dalam jangka panjang ikut berisiko menyebabkan jenis kanker, gangguan pada sistem kekebalan tubuh, serta gangguan reproduksi.

E. Strategi Penanganan Sampah Laut dari Aktivitas Penangkapan Ikan

Untuk mewujudkan visi laut yang bebas dari sampah, termasuk sampah dari aktivitas penangkapan ikan, semua pihak harus saling bersinergi dan bekerja sama mencari dan mengaplikasikan berbagai strategi baik yang bersifat preventif maupun responsif. Tanpa strategi penanganan yang efektif, diperkirakan jumlah sampah laut di tahun 2025 mencapai 170 juta ton (Astuti, 2016). Penerapan strategi tersebut seyogianya datang dari berbagai pendekatan seperti edukasi, regulasi dan penegakan hukum, bioteknologi dan inovasi, serta program bersih laut.

1. Edukasi

Edukasi merupakan langkah awal yang dapat diterapkan sebagai bagian dari strategi preventif untuk mengurangi polusi sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan. Hal ini mengingat masih banyaknya nelayan yang belum memiliki kesadaran dan pengetahuan terkait dampak negatif dari membuang sampah ke laut. Edukasi juga perlu diberikan kepada pihak terkait lainnya, seperti pemerintah setempat, pengelola pelabuhan, dan pemangku adat, sebagai landasan untuk perumusan kebijakan terkait pengelolaan sampah dari aktivitas penangkapan ikan.

Materi edukasi dapat berupa dampak negatif dari pembuangan sampah ke laut, regulasi terkait pengelolaan sampah, upaya mereduksi sampah saat melakukan aktivitas penangkapan ikan, serta pemanfaatan kembali sampah sebagai produksi bernilai ekonomis. Materi sosialisasi dapat disampaikan melalui diskusi langsung dua arah, pembuatan brosur dan spanduk, serta penyuluhan secara personal kepada setiap pemilik kapal dan nakhoda.

Edukasi pengelolaan sampah kepada nelayan telah dilakukan di beberapa wilayah di Indonesia, seperti di Pulau Lepar, Bangka Belitung (Dinata, 2015); di Pelabuhan Tanjung Tiram, Sumatra Utara (Ginting et al., 2022); dan Kota Ambon, Maluku (Tuahatu et al., 2022).

Sebagai contoh, pada tahun 2015 dilakukan edukasi pengelolaan sampah kepada 50 nelayan di Pulau Lepar, Bangka Belitung, oleh tim kuliah kerja nyata (KKN) tematik Universitas Bangka Belitung. Kegiatan ini dilatarbelakangi oleh banyak ditemukannya sampah di ekosistem terumbu karang Pantai Tanjung Labu, Pulau Lepar. Materi yang disampaikan meliputi pengelolaan sampah dan dampak sampah terhadap lingkungan dan kesehatan (Dinata, 2015). Evaluasi yang dilakukan terhadap kegiatan edukasi tersebut menunjukkan adanya perubahan pengetahuan terkait dampak negatif dari polusi sampah laut dan meningkatnya kesadaran nelayan untuk tidak membuang sampah dilaut. Di samping itu, keterampilan nelayan dalam mengurangi sampah saat melakukan aktivitas penangkapan ikan juga ikut meningkat.

2. Regulasi dan Penegakan Hukum

Penetapan regulasi dan penegakan hukum dapat dijadikan salah satu strategi preventif dan responsif untuk mengurangi polusi sampah laut. Sejauh ini beberapa regulasi mulai dari tingkat pusat hingga daerah telah dibentuk dalam rangka pengelolaan sampah di Indonesia. Pemerintah Indonesia juga telah membuat rencana aksi nasional untuk memberikan arahan strategis bagi kementerian, masyarakat, dan dunia usaha dalam rangka percepatan penanganan sampah laut hingga tahun 2025. Pada tahun 2018 telah dikeluarkan Peraturan Presiden No. 83 Tentang Pengelolaan Sampah Laut yang memuat rencana aksi nasional melalui beberapa strategi, meliputi

- 1) gerakan nasional peningkatan kesadaran para pemangku kepentingan,
- 2) pengelolaan sampah yang bersumber dari darat,
- 3) penanggulangan sampah di pesisir dan laut,
- 4) mekanisme pendanaan, penguatan kelembagaan, pengawasan, dan penegakan hukum, dan
- 5) penelitian dan pengembangan.

Beberapa daerah ikut mengeluarkan regulasi terkait pengelolaan sampah laut seperti Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo Nomor 1 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Peraturan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat Nomor 5 Tahun 2019 tentang Pengelolaan Sampah, dan Peraturan Daerah Kabupaten Penajam Paser Utara Nomor 4 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah. Beberapa strategi yang muncul dalam regulasi tersebut meliputi koordinasi dan kerja sama dengan pemerintah pusat, perangkat daerah provinsi, pemerintah kabupaten/kota, dan pihak ketiga.

Regulasi di tingkat adat terkait pengelolaan sampah, termasuk sampah laut telah diberlakukan di beberapa kawasan seperti di Kepulauan Kei, Maluku (Nirahua & Matitaputty, 2022); Banjar Tempekan, Bali (Utami & Pramana, 2023); dan Kedongan Bali (Widyastini & Dharmawan, 2013). Sebagai contoh, Pasal 49 Peraturan Adat Tanimbar Kei menyebutkan bahwa kapal atau perahu yang melintas di daerah perairan Tanimbar Kei dilarang membuang sampah di laut. Adapun sanksi-sanksi yang diberikan jika melanggar peraturan yang telah ditetapkan bervariasi antarwilayah adat. Sanksi adat yang diberikan kepada pelanggar di Banjar Tempekan Bali berupa denda sebesar Rp1.000.000/kasus. Sementara itu, pelanggar di Kepulauan Kei, Maluku, akan didenda sebesar Rp10.000/kasus. Walaupun demikian, sejauh ini informasi terkait implementasi penerapan peraturan daerah dan adat kepada nelayan atau masyarakat yang membuat sampah ke laut masih belum dijumpai. Tantangan yang dihadapi bisa saja karena kurangnya patroli yang dilakukan oleh pihak berwenang dan/atau ketidakberanian dari nelayan untuk memberikan laporan jika ditemukannya kasus pembuangan sampah di laut.

3. Bioteknologi dan Inovasi

Upaya mereduksi sampah saat melakukan aktivitas penangkapan ikan dapat dilakukan melalui beberapa kegiatan, seperti

- 1) mengurangi penggunaan barang-barang berbahan dasar plastik sekali pakai (contohnya kantong pembungkus makanan dan air kemasan yang berbentuk botol dan gelas);
- 2) beralih untuk penggunaan barang plastik sekali pakai dengan menggunakan tas jinjing atau wadah penyimpanan lainnya yang dapat dipakai berulang kali;
- 3) menyediakan tempat pembuangan sampah sementara di atas kapal yang berpotensi menghasilkan sampah, biasanya berasal dari dapur, ruang makan, kamar mandi, dan ruang terbuka sehingga penempatan sampah di tempat-tempat ini sangat disarankan;
- 4) melakukan pemilahan terhadap sampah organik dan anorganik;
- 5) menggunakan wadah air berbentuk galon menggantikan air minum dalam kemasan berbentuk botol dan gelas plastik sekali pakai.

Strategi berikutnya terkait penanganan sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan dapat menggunakan pendekatan teknologi dan inovasi. Sayangnya, pendekatan teknologi dan inovasi untuk menanggulangi polusi sampah laut masih belum cukup berkembang di Indonesia, tetapi sebaliknya, cukup berkembang pesat di negara-negara maju. Hal ini dapat diakibatkan karena masih kurangnya anggaran riset dan pengembangan terkait penanganan sampah laut ini di Indonesia. Beberapa bentuk teknologi yang dapat diadopsi untuk pengelolaan sampah laut, antara lain, aplikasi GPS untuk mendeteksi jaring yang hanyut, pengelolaan sampah melalui pendirian bank sampah disertai adanya konversi sampah menjadi produk bernilai ekonomis, pengembangan alat tangkap ikan yang dapat terurai dengan cepat, serta pemanfaatan aplikasi modelling untuk memprediksi pergerakan sampah laut.

Fenomena *ghost fishing* terjadi akibat banyaknya alat penangkap ikan, terutama berbentuk jaring, yang hanyut baik secara tidak sengaja maupun sengaja dibuang ke laut saat aktivitas penangkapan ikan. Jaring yang hanyut secara tidak sengaja akan terbawa arus dan cenderung sulit

untuk ditemukan kembali. Di sisi lain, informasi terkait kepemilikan terhadap jaring hanyut yang ditemukan juga sulit untuk diidentifikasi. Salah satu upaya preventif dalam rangka memudahkan penemuan jaring yang hanyut dan identifikasi kepemilikan adalah dengan pemberian tanda pengenal (*gear marking*) dan penanda posisi (*global positioning system*) pada setiap alat penangkapan ikan, terutama yang berpotensi menimbulkan *ghost fishing* dalam skala masif. Pemberian dapat berupa nomor identitas atau *barcode* yang akan memuat identitas kepemilikan pemilik jaring dan nama kapal (Gambar 16.5). Dengan demikian, proses pembuktian sebagai rangkaian proses pemberian sanksi jika terjadi pelanggaran pembuangan alat tangkap secara sengaja ke laut cenderung lebih mudah dilakukan. Sementara itu, aplikasi penanda posisi (*global positioning system*) pada setiap alat penangkapan ikan akan memudahkan nelayan dan pihak terkait untuk melacak keberadaannya apabila hanyut secara tidak sengaja.

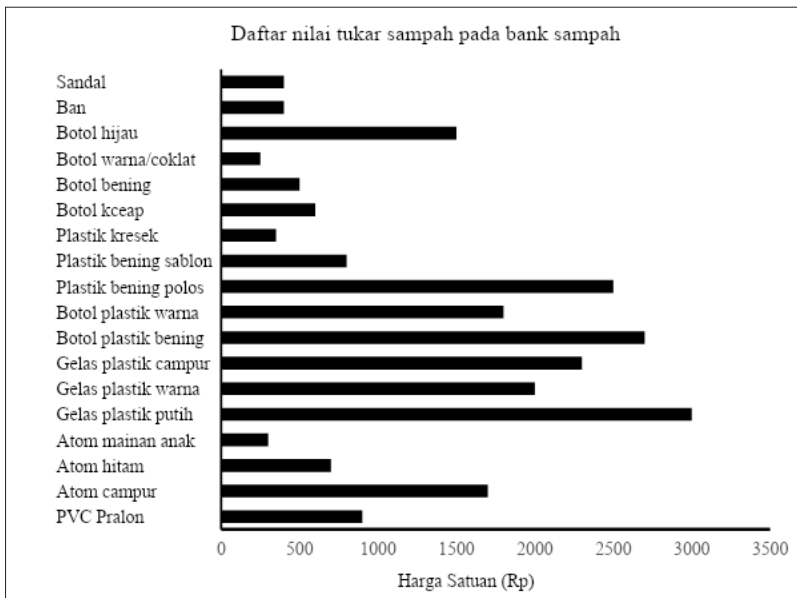


Sumber: Food and Agriculture Organization (2023)

Gambar 16.5 Contoh Pemberian *Barcode* pada Jaring Penangkap Ikan

Inovasi lainnya yang dapat diaplikasikan adalah melalui pendirian bank sampah di sekitar pelabuhan perikanan. Pendirian bank sampah akan merangsang nelayan untuk membawa pulang sampah dari

aktivitas penangkapan ikan ke pelabuhan untuk dapat diuangkan pada bank sampah. Dengan demikian, selain mampu mereduksi polusi sampah di laut, pendapatan nelayan juga akan ikut bertambah. Pendirian bank sampah sebagai strategi mengurangi polusi sampah dan meningkatkan pendapatan masyarakat telah diaplikasikan di beberapa desa nelayan, seperti Desa Pelabuhan Ratu, Jawa Barat (Samadikun et al., 2017), Desa Gunung Anyar, Surabaya (Ramdhani & Rahaju, 2022), dan Desa Muara Gembong, Bekasi (Iriani & Ramadhan, 2021). Contoh nilai tukar beberapa jenis sampah di Desa Margasari, Lampung Timur, disajikan pada Gambar 16.6. Sayangnya, sejauh ini informasi terkait nilai tukar sampah yang berhubungan dengan alat penangkap ikan masih belum dilaporkan.



Sumber: Wardany et al. (2020)

Gambar 16.6 Daftar Nilai Tukar Sampah pada Bank Sampah yang Ada di Desa Margasari, Lampung Timur

Operasional bank sampah juga sebaiknya terintegrasi dengan produk bernilai ekonomis dari sampah-sampah yang telah dikumpulkan. Jika mampu dikembangkan dengan baik, hal ini akan menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat di sekitar kampung nelayan, terutama kaum perempuan. Beberapa desa di Indonesia telah berhasil memproduksi dan memasarkan produk berbahan dasar sampah, seperti tas, dompet, keranjang, serta aksesoris sehingga berhasil meningkatkan kesejahteraan warganya. Hasil penelitian Ramdhani dan Rahaju (2022) melaporkan bahwa adanya bank sampah di Desa Gunung Anyar Tambak, Kota Surabaya, telah mampu menambah pendapatan nelayan sekitar. Dalam industri skala besar, melalui daur ulang mekanis, sampah berbahan plastik telah dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku utama berbagai produk, seperti aksesoris, pakaian olahraga, dan karpet lantai (Charter, 2018). Pirolisis dari sampah plastik juga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif (Aguado et al., 2006; Blazsó, 2006; Buekens & Huang, 1998). Sejumlah peneliti telah melaporkan keberhasilan mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif yang dapat digunakan untuk sejumlah keperluan, seperti bahan bakar kendaraan dan keperluan rumah tangga (Nofendri & Haryanto, 2021; Oktora et al., 2019; Surono & Ismanto, 2016; Wajdi et al., 2020; Yani, 2021).

Pengembangan bahan penyusun alat penangkapan ikan ramah lingkungan juga mulai dikembangkan di beberapa negara sebagai upaya untuk mempercepat laju degradasi alat tangkap ikan yang hanyut. Sebagai contoh, The National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI), sebuah lembaga penelitian di Korea Selatan, telah mengembangkan alat tangkap *biodegradable* yang terbuat dari *polybutylene succinate* yang dapat selesai degradasi total dengan waktu tidak lebih dari 7 tahun. Bandingkan dengan bahan nilon penyusun jaring konvensional yang bisa bertahan lebih dari 500 tahun.

Keberadaan sampah di laut cenderung berpindah-pindah mengikuti pergerakan arus, bahkan beberapa sampah laut yang bersumber dari negara lain ikut masuk mencemari laut Indonesia

akibat dibawa oleh arus. Oleh karena itu, prediksi pemetaan pergerakan sampah di laut sangat diperlukan untuk mengantisipasi masuknya sampah laut dari negara lain. Di samping itu, prediksi pemetaan ini juga penting dikembangkan bagi daerah-daerah pesisir dalam merespons kiriman sampah dari perairan laut lainnya. Pendekatan model numerik berdasarkan simulasi pergerakan partikel merupakan salah satu model yang telah dikembangkan untuk memprediksi pergerakan sampah di masa yang akan datang. Pendekatan ini telah mampu memprediksi pergerakan sampah laut yang ada di Teluk Banten hingga tahun 2028 sehingga dapat dijadikan landasan ilmiah dalam pengambilan kebijakan reduksi sampah laut bagi pemerintah setempat (Wisha et al., 2022).

4. Program Bersih Laut

Strategi lainnya yang dapat dipertimbangkan untuk mempercepat reduksi sampah laut adalah dengan menggalakkan program bersih laut (*clean up*). Program bersih laut dari sampah dapat dilakukan dengan menggunakan kapal khusus yang bertugas mengambil sampah di laut, atau memberikan insentif terhadap kapal penangkap ikan yang mengoleksi sampah dari laut. Kegiatan bersih sampah laut juga dapat dilakukan dengan berkolaborasi dengan pihak-pihak lain, seperti perguruan tinggi, perusahaan, dan lembaga swadaya masyarakat. Sejauh ini aktivitas bersih sampah di laut telah dilaporkan di beberapa kawasan di Indonesia, seperti Kawasan Mangrove Bali (Kementerian Lingkungan Hidup Kehutanan, 2022), Wonorejo Jawa Timur (Kusnanto, 2021), Palu Sulawesi Tengah (Sukardi, 2021), Muara Angke Jakarta Utara (Kementerian Lingkungan Hidup Kehutanan, 2020), dan Kepulauan Seribu Jakarta (Megapolitan, 2023). Pembersihan sampah yang menempel pada terumbu karang dan lamun dapat dilakukan melalui penyelaman. Sementara itu, pada ekosistem mangrove dapat dilakukan dengan pengutipan langsung.

Mengingat tingginya jumlah sampah di laut, pemerintah Indonesia juga harus mulai meningkatkan pengadaan kapal khusus

yang bertugas membersihkan sampah laut. Kapal ini dilengkapi dengan teknologi yang mampu mendeteksi keberadaan sampah dan menarik/menyedot sampah dalam jumlah besar dan melakukan pemilahan sampah. Saat ini, beberapa daerah di Indonesia telah mengoperasikan kapal pembersih sampah laut seperti perairan Makassar, Bali, Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur dan Papua Barat (Mawangi, 2023).

Kapal Motor Skimmer merupakan kapal khusus pengangkut sampah yang dikelola oleh Pelindo Wilayah IV (Gambar 16.7A). Kapal ini bertugas mengumpulkan sampah laut yang mengapung perairan sekitar wilayah Pelabuhan Makassar yakni di Dermaga Hatta Ujung, Dermaga Hasanuddin, Dermaga Soekarno dan Pelabuhan Paotere Makassar (Fatir, 2020). Kapal ini beroperasi setiap hari dan dapat mengangkut sampah 3–5 ton. Kapal sampah ini menggunakan tenaga mesin saat mengisap sampah dan mengangkatnya menggunakan sistem eskalator untuk ditampung di atas kapal. Sampah yang sudah terkumpul kemudian bila dibawa menuju dermaga untuk dipindahkan ke mobil truk sampah dan dibuang ke tempat pembuangan akhir.



Keterangan: (A) Kapal pengangkut sampah Skimmer. (B) Kapal pengangkut sampah Mobula 8.

Sumber: Mawangi (2023); Fatir (2020)

Gambar 16.7 Kapal Pengangkut Sampah

Kapal pengangkut sampah lainnya, yaitu Mobula 8, beroperasi di sekitar perairan Tanjung Benoa dan perairan di sekitar Jalan Tol Laut Bali Mandara Bali (Gambar 16.7B). Kapal ini lahir sebagai

implementasi kerja sama antara pemerintah Indonesia dengan lembaga nonprofit asal Prancis SeaCleaners. Kapal Mobula 8 beroperasi selama tujuh jam/hari selama 5 hari dalam seminggu. Mobula 8 dilaporkan dapat mengangkut sampah laut seluas 15.000 meter persegi dalam sekali aktivitas. Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan dalam pengoperasian kapal pengangkut sampah, yaitu (1) karakteristik pencemaran di kawasan pelabuhan, (2) jenis sampah yang terapung di kawasan pelabuhan, (3) kondisi hidrometeorologi di pelabuhan, (4) karakteristik alat dan metode pengoperasian kapal, dan (5) langkah-langkah keamanan pada area pengoperasian kapal.

E. Penutup

Melalui program rencana aksi pengurangan sampah laut 2018–2025, pemerintah Indonesia menargetkan untuk mengurangi jumlah sampah laut terutama sampah plastik hingga 75%. Namun, sayangnya, pengelolaan sumber sampah laut yang berasal dari aktivitas penangkapan ikan masih belum optimal. Tingginya jumlah unit penangkapan ikan yang beroperasi di perairan Indonesia berpotensi menghasilkan sampah laut dalam jumlah yang besar. Komposisi sampah dari aktivitas penangkapan ikan di dominasi oleh botol plastik dan bungkus makanan, serta bungkus rokok. Variasi dalam jumlah dan jenis sampah plastik pada unit penangkapan ikan dipengaruhi oleh jenis alat tangkap, jumlah anak buah kapal, lama melaut, jarak melaut dan jumlah trip melaut dalam periode tertentu.

Dampak yang ditimbulkan dari polusi sampah laut dapat berupa dampak ekologis, dampak ekonomis, dampak sosial-budaya dan dampak kesehatan. Strategi penanganan polusi sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan dapat dilakukan melalui edukasi, penguatan regulasi dan penegakan hukum, introduksi teknologi dan inovasi, serta pembersihan lingkungan laut. Sejumlah rekomendasi program penanganan sampah laut dari aktivitas penangkapan ikan yang dapat diterapkan meliputi pelatihan peningkatan kapasitas nelayan, penyusunan kebijakan hukum terkait pengelolaan sampah

laut, kolaborasi inovasi dan teknologi dengan badan riset terkait pengelolaan sampah laut, serta agenda rutin bersih lingkungan laut dari sampah.

Daftar Pustaka

- Alberghini, L., Truant, A., Santonicola, S., Colavita, G., & Giaccone, V. (2023). Microplastics in fish and fishery products and risks for human health: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 789.
- Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D., & Johnston, P. (2006). *Plastic debris in the world's oceans*. Greenpeace International.
- Amato-Lourenço, L. F., Carvalho-Oliveira, R., Júnior, G. R., dos Santos Galvão, L., Ando, R. A., & Mauad, T. (2021). Presence of airborne microplastics in human lung tissue. *Journal of Hazardous Materials*, 416, 126124. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126124>
- Arianto, M. F. (2020). Potensi wilayah pesisir di negara Indonesia. *Jurnal Geografi*, 10(1), 204–215.
- Arun Kumar, A., Sivakumar, R., Sai Rutwik, Y., Nishanth, T., Revanth, V., & Kumar, S. (2019). Marine debris in India: Quantifying type and abundance of beach litter along Chennai, east coast of India. Dalam *Smart Technologies for Energy, Environment and Sustainable Development: Select Proceedings of ICSTEESD 2018* (217–230). Springer.
- Assuyuti, Y. M., Zikrillah, R. B., Tanzil, M. A., Banata, A., & Utami, P. (2018). Distribusi dan jenis sampah laut serta hubungannya terhadap ekosistem terumbu karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(2), 91–102. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.2.707>
- Astuti, A. D. (2016). Penerapan kantong plastik berbayar sebagai upaya mereduksi penggunaan kantong plastik. *Jurnal Litbang*:

- Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 12(1), 32–40. <https://doi.org/10.33658/jl.v12i1.50>
- Attamimi, A., Purba, N. P., Anggraini, S. R., Harahap, S. A., & Husrin, S. (2015). Investigation of marine debris in Kuta Beach, Bali. Dalam *Proceedings of Environmental Engineering and Water Technology, Integrated Water System and Governance (Malang, East Java, Indonesia)*, C1–7. Universitas Padjadjaran.
- Barnes, D. K., & Milner, P. (2005). Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 146, 815–825. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1474-8>
- Blanke, J. M., Steinberg, M. K., & Donlevy, J. P. (2021). A baseline analysis of marine debris on southern islands of Belize. *Marine Pollution Bulletin*, 172, 112916. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112916>
- Badan Pusat Statistik. (2023, 16 Februari). *Produksi dan nilai produksi perikanan tangkap di perairan umum menurut provinsi dan lokasi, 2021*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/UXpkWlNtbHplRzFXYzFSR0x6QjJZbE13VERKQlp6MDkjMw==/produksi-dan-nilai-produksi-perikanan-tangkap-di-perairan-umum-menurut-provinsi-dan-lokasi--2021.html>
- Charter, M. (Ed.). (2018). *Designing for the circular economy*. Routledge.
- Çobanoğlu, H., Belivermiş, M., Sıkdokur, E., Kılıç, Ö., & Çayır, A. (2021). Genotoxic and cytotoxic effects of polyethylene microplastics on human peripheral blood lymphocytes. *Chemosphere*, 272, 129805. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129805>
- Cordova, M. R., & Nurhati, I. S. (2019). Major sources and monthly variations in the release of land-derived marine debris from the Greater Jakarta area, Indonesia. *Scientific Reports*, 9(1), 18730. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55065-2>
- Daniel, D. B., Thomas, S. N., & Thomson, K. T. (2020). Assessment of fishing-related plastic debris along the beaches in Kerala Coast, India. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110696. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110696>

- de Sá, L. C., Luís, L. G., & Guilhermino, L. (2015). Effects of microplastics on juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): Confusion with prey, reduction of the predatory performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. *Environmental Pollution*, 196, 359–362. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.10.026>
- De Tender, C. A., Devriese, L. I., Haegeman, A., Maes, S., Ruttink, T., & Dawyndt, P. (2015). Bacterial community profiling of plastic litter in the Belgian part of the north sea. *Environmental Science and Technology*, 49, 9629–9638.
- Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine pollution bulletin*, 44(9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Dinata, I. (2015). Pemberdayaan masyarakat Kecamatan Lepar Pongok dalam pengelolaan sampah guna menyongsong destinasi wisata Pulau Lepar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung*, 2(2). <https://doi.org/10.33019/jpu.v2i2.134>
- Edward, J. P., Mathews, G., Raj, K. D., Laju, R. L., Bharath, M. S., Kumar, P. D., & Grimsditch, G. (2020). Marine debris-An Emerging threat to the reef areas of Gulf of Mannar, India. *Marine pollution bulletin*, 151, 110793. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110793>
- Farias, E. G., Preichardt, P. R., & Dantas, D. V. (2018). Influence of fishing activity over the marine debris composition close to coastal jetty. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 16246–16253. [10.1007/s11356-018-2012-4](https://doi.org/10.1007/s11356-018-2012-4)
- Fatir, M. D. (2020, 5 Februari). *PT Pelindo IV Makassar perkenalkan kapal angkut sampah laut*. Antara News. <https://makassar.antaranews.com/berita/163361/pt-pelindo-iv-makassar-perkenalkan-kapal-angkut-sampah-laut>
- Fauzi, A. A., Rusmana, R., Permana, S. A., Afriandi, A., & Anzani, L. (2022, Desember). Identifikasi pengaruh ancaman sampah terhadap nilai perikanan tangkap daerah ekosistem mangrove

- di Kuala Langsa, Aceh. In *Indonesian Conference of Maritime*. 1(1), 90–95.
- Figuroa-Pico, J., Mero-Del Valle, D., Castillo-Ruperti, R., & Macías-Mayorga, D. (2016). Marine debris: Implications for conservation of rocky reefs in Manabi, Ecuador (Se Pacific Coast). *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.070>
- Food and Agriculture Organization. (2023, 30 Mei). Voluntary guidelines for the marking of fishing gear. <https://www.fao.org/responsible-fishing/marketing-of-fishing-gear/voluntary-guidelines-marking-fishing-gear/en/>
- Galgani, F., Barnes, D. K. A., Deudero, S., Fossi, M. C., Ghiglione, J. F., Hema, T., Jorrisen, F., Karapanagiotti, H. K., Katsanevakis, S., Klasmeier, J., von Moos, N., Pedrotti, M. L., Raddadi, N., Sobral, P., Zambianchi, E., & Briand, F. (2014). Marine litter in the mediterranean and black seas. *Executive Summary. CIESM work. Monogr*, 46, 7–20.
- Galgani, F., Hanke, G., & Maes, T. (2015). Global distribution, composition and abundance of marine litter. *Marine Anthropogenic Litter*, 29–56.
- Ginting, D., Kesuma, N., Sani, I., & Fransiska, E. (2022). Sosialisasi peningkatan pengetahuan masyarakat mengenai pencegahan pencemaran yang bersumber dari sampah kapal di pesisir Pelabuhan Tanjung Tiram. *AMALIAH: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 333–337. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v6i2.1673>
- Gregory, M. R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2013–2025.
- Hayati, Y., Adrianto, L., Krisanti, M., Pranowo, W. S., & Kurniawan, F. (2020). Magnitudes and tourist perception of marine debris on small tourism island: Assessment of Tidung Island, Jakarta,

- Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111393. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111393>
- Herin, F. P. (2021, 30 Maret). Sampah plastik di dalam perut ikan cakalang kecil. *Kompas*. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2021/03/30/sampah-plastik-18-sentimeter-dalam-ikan-cakalang-kecil>
- Irawan, F., Novita, Y., & Soeboer, D. A. (2020). Limbah dari aktivitas penangkapan ikan di PPN Palabuhanratu. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 11(1), 61–73. <https://doi.org/10.29244/jmf.v11i1.33961>
- Iriani, T., & Ramadhan, A. M. (2021). Pelatihan manajemen bank sampah bagi masyarakat di Kecamatan Muara Gembong. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Fakultas Teknik: Jurnal Abditek*, 1(01), 1–10. <https://doi.org/10.21009/ABDITEK.011.01>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L., (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Jang, Y. C., Hong, S., Lee, J., Lee, M. J., & Shim, W. J. (2014). Estimation of lost tourism revenue in Geoje Island from the 2011 marine debris pollution event in South Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.021>
- Jilian. (2017, 11 Juli). Seagrass meadows—critical habitats for juvenile fish and dugongs in the Johor Islands. *Phys org*. <https://phys.org/news/2017-07-seagrass-meadowscritical-habitats-juvenile-fish.html>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021) *Jumlah kapal*. Diakses pada 25 Mei, 2023, dari <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=kapal&i=5#panel-footer-kpda>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). *KKP perbarui data estimasi potensi ikan, totalnya 12,01 juta ton per tahun*. <https://kkp.go.id/djpt/artikel/39646-kkp-perbarui-data-estimasi-potensi-ikan-totalnya-12-01-juta-ton-per-tahun>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020, 16 Januari). Aksi bersih sampah SM Muara Angke Jilid 2. *KSDAE*. <https://ksdae.menlhk.go.id/berita/7487/aksi-bersih-sampah-sm-muara-angke-jilid-2.html>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022, 2 Februari). Aksi bersih mangrove bali bersama komunitas dan generasi muda. *MENLHK*. https://www.menlhk.go.id/site/single_post/4628/aksi-bersih-mangrove-bali-bersama-komunitas-dan-generasi-muda
- Kiessling, T., Gutow, L., & Thiel, M. (2015). Marine litter as habitat and dispersal vector. *Marine anthropogenic litter*, 141–181.
- Kusnanto, A. (2021, 22 agustus). 230 kilogram sampah plastik dikeluarkan dari kawasan Mangrove Wonorejo. *Suara Surabaya*. <https://www.suarasurabaya.net/kelanakota/2021/230-kilogram-sampah-plastik-dikeluarkan-dari-kawasan-mangrove-wonorejo/>
- Lamb, J. B., Willis, B. L., Fiorenza, E. A., Couch, C. S., Howard, R., Rader, D. N., True, J. D., Kelly, L. A., Ahmad, A., Jompa, J., & Harvell, C. D. (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, 359, 460–462. Doi: 10.1126/Science. Aar3320
- Lasut, M. T., Pane, L. R., Doda, D. V. D., Kumurur, V. A., Warouw, V., & Mamuaja, J. M. (2021). Seasonal variation of marine debris at Manado Bay (North Sulawesi, Indonesia). Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 744, No. 1, 012038). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012038>
- Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8(1), 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Leslie, H. A., Van Velzen, M. J., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163, 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- Lestari, K., Haeruddin, H., & Jati, O. E. (2021). Karakterisasi mikroplastik dari sedimen padang lamun, Pulau Panjang, Jepara,

- dengan Ft-Infra red. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 135–154. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss2.art5>
- Lu, Y., Zhang, Y., Deng, Y., Jiang, W., Zhao, Y., Geng, J., & Ren, H. (2016). Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebrafish (*Danio rerio*) and toxic effects in liver. *Environmental Science & Technology*, 50(7), 4054–4060. Doi: 10.1021/acs.est.6b00183.
- Manullang, C. Y. (2020). Distribution of plastic debris pollution and its implications on mangrove vegetation. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111642. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111642>
- Mawangi, G.T. (2023, 30 Mei). Indonesia-Seacleaners luncurkan kapal pengangkut sampah di Laut Bali. *Antara News*. <https://bali.antaranews.com/berita/311229/indonesia-seacleaners-luncurkan-kapal-pengangkut-sampah-di-laut-bali>
- Megapolitan. (2023, 11 Maret). Kegiatan bersih-bersih sampah digelar di Kepulauan Seribu. *Media Indonesia*. <https://mediaindonesia.com/megapolitan/564636/kegiatan-bersih-bersih-sampah-digelar-di-kepulauan-seribu>
- Meijer, L. J., Van Emmerik, T., Van Der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz580. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5803>
- Muchlissin, S. I., Abi Widyananto, P., Sabdono, A., & Radjasa, O. K. (2020). Kelimpahan mikroplastik pada sedimen ekosistem terumbu di Taman Nasional Laut Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i1.9865>
- Musnadi, J., Rinawati, R., Zulfadhli, Z., & Chairiyaton, C. (2020). Penyuluhan bela lingkungan laut pada nelayan pangong di Meulaboh. *Jurnal Marine Kreatif*, 3(2). <https://doi.org/10.35308/v3i2.2288>
- Naidoo, T., & Glassom, D. (2019). Decreased growth and survival in small juvenile fish, after chronic exposure to environmentally relevant concentrations of microplastic. *Marine*

- Pollution Bulletin*, 145, 254–259. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.037>
- Nirahua, G., & Matitaputty, M. I. (2022). Kewenangan masyarakat adat dalam pengelolaan sumber daya alam di wilayah laut Nuhu Evav. *Bacarita Law Journal*, 2(2), 103–124.
- Nofendri, Y., & Haryanto, A. (2021). Perancangan alat pirolisis sampah plastik menjadi bahan bakar. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.52447/jktm.v6i1.4454>
- Oktora, R., Alwie, H. R., & Utari, S. A. (2019, Desember). Inovasi pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak di Desa Jampang Bogor. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- OSPAR Commission. (2009). *Marine litter in the North-East Atlantic Region: Assessment and priorities for response*. London, United Kingdom, 127.
- Owen, H., Flint, J., & Flint, M. (2017). Impacts of marine debris and fisheries on sirenians. *Marine mammal welfare: Human induced change in the marine environment and its impacts on marine mammal welfare*, 315–331. 10.1007/978-3-319-46994-2_18.
- Panjaitan, G. G. M., Perwira, I. Y., & Wijayanti, N. P. P. (2021). Profil kandungan dan kelimpahan mikroplastik pada ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) yang didaratkan di PPI Kedonganan, Bali. *Current Trends in Aquatic Science IV*, 2, 116–121. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/CTAS/article/view/61786>
- Paulus, C. A., Soewarlan, L. C., & Ayubi, A. A. (2020). Distribution of marine debris in mangrove ecotourism area in Kupang, East Nusa Tenggara, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(5), 2897–2909.
- Prasetiawan, N. R., Sudirman, N., Salim, H. L., Ati, R. N. A., Kepel, T. L., Daulat, A., Kusumaningtyas, M. A., Permana, S. M., Setiawan, A., Pranowo, W. S., Rustam, A., Suryono, D. D., Jayawiguna, M. H., & Sukoraharjo, S. S. (2022). Preliminary study of marine debris composition from fisherman activities: A case study on Cikidang fishing port, Pangandaran. Dalam *IOP Conference Series*:

- Earth and Environmental Science* (Vol. 1118, No. 1, 012082). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1118/1/012082>
- Purba, N. P., Syamsuddin, M. L., Sandro, R., Pangestu, I. F., & Prasetyo, M. R. (2017). Distribution of marine debris in Biawak Island, West Java, Indonesia. *World Sci. News*, 66, 281–292.
- Ramdhani, D. S., & Rahaju, T. (2022). Pemberdayaan masyarakat pesisir (studi pada komunitas bank sampah Bintang Mangrove Kelurahan Gunung Anyar Tambak, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya). *Publika*, 953–968. <https://doi.org/10.26740/publika.v10n3.p953-968>
- ReefCause. (2021, 16 Mei). Plastic—a novel cause of diseases in coral reefs. *Reef Watch*. <https://conservation.reefcause.com/plastic-a-novel-cause-of-diseases-in-coral-reefs/>
- Remy, F., Collard, F., Gilbert, B., Compère, P., Eppe, G., & Lepoint, G. (2015). When microplastic is not plastic: The ingestion of artificial cellulose fibers by macrofauna living in seagrass macrophytodetritus. *Environmental Science & Technology*, 49(18), 11158–11166. Doi: 10.1021/acs.est.5b02005
- Reuters (2021, 22 Juni). *In photos: Divers remove ghost fishing nets threatening coral life in Thailand*. News 18. <https://www.news18.com/photogallery/buzz/in-photos-divers-remove-ghost-fishing-nets-threatening-coral-life-in-thailand-3876533.html>
- Riski, P. (2015, 22 April). *Bersih sampah plastik di hutan mangrove Pamurbaya tandai peringatan Hari Bumi*. Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2015/04/22/bersih-sampah-plastik-di-hutan-mangrove-pamurbaya-tandai-peringatan-hari-bumi/>
- Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T., & Teh, S. J. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3(1), 1–7. Doi: 10.1038/srep03263
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J., (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci. Rep.*, 5, 14340. <https://doi.org/10.1038/srep14340>

- Sagita, A., Sianggaputra, M. D., & Pratama, C. D. (2022). Analisis dampak sampah plastik di laut terhadap aktivitas nelayan skala kecil di Jakarta. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 1–11. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/mra/article/view/10731/7885>
- Saladié, Ò., & Bustamante, E. (2021). Abundance and composition of marine litter on the seafloor of the Gulf of Sant Jordi (Western Mediterranean Sea). *Environments*, 8(10), 106. <https://doi.org/10.3390/environments8100106>
- Samadikun, B. P., Handayani, D. S., & Laksana, M. P. (2017). Revitalisasi pengelolaan bank sampah di Palabuhanratu. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), 68–74. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v14i2.68-74>
- Satria, A. (2002). *Pengantar sosiologi masyarakat pesisir*. Cidesindo.
- Schirinzi, T., Madeo, G., Martella, G., Maltese, M., Picconi, B., Calabresi, P., & Pisani, A. (2016). Early synaptic dysfunction in Parkinson's disease: Insights from animal models. *Movement Disorders*, 31(6), 802–813. <https://doi.org/10.1002/mds.26620>
- Sciutteri, V., Pedà, C., Longo, F., Calogero, R., Cangemi, G., Pagano, L., Battaglia, P., Nannini, M., Romeo, T., & Consoli, P. (2023). Integrated approach for marine litter pollution assessment in the southern Tyrrhenian Sea: Information from bottom-trawl fishing and plastic ingestion in deep-sea fish. *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114661. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114661>
- Simamora, Y. L. (2020). Analisis kesesuaian ekosistem mangrove sebagai kawasan ekowisata di Pulau Kelapan Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Enggano*, 5(2), 132–142. <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.2.132-142>
- Siregar, S. H., Mubarak, M., & Zulkifli, Z. (2023). Dampak pencemaran limbah plastik terhadap ekosistem mangrove di Kelurahan Pangkalan Sesai Kota Dumai. *Journal of Rural and Urban Community Empowerment*, 4(2), 84–90. <https://doi.org/10.31258/jruce.4.2.84-90>

- Sukardi. (2021, 10 Februari). *Aksi bersih sampah kawasan konservasi mangrove*. Antara Sulteng. <https://sulteng.antaranews.com/berita/181848/aksi-bersih-sampah-kawasan-konservasi-mangrove>
- Sulistiono, S., Zulkarnaen, Z., & Nugroho, T. (2018). Edukasi pelestarian sumber daya dan lingkungan pantai pada nelayan perikanan bagan. *Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*, 5(2), 181–192. <https://doi.org/10.21831/jppm.v5i2.20716>
- Surono, U. B., & Ismanto, I. (2016). Pengolahan sampah plastik jenis PP, PET, dan PE menjadi bahan bakar minyak dan karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, 1(1), 32–37.
- Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M. E. J., Le Goïc, N., Quillien, V. Mingant, C., Epelboin, Y., Corporeau, C., Guyomarch, J., Robbens, J., Paul-Pont, I., Soudant, P., & Huvet, A. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. Dalam *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Vol. 113, No.9, 2430–2435). National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1073/pnas.1519019113>
- Ten Brink, P., Lutchman, I., Bassi, S., Speck, S., Sheavly, S., Register, K., & Woolaway, C. (2009). *Guidelines on the use of market-based instruments to address the problem of marine litter*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Sheavly Consultants.
- Tuahatu, J. W., Manuputty, G. D., & Tuhumury, N. C. (2022). Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap dampak sampah laut dan pengelolaannya melalui pengenalan konsep ecobricks di Gudang Arang, Kelurahan Benteng, Kota Ambon. *Jurnal Hirono*, 2(1), 44–54. <https://doi.org/10.55984/hirono.v2i1.84>
- Umar, C., Kartamihardja, E. S., & Aisyah, A. (2013). Dampak invasif ikan red devil (*Amphilophus Citrinellus*) terhadap keanekaragaman ikan di perairan umum daratan di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(1), 55–61. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.7.1.2015.55-61>
- United Nations Environment Programme. (2009). *Converting waste plastics into a resource*. United Nations Environment Programme,

Division of Technology, Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga.

- Utami, N. K. Y., & Pramana, I. G. (2023). Sinergi antara desa adat dan pemerintah dalam memaksimalkan penegakan hukum lingkungan berbasis kearifan lokal Bali. *Jurnal Kertha Desa*, 11(4), 2130–2143.
- Virsek, M. K., Lovsin, M. N., Koren, S., Krzan, A., & Peterlin, M., (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*. *Mar. Pollut. Bull.*, 125(1–2), 301–309. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.024>
- Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P., & Köhler, A. (2012). Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science & Technology*, 46(20), 11327–11335. Doi: 10.1021/es302332w
- Wajdi, B., Sapiruddin, S., Novianti, B. A., & Zahara, L. (2020). Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM) dengan metode pirolisis sebagai energi alternatif. *Kappa Journal*, 4(1), 100–112. 10.29408/kpj.v4i1.2156
- Wardany, K., Sari, R. P., & Mariana, E. (2020). Sosialisasi pendirian “bank sampah” bagi peningkatan pendapatan dan pemberdayaan perempuan di Margasari. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 364–372. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v4i2.4348>
- Wick, P., Malek, A., Manser, P., Meili, D., Maeder-Althaus, X., Diener, L., Diener, P. A., Zisch, A., Krug, H. F., & Von Mandach, U. (2010). Barrier capacity of human placenta for nanosized materials. *Environ. Health Perspect.*, 118(3), 432–436. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901200>
- Widyastini, T., & Dharmawan, A. H. (2013). Efektivitas awig-awig dalam pengaturan kehidupan masyarakat nelayan di Pantai Kedonganan Bali. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 1(1), 37–51. <https://doi.org/10.22500/sodality.v1i1.9389>

- Wisha, U. J., Gemilang, W. A., Wijaya, Y. J., & Purwanto, A. D. (2022). Model-based estimation of plastic debris accumulation in Banten Bay, Indonesia, using particle tracking-flow model hydrodynamics approach. *Ocean & Coastal Management*, 217, 106009. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.106009>
- Wismabrata, M. H. (2018, 22 November). 5 fakta kematian paus di Wakatobi, 5,9 kg sampah plastik di perut hingga ancaman ekosistem laut. *Kompas*. <https://regional.kompas.com/read/2018/11/22/15452011/5-fakta-kematian-paus-di-wakatobi-59-kg-sampah-plastik-di-perut-hingga?page=all>
- Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G. L., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A. D., Narayanaswamy, B. E., & Thompson, R. C. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1(4), 140317. <https://doi.org/10.1098/rsos.140317>
- Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: A micro issue? *Environmental science & technology*, 51(12), 6634–6647. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>
- Yani, A. (2021). Pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak untuk mengatasi sampah plastik di Kota Bontang. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(2), 36–41. <https://doi.org/10.32487/jst.v7i2.1165>
- Yenici, E., & Turkoglu, M. (2023). Abundance and composition of marine litter on the coasts of the Dardanelles (Canakkale Strait, Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10511-z>
- Yudhantari, C. I., Hendrawan, I. G., & Puspitha, N. L. P. R. (2019). Kandungan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan lemuru protolan (*Sardinella lemuru*) hasil tangkapan di Selat Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 2(2), 48–52. <https://doi.org/10.24843/JMRT.2019.v02.i02.p10>
- Yunanto, A., Fitriah, N., & Widagti, N. (2021). Karakteristik mikroplastik pada ekosistem pesisir di kawasan mangrove Perancak, Bali. *JFMR*

(*Journal of Fisheries and Marine Research*), 5(2), 436–444. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.31>

Zalukhu, A., Manoppo, V. E., & Andaki, J. A. (2017). Analisis konflik nelayan dalam pemanfaatan sumber daya perikanan di Desa Borgo Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. *AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 5(9). <https://doi.org/10.35800/akulturasi.5.9.2017.17007>



BAB 17

Perspektif Kebijakan dan Peran Penting Riset dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan

Riesti Triyanti, Khairul Amri, Husain Latuconsina

Paradigma pembangunan dari waktu ke waktu selalu mengalami perubahan. Dewasa ini, tuntutan paradigma pembangunan berbasis sumber daya alam mengarah pada pembangunan yang berkelanjutan. Secara sederhana, pembangunan berkelanjutan mengisyaratkan tiga tujuan pembangunan yang harus dapat berjalan secara simultan, yakni upaya pencapaian tujuan secara ekonomi, sosial, dan kelestarian sumber daya yang ada.

Pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya perikanan laut di Indonesia telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 yang ditegaskan kembali dalam Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan, sebagaimana diisyaratkan pada Pasal 2 bahwa pengelolaan perikanan dilakukan atas asas manfaat,

R. Triyanti*, K. Amri, & H. Latuconsina

*Badan Riset dan Inovasi Nasional, *e-mail*: triyanti.riesti@gmail.com

© 2023 Editor & Penulis

Triyanti, R., Amri, K., & Latuconsina, H. (2023). Perspektif kebijakan dan peran penting riset dalam pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan. Dalam K. Amri, H. Latuconsina, & R. Triyanti (Ed.), *Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan* (637–654). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.908.c819 E-ISBN: 978-623-8372-50-8

keadilan, kemitraan, pemerataan, keterpaduan, keterbukaan, efisiensi, dan kelestarian yang berkelanjutan. Merujuk pada peraturan tersebut, pengelolaan sumber daya perikanan diharapkan dapat dilakukan secara optimal, yaitu pengelolaan yang memberikan manfaat dan pemerataan terhadap peningkatan ekonomi masyarakat, serta tetap menjamin kelestarian sumber daya perikanan.

Sebagai negara kepulauan dengan akses berlimpah kepada sumber perikanan laut, Indonesia sangat bergantung pada produk-produk perikanan sebagai sumber protein hewani. Indonesia termasuk ke dalam sepuluh besar konsumsi ikan tertinggi di dunia. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), angka konsumsi ikan di Indonesia sebesar 56,48 kilogram (kg) per kapita pada 2022. Jumlah itu meningkat 2,39% dibandingkan pada 2021 yang sebesar 55,16 kg/kapita. Menurut wilayahnya, Maluku menempati angka konsumsi ikan paling tinggi pada tahun 2022, yakni 79,04 kg/kapita, sedangkan angka konsumsi ikan terendah berada di Yogyakarta sebesar 35,51 kg/kapita (Annur, 2023).

Pemerintah Indonesia terus berupaya meningkatkan konsumsi ikan masyarakat Indonesia melalui program Gerakan Memasyarakatkan Makan Ikan (Gemar Ikan) yang telah dicanangkan sejak tahun 2004. KKP menargetkan angka konsumsi ikan pada 2024 sebesar 62,5 kg/kapita/tahun (Annur, 2023). Kondisi ini tentunya akan diiringi dengan peningkatan produksi ikan untuk dapat memenuhi kebutuhan protein hewani di ranah domestik. Di lain pihak, peningkatan *demand* produk perikanan dari mancanegara terus mengalami peningkatan secara signifikan. Untuk memenuhi produksi ikan baik di tingkat domestik maupun internasional, Indonesia masih sangat bergantung pada produksi perikanan tangkap walaupun produksi perikanan budi daya terus ditingkatkan. Kemampuan kontribusi perikanan tangkap terhadap ketahanan pangan dan nutrisi di Indonesia dapat terganggu secara signifikan karena penangkapan ikan berlebihan, berbagai dampak perubahan iklim terhadap laut, pembangunan daerah pesisir, polusi, dan hal lainnya yang berkaitan dengan penurunan jumlah tangkapan ikan.

Data terpercaya untuk status stok perikanan tangkap di Indonesia relatif langka. Riset mengatakan bahwa mayoritas pasokan ikan utama di Indonesia sudah sangat tereksplorasi atau tereksplorasi sepenuhnya (KKP, 2011). Hampir separuh dari pasokan perikanan tangkap di Indonesia telah tereksplorasi, dan setidaknya tujuh dari sebelas WPP menunjukkan ekspansi produksi tidak dapat dilakukan dalam waktu dekat. Hal ini tentunya akan dapat memberikan konsekuensi terhadap tekanan penangkapan terhadap stok sumber daya perikanan yang masih tersisa di alam liar sehingga perlu dukungan kebijakan pengelolaan sumber daya perikanan laut di Indonesia yang dapat menjamin keberlanjutan sumber daya yang didukung data dan informasi berbasis riset serta inovasi yang maju di bidang kelautan dan perikanan.

A. Tren Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut

Sektor perikanan dan maritim Indonesia telah mengalami serangkaian perubahan besar sejak Presiden Jokowi mulai menjabat pada 20 Oktober 2014, dimulai dengan slogan “Jalesveva Jayamahe” (di lautan yang kami kejar) yang dimasukkan dalam pidato pelantikannya. Segera setelah ia menjabat, Presiden Jokowi mempresentasikan visinya yaitu kebijakan maritim Indonesia sebagai perwujudan paling nyata dari penerapan “Poros Maritim Dunia” yang menempatkan Indonesia sebagai kekuatan maritim utama. Kebijakan ini mencakup berbagai masalah, dan pada dasarnya kebijakan ini memiliki dua dimensi, yaitu strategis dan ekonomis. Di sisi strategis, Indonesia berfokus pada pengembangan kemampuan pertahanan dan keamanannya. Di sisi ekonomi, Indonesia sedang mengembangkan pelabuhan, perikanan, dan kapasitas pengiriman untuk meningkatkan ekspor serta untuk memperbaiki keadaan ekonomi di pulau-pulau terluar (CEA, 2018). Hingga saat ini, pengelolaan sumber daya perikanan laut di Indonesia mengalami tren dari pengelolaan, mulai dari pengelolaan berbasis Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI), berbasis ekosistem, dan tren terkini berupa kebijakan penangkapan ikan terukur.

1. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berbasis WPP NRI

Potensi sumber daya perikanan tangkap yang begitu besar, ke depan dapat membuat Indonesia menjadi pemain utama sektor perdagangan komoditas perikanan di tingkat global. Untuk mencapai tujuan itu, perlu terus diupayakan peningkatan dan optimalisasi pengelolaan perikanan nasional, salah satunya dengan berpedoman pada Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024 dan Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Melalui kebijakan ini, pemerintah menerapkan WPP NRI sebagai pendekatan utama keberlanjutan pembangunan di bidang kelautan dan perikanan.

Luas total wilayah Indonesia sekitar 7,81 juta km². Sebanyak 3,25 juta km² merupakan lautan, dengan luas 2,55 juta km² merupakan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Luasan ZEE ini dibagi menjadi 11 WPP NRI yang memiliki karakteristik tersendiri, baik ekologi, sumber daya, infrastruktur, maupun kapasitas sumber daya manusia, termasuk industrinya. Kondisi perairan Indonesia di semua WPP yang beriklim tropis terkenal kaya dengan jenis ikan laut bernilai ekonomi penting. Pengembangan terintegrasi melalui WPP yang telah ditetapkan sebagai basis wilayah pengelolaan diharapkan mampu mendongkrak pertumbuhan yang didukung oleh pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan. Untuk itu, diperlukan sebuah sistem pengelolaan terpadu yang mempertimbangkan integrasi usaha dari hulu ke hilir, aspek lingkungan dan sosial ekonomi, serta inklusivitas pengelolaan yang melibatkan kerja sama semua *stakeholders* terkait. Sebagaimana menurut Latuconsina (2018) bahwa pengelolaan sumber daya perikanan laut, pesisir dan pulau-pulau kecil harus mempertimbangkan keterpaduan wilayah (ekologis), keterpaduan sektor yang terlibat, keterpaduan *stakeholder*, termasuk keterpaduan disiplin ilmu.

Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) sendiri terbagi ke dalam 11 wilayah pengelolaan perikanan (WPP) lewat Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 1/2009 dan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 18/2014. Wilayah ini merupakan wilayah pengelolaan perikanan untuk aktivitas utama, antara lain, penangkapan ikan, konservasi, penelitian, dan pengembangan perikanan lainnya. Adapun strategi yang dibangun dalam pengelolaan perikanan berbasis WPP, antara lain,

- 1) meningkatkan ekosistem kelautan dan pemanfaatan jasa kelautan;
- 2) penataan ruang laut dan rencana zonasi pesisir;
- 3) meningkatkan produksi, produktivitas, standardisasi, mutu, dan nilai tambah produk kelautan dan perikanan;
- 4) meningkatkan fasilitasi usaha, pembiayaan, perlindungan usaha, dan akses pengelolaan sumber daya kelautan dan perikanan skala kecil; serta
- 5) meningkatkan SDM dan riset kemaritiman dan kelautan serta *database* kelautan dan perikanan (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional [Bappenas], 2019).

Meskipun belum mengoptimalkan eksplorasi dan eksploitasi potensi sumber daya perikanan dan kelautan yang ada, kondisi saat ini menuntut penerapan kebijakan perikanan yang tepat. Langkah ini diperlukan untuk menjamin agar sektor perikanan dapat memberikan manfaat sosial-ekonomi yang berkelanjutan. Hal ini makin krusial, mengingat tingginya tekanan antropogenik yang menjadi ancaman bagi kelestarian habitat tidak hanya di pesisir dan pulau-pulau kecil, tetapi juga juga perairan laut lepas dan bahkan samudra. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya perikanan laut berbasis WPP memerlukan keterlibatan multi-sektoral dan multi-pemangku kepentingan untuk dapat diimplementasikan secara optimal, baik oleh pemerintah daerah, akademisi, pelaku bisnis, maupun masyarakat sipil. Dari merekalah muncul sketsa kebijakan, kemudian pemerintah

menyempurnakan sesuai *macro policy* dari atas. Adanya integrasi “atas” dan “bawah” akan mencapai tujuan bersama tentang pengelolaan perikanan berkelanjutan.

2. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berbasis Ekosistem

Pengelolaan perikanan laut berkelanjutan tidak dapat dilepaskan dari tiga dimensi yang tidak terpisahkan satu sama lain dengan mempertimbangkan keseimbangan komponen, antara lain

- 1) komponen sumber daya perikanan dan ekosistemnya;
- 2) komponen pemanfaatan sumber daya perikanan untuk kepentingan sosial ekonomi masyarakat; dan
- 3) komponen kebijakan perikanan itu sendiri (Charles, 2001).

Kepentingan pemanfaatan untuk kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat dirasakan lebih besar dibanding dengan kesehatan ekosistemnya. Dengan kata lain, pendekatan yang dilakukan masih parsial belum terintegrasi dalam sebuah batasan ekosistem yang menjadi wadah dari sumber daya ikan sebagai target pengelolaan (Damanik et al., 2016). Oleh sebab itu, pendekatan terintegrasi melalui pendekatan ekosistem (*ecosystem approach to fisheries management/ EAFM*) sangat diperlukan dalam upaya mewujudkan pola pengelolaan perikanan berkelanjutan.

Pendekatan EAFM pada dasarnya membalikkan urutan prioritas pengelolaan, dimulai dari ekosistem, bukan spesies target. Pengelolaan perikanan berbasis ekosistem harus mengelola spesies target dalam konteks kondisi sistem secara keseluruhan, habitat, spesies yang dilindungi, dan spesies nontarget. Sebagaimana menurut Latuconsina (2020), strategi paling efektif untuk menjaga seluruh keanekaragaman hayati adalah dengan melindungi ekosistem dan komunitas biologis secara keseluruhan. Pendekatan pemulihan dan perlindungan ekosistem adalah dengan mengalihkan pengelolaan perikanan tangkap

ke arah pengelolaan berbasis ekosistem. Premis utamanya adalah mengatur aktivitas manusia bersama dengan ekosistem di sekitarnya melalui strategi kawasan perlindungan laut, yaitu pengelolaan yang tidak hanya berfokus pada satu spesies saja, tetapi juga membatasi aktivitas manusia di kawasan tersebut.

Tujuan dari pengelolaan perikanan berbasis ekosistem adalah untuk menjaga ekosistem laut yang sehat dan perikanan yang didukungnya sehingga secara khusus harus

- 1) menghindari degradasi ekosistem, yang diukur dengan indikator kualitas lingkungan dan status sistem;
- 2) meminimalkan risiko perubahan yang tidak dapat diubah terhadap kumpulan spesies dan proses ekosistem secara alami;
- 3) memperoleh dan mempertahankan manfaat sosio-ekonomi jangka panjang tanpa mengorbankan ekosistem; dan
- 4) menghasilkan pengetahuan mengenai proses ekosistem yang memadai untuk memahami kemungkinan konsekuensi dari tindakan manusia (Pikitch et al., 2004).

EAFM dapat dipahami sebagai sebuah konsep upaya menyeimbangkan tujuan antara sosial dan ekonomi dalam pengelolaan perikanan (kesejahteraan nelayan, keadilan, dan pemanfaatan sumber daya ikan). Konsep ini tetap mempertimbangkan pengetahuan, informasi dan ketidakpastian tentang komponen biotik, abiotik, dan interaksi manusia dalam ekosistem perairan melalui sebuah pengelolaan perikanan yang terpadu, komprehensif, dan berkelanjutan (KKP, 2011). Putra et al. (2020) menyatakan, dalam EAFM terdapat enam domain, meliputi sumber daya ikan, habitat dan ekosistem, teknik penangkapan ikan, ekonomi, sosial, dan kelembagaan.

Muawanah et al. (2018) menyatakan bahwa, meskipun belum ada undang-undang khusus EAFM di Indonesia, ada undang-undang dan kebijakan yang mendukung prinsip panduan EAFM. Indonesia telah menerapkan EAFM secara bertahap melalui berbagai proyek dan program, sering kali dengan bantuan teknis dan dukungan dari

akademisi, lembaga, atau organisasi eksternal. Hal ini didukung Ballesteros et al. (2018) bahwa implementasi EAFM membutuhkan konsistensi antara sains dan manajemen. Bahkan Abrahamsz et al. (2017) membuktikannya dengan meneliti dan merumuskan sebuah model terintegrasi pengelolaan konservasi dan status pengelolaan perikanan berbasis kajian EAFM. Pendekatan EAFM dalam pengelolaan perikanan ini sangat penting diimplementasikan sebagai salah satu acuan penting pengelolaan, menuju perikanan Indonesia lestari untuk kesejahteraan masyarakat sehingga diharapkan pelaku usaha perikanan mempertimbangkan keseimbangan antara aspek ekologi, sosial, dan ekonomi dalam pengelolaan usahanya.

3. Kebijakan Penangkapan Ikan Terukur (PIT)

Filosofi/ideologi bangsa Indonesia dalam UUD 1945 Pasal 33 ayat 3, “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat”. Gagasan besar dalam kebijakan penangkapan ikan terukur adalah mewujudkan keberlanjutan, mutu dan daya saing, kesejahteraan, pertumbuhan ekonomi yang berkualitas, serta pemerataan atas manfaat sumber daya. Kebijakan ini telah diatur sejak bulan Maret tahun 2023 melalui Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur. Kemudian disusul dengan keluarnya Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 28 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur dan Surat Edaran Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor B.1569/MENKP/X/2023 Tanggal 2 Oktober 2023 tentang Tahapan Pelaksanaan Kebijakan Penangkapan Ikan Terukur pada Tahun 2023.

Penangkapan ikan terukur merupakan langkah strategis dalam menjaga stok ikan sekaligus memberikan keuntungan ekonomi sebesar-besarnya kepada nelayan dan pelaku usaha perikanan. Terdapat enam prinsip utama pengaturan penangkapan ikan terukur, yaitu sistem pembagian kuota, keberlanjutan ekologi, pengembangan

ekonomi untuk lokal, perlindungan terhadap nelayan kecil, reformasi tata kelola, data saintifik, serta sistem pemantauan, dengan mempertimbangkan jumlah nelayan, jumlah dan ukuran kapal penangkap ikan, serta alat penangkapan ikan; produksi ikan hasil tangkapan; data *logbook* penangkapan ikan; karakteristik sumber daya ikan dan habitatnya; dan jumlah lembaga pendidikan, pelatihan, penelitian, atau kegiatan ilmiah lainnya, serta penyelenggara kegiatan kesenangan dan wisata yang melakukan kegiatan.

Manfaat yang dapat diperoleh dari kebijakan penangkapan ikan terukur menurut Trenggono (2023), di antaranya

- 1) terjaminnya ketersediaan ikan dan kesehatan laut,
- 2) kemampuan pengusaha menentukan alokasi kapal yang optimal untuk memaksimalkan profit,
- 3) tercapainya pemerataan dan pertumbuhan ekonomi daerah (pelabuhan menyesuaikan dengan daerah penangkapan ikan),
- 4) ketepatan pendataan,
- 5) optimalisasi industri di Pelabuhan pendaratan, dan
- 6) meningkatkan penerimaan negara bukan pajak (PNBP).

Salah satu upaya Pemerintah Indonesia untuk melindungi stok sumber daya ikan, menurut Trenggono (2023), adalah dengan memberlakukan pembatasan penangkapan ikan. Pengendalian ini dilakukan dengan memperhatikan jumlah ikan hasil tangkapan para pelaku usaha perikanan tangkap komersial, yang kemudian disesuaikan dengan kuota penangkapan yang telah ditetapkan. Selanjutnya, kebijakan penangkapan ikan terukur mewajibkan para pelaku penangkapan ikan untuk mendaratkan hasil tangkapannya di pelabuhan perikanan yang berada pada wilayah penangkapan ikan tempat mereka beroperasi sesuai izin yang dikeluarkan oleh pemerintah. Kebijakan teknis seperti ini dilakukan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan ekonomi perikanan tangkap di seluruh Indonesia, dan konsep ini bertujuan agar pemerintah dapat mendistribusikan pendapatan kepada para pelaku industri perikanan.

Secara teknis, kebijakan penangkapan ikan terukur akan diimplementasikan melalui pengaturan berbagai ketentuan terkait daerah penangkapan ikan, musim penangkapan ikan, jenis alat penangkapan ikan, jumlah dan ukuran kapal, pelabuhan perikanan untuk pendaratan/bongkar-muat ikan, penggunaan awak kapal lokal, pasokan ikan untuk pasar domestik, dan ekspor sesuai dengan WPP yang telah ditentukan. Mengestimasi status stok sumber daya ikan di setiap WPP NRI merupakan langkah awal untuk mewujudkan gagasan tersebut. Selanjutnya, peraturan dibuat untuk menetapkan jumlah maksimum ikan yang dapat ditangkap serta jumlah maksimum kapal penangkap ikan dan peralatannya. Membangun pelabuhan baru di calon WPP dan perbaikan pelabuhan perikanan yang telah ada merupakan langkah awal dalam mempersiapkan infrastruktur dalam upaya mendukung kebijakan penangkapan ikan terukur.

Secara konseptual, kebijakan penangkapan ikan terukur berbasis kuota cukup ideal. Meskipun demikian, Pratiwi et al., (2022) menyarankan, mengingat adanya kemungkinan konflik antara kepentingan industri/badan usaha dan nelayan, upaya mitigasi dan peningkatan pemantauan harus disertakan dalam penerapan aturan penangkapan ikan yang terukur. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan kembali cara pengkajian ulang penentuan zona penangkapan ikan agar kebijakan yang telah diterapkan tidak merugikan kesejahteraan nelayan kecil sehingga menghasilkan ekonomi liberal yang lebih menguntungkan industri. Saat menentukan lokasi yang akan dijadikan zona penangkapan, penting juga untuk mempertimbangkan apakah penangkapan ikan berlebihan telah terjadi di wilayah tersebut sehingga rehabilitasi sumber daya perikanan harus diutamakan.

Langkah strategis yang perlu diambil untuk memastikan keberhasilan kebijakan PIT, antara lain, pembenahan infrastruktur, perbaikan pelatihan, peningkatan kesadaran, pengembangan sumber daya manusia, penelitian dan kajian ilmiah, serta regulasi yang lebih detail. Keterlibatan seluruh *stakeholders* (pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat) akan mewujudkan keberhasilan implementasi kebijakan

penangkapan ikan terukur, yang berpotensi menjadi solusi terbaik bagi pengelolaan perikanan di Indonesia. Keberhasilan kebijakan ini akan memberikan manfaat jangka panjang bagi keberlanjutan sektor perikanan dan ekosistem laut di Indonesia.

B. Dukungan Regulasi Berbasis Riset

Sangat diperlukan regulasi berbasis riset yang panjang, mendalam, dan komprehensif untuk dapat mengatasi berbagai persoalan pengelolaan sumber daya perikanan laut melalui pendekatan sistem perikanan berkelanjutan. Pendekatan sistem perikanan berkelanjutan merupakan gabungan pendekatan ekosistem dan pendekatan mata pencaharian. Pendekatan pertama melihat spesies ikan target dan aktivitas penangkapan ikan dalam konteks ekosistem, dan dengan cara yang sama, pendekatan mata pencaharian melihat elemen manusia dalam perikanan dalam konteks rumah tangga, komunitas, dan aspek sosio-ekonomi yang lebih luas (Charles, 2001).

Pengelolaan perikanan merupakan sebuah kewajiban seperti yang telah diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 118, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4433) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 154, Tambahan Lembaran Negara Indonesia Nomor 5073). Konteks adopsi hukum menunjukkan bahwa pengelolaan perikanan didefinisikan sebagai semua upaya, termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan- keputusan, alokasi sumber daya ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan-peraturan perundang-undangan di bidang perikanan.

Sebanyak empat dari lima agenda kebijakan yang menjadi prioritas dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang selaras dengan beberapa artikel pada buku ini, selain dari pembangunan budaya laut dan darat berkelanjutan, yaitu

- 1) memperluas kawasan konservasi laut,
- 2) penangkapan ikan terukur berbasis kuota,
- 3) pengawasan dan pengendalian kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil, dan
- 4) pembersihan sampah plastik di laut melalui gerakan partisipasi nelayan.

Hal ini sebagai solusi atas beberapa isu pengelolaan perikanan laut, seperti

- 1) *illegal, unreported, and unregulated (IUU) fishing*,
- 2) eksploitasi berlebih/*over exploited*,
- 3) konflik pemanfaatan ruang dan sumber daya perikanan,
- 4) penggunaan alat tangkap merusak dan tidak selektif, dan
- 5) pencemaran dan penurunan mutu/daya dukung lingkungan perairan.

Keberhasilan pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan akan ditentukan oleh optimalisasi dan harmonisasi keempat dimensi utama, yaitu keberlanjutan ekologi (*ecological sustainability*), keberlanjutan sosio-ekonomi (*socio economic sustainability*), keberlanjutan komunitas (*community sustainability*), dan keberlanjutan kelembagaan (*institutional sustainability*) (Charles, 2001). Implementasi keempat dimensi tersebut memerlukan dukungan program pembangunan, dukungan kebijakan serta pendanaan, dukungan seluruh pemangku kepentingan, dan dukungan riset dan inovasi. Riset dan inovasi yang dilakukan diharapkan bersifat multi-spesies yang melibatkan multidisiplin ilmu, dengan pendekatan *multi-stakeholders* dan pengamatan untuk waktu yang panjang (*multiyears*). Rekomendasi kebijakan terkait riset dan pendidikan dalam lingkup pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan, di antaranya

- 1) menyusun rencana terpadu untuk mengembangkan sektor pendidikan dan penelitian dengan melibatkan berbagai instansi seperti pemerintah, akademisi, LSM, dan swasta;
- 2) meningkatkan alokasi anggaran untuk pengembangan pendidikan dan penelitian;
- 3) mengembangkan kurikulum komprehensif tentang keberlanjutan mulai dari anak usia dini;
- 4) mengembangkan standar kompetensi dan pelatihan kejuruan seperti pengelolaan sampah laut;
- 5) melakukan *upskilling dan re-skilling* tenaga kerja di sektor perikanan;
- 6) mengadopsi dan mengintegrasikan teknologi canggih, termasuk aplikasi digital, dalam produksi ekonomi berbasis perikanan laut dan rantai nilai dengan penekanan pada peran sektor swasta;
- 7) meningkatkan kapasitas riset, mempromosikan transfer teknologi, dan melakukan berbagai kegiatan, mulai dari pengambilan sampel lapangan dan percobaan laboratorium hingga identifikasi spesies dan teknik restorasi; dan
- 8) menanamkan investasi di lembaga pendidikan dan penelitian, bersama dengan kolaborasi antara lembaga penelitian dan sektor swasta.

C. Perspektif Pengelolaan ke Depan

Kebijakan pemerintah dalam pengelolaan sumber daya perikanan diatur dalam undang-undang dan peraturan yang menjadi landasan hukum dalam pengelolaan sumber daya perikanan di Indonesia, antara lain,

- 1) UUD RI Tahun 1945 Pasal 33 yang menyatakan bahwa tanah, air, dan kekayaan yang terkandung di dalamnya digunakan sebaik-baiknya untuk kesejahteraan rakyat,
- 2) Konvensi Hukum Laut (United Nation Convention of Law of the Sea, UNCLOS) tahun 1982 pasal 61, yaitu negara pantai

berkewajiban diantaranya memastikan tidak terjadi eksploitasi yang berlebihan terhadap sumber daya perikanan dan menjaga agar jangan terjadi akibat negatif dari cara penangkapan tertentu terhadap jenis-jenis kehidupan laut lainnya,

- 3) United Nation Fish Stock Agreement oleh FAO tahun 1995 yang mengamanahkan negara pantai dan negara penangkap ikan jarak jauh di laut lepas (*distant water fishing state/DWFS*) wajib menerapkan pendekatan kehati-hatian; mempelajari akibat dari penangkapan ikan; menggunakan upaya-upaya konservasi dan manajemen; melindungi kategori stok target; melindungi keanekaragaman organisme; menghindari penangkapan ikan dan kapasitas penangkapan ikan dan kapasitas penangkapan ikan yang berlebih; memperhatikan kepentingan nelayan kecil; melaksanakan upaya konservasi dan manajemen melalui observasi, kontrol dan pemantauan yang efektif, dan lain-lain,
- 4) *Code of Conduct for Responsible Fisheries (CCRF)* oleh FAO tahun 1995 tentang pengelolaan perikanan bertanggung jawab, negara harus mencegah terjadinya penangkapan yang berlebih, kebijakan pengelolaan SDI harus menerapkan pendekatan kehati-hatian (*precautionary approach*), pengembangan dan penerapan alat penangkapan ikan yang selektif dan ramah lingkungan, perlu dilakukan perlindungan terhadap habitat perikanan yang kritis, serta negara harus menjamin terlaksananya pengawasan dan kepatuhan dalam pelaksanaan pengelolaan.

Pengelolaan perikanan laut berkelanjutan memerlukan tiga hal penting, yakni 1) adanya unit atau wilayah yang dikelola, 2) adanya rencana pengelolaan perikanan, dan 3) adanya otoritas pengelola perikanan. Perikanan bersifat kompleks, tidak hanya mengendalikan tingkat penangkapan, tetapi juga harus memperhatikan aspek lingkungan, ekologi, ekonomi, dan sosial budaya. Aspek lingkungan meliputi upaya menjaga sumber daya ikan pada tingkat yang diperlukan untuk keberlanjutan produktivitas. Aspek ekologi mencakup karakteristik ekosistem perairan yang berpengaruh

terhadap sumber daya ikan, termasuk di dalamnya adalah aspek lingkungan. Aspek ekonomi memfokuskan informasi mengenai nilai ekonomi yang terkandung dalam sumber daya perikanan. Sementara itu, aspek sosial budaya menyangkut pengetahuan tentang peran masyarakat pesisir dalam mengeksplorasi sumber daya ikan yang berkelanjutan dan berbudaya.

Pengelolaan sumber daya perikanan laut berkelanjutan termasuk dalam dalam tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals) yang menjadi tujuan ke-14 dari 17 SDGs yang diadopsi oleh PBB pada tahun 2015 sebagai seruan universal untuk bertindak guna mengakhiri kemiskinan, melindungi Bumi, dan memastikan bahwa pada tahun 2030 semua orang menikmati perdamaian dan kesejahteraan. Adapun tujuan ke-14 dari SDGs adalah mengonservasi dan memanfaatkan secara berkelanjutan sumber daya laut, samudra, dan maritim untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Sebagai negara maritim, tentunya Indonesia telah mengimplementasikan SDGs ke-14. Menurut Supriatna (2021), SDGs ke-14 di Indonesia telah dijabarkan melalui berbagai program-program kerja sejak tahun 2016, yang meliputi

- 1) mencegah dan mengurangi berbagai jenis polusi di lautan, terutama yang berasal dari berbagai aktivitas antropogenik di daratan, termasuk juga serpihan sisa barang laut dan polusi makanan;
- 2) mengelola dan melindungi ekosistem perairan laut dan pesisir melalui penguatan daya tahan dan restorasi ekosistem untuk mencegah dampak buruk sekaligus mewujudkan lingkungan laut yang sehat dan produktif;
- 3) meminimalkan dan mengatasi dampak dari peningkatan keasaman laut;
- 4) mengatur penangkapan ikan secara berlebihan, maupun penangkapan ikan secara ilegal, tidak melaporkan, dan tidak diatur (IUU Fishing), termasuk pengaturan praktik penangkapan ikan yang merusak dan tidak selektif, dan mengimplementasikan rencana pengelolaan perikanan yang berbasis informasi ilmiah

dari hasil riset agar dapat memulihkan stok ikan secepat mungkin untuk mendukung pemanfaatan berkelanjutan;

- 5) mengonservasi minimal 10% dari wilayah laut dan pesisir yang dilakukan berbasis informasi ilmiah dari riset yang mendalam dan komprehensif, dengan tentunya berpedoman pada hukum nasional dan internasional tentang laut;
- 6) melarang berbagai bentuk subsidi perikanan yang berkontribusi terhadap penangkapan ikan berlebihan, dan menghilangkan subsidi yang mendukung IUU Fishing; serta
- 7) meningkatkan keuntungan ekonomi bagi negara-negara kepulauan dari pemanfaatan yang berkelanjutan, baik dari subsektor perikanan tangkap, perikanan budi daya, maupun wisata bahari.

Upaya mewujudkan pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan di Indonesia tentunya tidak mudah karena berbagai permasalahan yang dihadapi, seperti

- 1) belum optimalnya pemantauan, pengendalian, dan pengawasan karena terbatasnya kapasitas SDM,
- 2) lemahnya penegakan hukum,
- 3) minimnya koordinasi antarsektor yang terkait dengan pembangunan kelautan,
- 4) minimnya kerja sama antar-*stakeholders* perikanan (pengusaha perikanan, nelayan, akademisi/peneliti, dan pemerintah), termasuk belum optimalnya koordinasi antara pemerintah pusat dan daerah,
- 5) minimnya data hasil penangkapan dan minimnya riset yang komprehensif dan mendalam terkait dengan aspek bio-ekologi hingga sosial ekonomi pengelolaan sumber daya perikanan yang dieksploitasi. Dengan demikian, untuk mewujudkan pengelolaan perikanan laut yang berkelanjutan, berbagai persoalan klasik tersebut harus mampu diatasi dan dibenahi.

Referensi

- Abrahamsz, J., Alansar, T., Abdillah, T., Makailipessy, M. M., & Thenu, I. M. (2017). Model integrasi efektivitas pengelolaan kawasan konservasi dan status pengelolaan perikanan: Kasus taman pulau kecil Kei Kecil. *Coastal and Ocean Journal*, 1(2), 179–188. Doi: 10.29244/COJ.1.2.179-188
- Annur, C. M. (2023, 7 Juli). *Konsumsi ikan di Indonesia naik pada 2022, tertinggi sedekade terakhir*. Databoks. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/07/07/konsumsi-ikan-di-indonesia-naik-pada-2022-tertinggi-sedekade-terakhir>.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2019, 11 Desember). Perikanan berkelanjutan dukung percepatan pembangunan ekonomi nasional. *Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas)*. <https://www.bappenas.go.id/index.php/berita/perikanan-berkelanjutan-dukung-percepatan-pembangunan-ekonomi-nasional>
- Ballesteros, M., Chapela, R., Ramí rez-Monsalve, P., Raakjaer, J., Hegland, T. J., Nielsen, K. N., Laksá, U., & Degnbol, P. (2018). Do not shoot the messenger: ICES advice for an ecosystem approach to fisheries management in the European Union. *ICES Journal of Marine Science*, 75(2), 519–530. Doi: 10.1093/icesjms/fsx181.
- California Environmental Associates. (2018). *Tren sumber daya kelautan dan pengelolaan perikanan di Indonesia: Ulasan tahun 2018*. Diakses pada 14 Oktober 2023. <https://www.packard.org/wp-content/uploads/2019/05/Tren-Sumber-Daya-Kelautan-dan-Pengelolaan-2018.pdf>.
- Charles, A. T. (2001). *Sustainable fishery systems*. Blackwell Science.
- Damanik, M. R. S., Lubis, M. R. K., & Astuti, A. J. D. (2016). Kajian pendekatan ekosistem dalam pengelolaan perikanan di wilayah pengelolaan perikanan (WPP) 571 Selat Malaka Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Geografi*, 8(2), 165–176. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/geo/article/view/5780>.

- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2011). *Indikator keberhasilan pendekatan ekosistem dalam pengelolaan perikanan (EAFM) dan penilaian awal pada wilayah pengelolaan perikanan Indonesia*.
- Latuconsina, H. (2018). *Ekologi perairan tropis: Prinsip dasar pengelolaan sumber daya hayati perairan*. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press.
- Latuconsina, H. (2020). *Ekologi ikan: Biodiversitas, adaptasi, ancaman, dan pengelolaannya (Edisi kedua)*. Gadjah Mada University Press.
- Muawanah, U., Yusuf, G., Adrianto, L., Kalthar, J., Pomeroy, R., Abdullah, H., & Ruchimat, T. (2018). Review of national laws and regulation in Indonesia in relation to an ecosystem approach to fisheries management. *Marine Policy*, 91, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.027>.
- Pikitch, E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. O., Dayton, P., Fluharty, D., Heneman, B., Houde, E. D., Link, J., Livingston, P. A., Mangel, M., McAllister, M. K., Pope, J., & Sainsbury, K. J. (2004). Ecosystem-based fishery management. *Science*, 305(5682), 346–347.
- Pratiwi, Y. D., Saputra, D. E., Tallo, D. K. O., & Dewanti, E. T. (2022). Politik hukum penetapan wilayah pengelolaan perikanan dan penangkapan ikan terukur dalam pembangunan sumber daya perikanan berkelanjutan. *Jurnal Bina Hukum Lingkungan*, 6(3), 362–385. <https://doi.org/10.24970/bhl.v6i3.283>
- Putra, I. P. Y. P., Arthana, I. W., & Pratiwi, A. M. (2020). Penilaian status domain sumber daya ikan berdasarkan pendekatan ekosistem untuk pengelolaan perikanan tongkol krai (*Auxis thazard*) di Perairan Selat Lombok yang didaratkan di Desa Seraya Timur, Bali. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 4(2), 27–39.
- Supriatna, J. (2021). *Pengelolaan lingkungan berkelanjutan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Trenggono, S. W. (2023). Penangkapan ikan terukur berbasis kuota untuk keberlanjutan sumberdaya perikanan di Indonesia. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan, Edisi Khusus 2023*, 1–8. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12057>



Glosarium

- Acropora* : salah satu terumbu karang tipe bercabang yang termasuk ke dalam famili Acroporidae
- adveksi : proses perpindahan awan dari satu titik ke titik yang lain dalam satu horizontal sebagai akibat dari adanya arus angin atau perbedaan tekanan di udara
- agar : jenis polisakarida yang ditemukan dalam rumput laut merah, memiliki potensi sebagai agen imunostimulan
- akuakultur : kegiatan budi daya organisme air, seperti ikan, udang, dan tumbuhan air lainnya, di dalam lingkungan kontrol, seperti kolam atau wadah lainnya
- akustik : bidang ilmu kelautan yang mendeteksi target di kolom perairan dan dasar perairan dengan menggunakan suara sebagai mediannya
- alat penangkapan ikan (API) : sarana dan perlengkapan atau benda-benda lainnya yang dipergunakan untuk menangkap ikan

- alga : tumbuhan berklorofil, berukuran dari beberapa mikro sampai bermeter-meter; hidupnya bergantung pada gerakan air
- alginat : polisakarida yang ditemukan pada alga cokelat, memiliki efek imunomodulasi pada ikan dan udang
- alometrik negatif (minor) : pertambahan panjang tubuh lebih cepat daripada pertambahan bobot tubuhnya
- alometrik positif (mayor) : pertambahan bobot tubuh lebih cepat daripada pertambahan panjang tubuhnya
- anti-inflamasi : kemampuan untuk mengurangi peradangan dalam tubuh
- antioksidan : senyawa atau zat yang melindungi sel-sel dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas
- antropogenik : bersifat buatan manusia
- arlindo : aliran massa air pada lapisan termoklin yang bergerak dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia akibat adanya perbedaan tinggi paras laut antara kedua samudra
- armondo : arus yang terbentuk karena pergerakan angin monsun yang secara rata-rata mengalir dari Laut Cina Selatan masuk ke Laut Jawa melewati Laut Natuna dan Selat Karimata
- artificial reef* (terumbu buatan) : benda yang diturunkan ke dasar perairan sehingga berfungsi layaknya habitat ikan
- asam lemak : senyawa organik yang merupakan komponen dasar lipid, sering ditemukan dalam rumput laut
- bank sampah : konsep pengumpulan dan pemilahan sampah untuk kemudian ditransaksikan layaknya perbankan

<i>base scientific available</i>	: penentuan kuota berdasarkan data ilmiah tentang potensi sumber daya ikan dan penggunaannya
bioaktif	: senyawa atau zat yang memiliki efek biologis atau aktivitas fisiologis pada organisme
bioremediasi	: proses penggunaan beragam jenis organisme hidup, untuk dapat membersihkan atau mengurangi pencemaran dalam lingkungan
biosekuriti	: langkah-langkah untuk mencegah penyakit atau masalah keamanan lainnya dalam suatu lingkungan budi daya
bioturbasi	: perilaku “menggali” atau mengaduk sedimen atau substrat perairan oleh organisme
<i>blue economy</i> (ekonomi biru)	: sebuah pendekatan dalam pengelolaan sumber daya laut yang berfokus pada keberlanjutan, mempromosikan eksploitasi sumber daya laut yang lebih bijaksana, serta mempertimbangkan dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan
cantrang	: jaring tarik yang pengoperasiannya menggunakan tali selambar yang panjang di dasar perairan dengan melingkari ikan demersal, kemudian menarik dan diangkat ke kapal yang sedang berhenti/berlabuh jangkar
<i>catch limit</i>	: kuota penangkapan ikan yang ditetapkan dalam kerangka kebijakan Penangkapan Ikan Terukur, yang membatasi jumlah ikan yang boleh ditangkap oleh nelayan atau perusahaan perikanan untuk memastikan pelestarian sumber daya perikanan
<i>community development quota</i> (CDQ)	: strategi pengelolaan yang melibatkan komunitas lokal dalam pengelolaan sumber daya perikanan dengan tujuan mendorong pertumbuhan sektor perikanan

- coral* (karang) : biota laut sederhana penghasil kapur, cara hidupnya bervariasi soliter atau membentuk koloni dengan ukuran dari yang kecil hingga beberapa meter
- coral reef* (terumbu karang) : ekosistem laut yang terdiri dari berbagai asosiasi biota dengan komponen utamanya adalah karang
- degradasi : kemunduran, kemerosotan, penurunan
- ekosistem perairan : lingkungan air yang melibatkan interaksi antara organisme hidup dan faktor-faktor lingkungan di suatu wilayah air tertentu
- ekosistem : sistem ekologis yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan lingkungannya
- ekowisata : kegiatan pariwisata yang berwawasan lingkungan dengan mengutamakan aspek konservasi alam, aspek pemberdayaan masyarakat lokal
- encrusting* : bentuk koloni dengan bentuk lembaran yang merayap dan mengikuti bentuk
- e-PIT* (Aplikasi Pendukung Penangkapan Ikan Terukur) : perangkat lunak atau aplikasi yang digunakan dalam implementasi kebijakan Penangkapan ikan terukur, membantu dalam pemantauan dan pelaporan penangkapan ikan
- eSLO* (Electronic Standar Laik Operasi) : sistem yang digunakan untuk memproses permohonan standar laik operasi di perikanan tangkap
- eufotik : lapisan perairan di mana terdapat cahaya matahari yang cukup untuk mendukung terjadinya kegiatan fotosintesis
- fase pentaktula : fase hidup larva teripang yang dicirikan dengan perilaku menempel pada substrat (lamun atau sedimen)

fekunditas	: jumlah telur matang dalam ovarium yang akan dikeluarkan pemijahan
<i>filter feeder</i>	: hewan yang memakan partikel dan materi organik dan makhluk hidup yang tersuspensi di air; cara makan hewan tersebut adalah dengan menyaring makanan
<i>fishing ground</i> atau zona penangkapan ikan	: suatu kawasan perairan yang menjadi sasaran dalam usaha penangkapan ikan
fitokimia	: senyawa kimia yang ditemukan dalam tumbuh-an, seperti polifenol, flavonoid, tanin, dan terpenoid
fitoplankton	: tumbuhan yang hidup mengapung yang melayang-layang di laut yang ukurannya sangat kecil
<i>fly ash</i>	: abu terbang sisa pembakaran batu bara
fotosintesis	: suatu proses biokimia pembentuk zat makanan, seperti karbohidrat, yang dilakukan tumbuhan berklorofil
fragmentasi	: pemecahan menjadi beberapa bagian
fucoidan	: polisakarida sulfat yang ditemukan pada alga cokelat, memiliki efek imunostimulan pada ikan dan udang
gametogenesis	: proses biologis yang terjadi dalam sel organisme hidup untuk membentuk gamet
<i>ghost fishing</i>	: tertangkapnya ikan dan fauna laut oleh alat tangkap yang terbuang ke
gross ton (GT)	: suatu ukuran berat yang digunakan untuk mengukur kapasitas bruto atau volume internal suatu kapal. Satuan ini menggambarkan berapa banyak muatan atau kargo yang dapat diangkut oleh kapal tersebut.

- harga acuan ikan : harga ikan yang ditetapkan untuk perhitungan Nilai Produksi Ikan saat didaratkan. Harga ini berdasarkan data dari pusat informasi pelabuhan perikanan dan mengacu pada harga patokan yang telah ditetapkan untuk setiap jenis ikan sesuai peraturan yang berlaku.
- imunostimulan : zat atau senyawa yang merangsang sistem kekebalan tubuh, meningkatkan daya tahan organisme terhadap penyakit dan stres
- individual fishing quota* (IFQ) : sistem yang memberikan hak kepemilikan individu atas sebagian kuota penangkapan ikan
- insentif : dorongan atau keuntungan yang dapat meningkatkan pelaksanaan suatu tindakan, dalam hal ini, pemanenan rumput laut
- isometrik : pertumbuhan berat sama dengan pertumbuhan panjang
- izin daerah : izin yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah (provinsi) yang mengatur operasi kapal perikanan di wilayah laut hingga 12 mil laut
- izin pusat : izin yang dikeluarkan oleh pemerintah pusat yang mengatur operasi kapal perikanan di wilayah laut di atas 12 mil laut
- jaring hela : kelompok alat penangkapan ikan yang bersifat aktif. Umumnya berupa jaring berbentuk kantong yang terdiri dari sayap jaring, badan jaring, kantong jaring, tali ris atas, tali ris bawah, tali selambar, pelampung, pemberat serta dilengkapi dengan alat pembuka mulut jaring dan perangkat pelolosan atau pereduksi hasil tangkapan sampingan. Dioperasikan di kolom atau dasar perairan atau dihela di kapal yang sedang melaju dengan cara mengurung ikan. Target tangkapan berupa ikan demersal, ikan pelagis, dan krustasea.

jaring insang	: alat penangkapan ikan berbentuk persegi panjang yang dilengkapi dengan pelampung, pemberat, tali ris atas dan bawah
jasa ekosistem	: manfaat langsung dan tidak langsung yang diberikan kepada manusia dalam bentuk aset ekosistem dan dapat dikonversi menjadi aliran barang dan jasa penting yang bernilai ekonomis
jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB)	: jumlah total ikan yang diperbolehkan ditangkap sesuai dengan kuota yang ditetapkan
kalsifikasi	: proses pembentukan kapur dan rangka karang
kanstin	: media transplantasi berbentuk balok (40 cm x 30 cm x 15 cm) berbahan baku <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>
karagenan	: jenis polisakarida yang ditemukan dalam rumput laut merah, memiliki potensi sebagai agen imunostimulan
karotenoid	: pigmen yang memberikan warna pada tanaman dan dapat berperan sebagai antioksidan
keberlanjutan sumber daya perikanan	: prinsip menjaga sumber daya perikanan agar tetap tersedia untuk generasi masa depan dengan meminimalkan dampak negatif eksploitasi saat ini
kepulauan	: gabungan pulau-pulau yang membentuk konfigurasi kelompok pulau pada suatu kawasan, saling berinteraksi secara ekologi, sosial budaya, dan ekonomi
koloni	: kelompokkan dari polip yang terbentuk dari pembelahan induk yang sama

kompresor	: alat atau mesin yang berperan meningkatkan atau menempatkan fluida gas (tekanan udara)
konservasi	: upaya perlindungan sumber daya alam dari kerusakan
laminarin	: polisakarida yang ditemukan pada alga cokelat, memiliki efek imunomodulasi pada ikan dan udang
lampara dasar	: alat penangkapan ikan yang terbuat dari jaring dan menyerupai payang
lamun	: tumbuhan angiospermae yang tumbuh di dasar laut dangkal laut
makroalga	: alga laut yang dapat dilihat secara kasat mata dan termasuk berbagai jenis seperti alga cokelat, merah, dan hijau
mangrove	: vegetasi hutan yang tumbuh di sekitar kawasan pasang surut
<i>maximum sustainable yield</i>	: hasil tangkapan terbesar yang dapat dihasilkan suatu stok sumber daya perikanan
<i>mesh size</i>	: ukuran lubang pada jaring penangkap ikan
metabolisme	: serangkaian proses biokimia kompleks yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup
monofilamen	: bahan penyusun alat penangkapan ikan yang terbuat dari sebuah benang nilon
monsun	: angin musiman yang bersifat periodik dan terjadi terutama di Samudra Hindia dan sebelah selatan Asia
mutu produk budi daya	: kualitas produk yang dihasilkan dari kegiatan budidaya, termasuk kebersihan, gizi, dan kesehatan
nelayan	: orang yang mata pencariannya melakukan penangkapan ikan

- nilai produksi ikan : nilai ikan hasil tangkapan yang didaratkan di pelabuhan pangkalan. Nilai ini dihitung berdasarkan berat ikan yang didaratkan, dikalikan dengan harga ikan.
- overeksploitasi : proses pengambilan sumber daya terbarukan sampai sumber daya tersebut menjadi berkurang
- overfishing* : suatu kondisi saat kegiatan penangkapan ikan dilakukan secara berlebihan sehingga jumlah ikan yang diambil melebihi kapasitas reproduksi populasi ikan tersebut. Hal ini dapat menyebabkan penurunan populasi ikan hingga pada tingkat yang berbahaya
- pancing ulur : salah satu alat tangkap dengan kombinasi tali dan pancing yang dilengkapi dengan pemberat
- pelabuhan perikanan : kawasan perikanan yang berfungsi sebagai tempat labuh kapal perikanan dan tempat pendaratan ikan
- pencemaran : masukan zat-zat asing atau polutan ke dalam suatu lingkungan, dalam hal ini, ekosistem perairan
- pengumpan suspensi : hewan yang memakan bahan (seperti organisme planktonik) dan serasah yang tersuspensi di dalam air
- polip : koloni karang yang dibentuk oleh ribuan hewan kecil
- polisakarida : senyawa karbohidrat kompleks yang terdiri dari molekul gula yang terikat bersama, seperti fucoidan, ulvan, laminarin, dan alginat
- prosedur migrasi perizinan : prosedur yang mengatur perpindahan izin kapal perikanan dari izin daerah ke izin pusat, terutama untuk kapal yang beroperasi di wilayah laut di atas 12 mil laut

Pukat cincin	: alat penangkapan ikan berupa jaring menyerupai kantung
Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan (PIPP)	: situs web untuk memberikan informasi terkait pelabuhan perikanan dan berbagai aspek terkait perikanan di Indonesia
<i>Quota Management System (QMS)</i>	: sistem yang mengatur penangkapan ikan dengan kuota yang dapat diperdagangkan di antara operator perikanan
<i>race to fish</i>	: fenomena pelaku usaha perikanan bersaing untuk menangkap sebanyak mungkin ikan tanpa memperhatikan kualitas dan dampaknya terhadap sumber daya perikanan
<i>reef</i>	: terumbu
regenerasi stok ikan	: proses di mana populasi ikan dibiarkan berkembang kembali dengan tingkat reproduksi yang memadai
regulasi	: aturan yang dibuat otoritas untuk mengawasi segala hal agar berjalan tertib dan lancar
rehabilitasi	: upaya untuk memulihkan meningkatkan fungsi lahan sehingga daya dukung lingkungan tetap terjaga
Rencana Induk Pelabuhan Perikanan Nasional	: dokumen yang berisi rencana jangka panjang untuk pengembangan infrastruktur dan aktivitas pelabuhan perikanan di tingkat nasional
resistensi	: kemampuan organisme untuk melawan atau tidak terpengaruh oleh suatu penyakit atau patogen
retardasi	: terjadinya perlambatan pertumbuhan karang karena adanya kompetisi unsur hara dengan alga yang berada di sekitar karang

- saponin : senyawa yang memiliki sifat pembersih dan dapat ditemukan dalam berbagai tumbuhan, termasuk makroalga
- sasi : pengetahuan ekologi masyarakat adat turun temurun, berupa “larangan” untuk mengambil keanekaragaman hayati di habitat alami (daratan atau lautan) sesuai mekanisme waktu yang diatur melalui aturan adat
- schooling* : kelompok ikan yang hidup bersama-sama membentuk gerombolan, berenang ke arah yang sama secara terkoordinasi
- Scleractinia* : karang batu
- senyawa bioaktif : zat gizi dan non-zat gizi yang terdapat dalam pangan (nabati dan hewani) yang dapat menghasilkan efek fisiologis di luar nilai gizi dasar produk tersebut
- serebrosida : salah satu bentuk dari lipid
- setting* : serangkaian langkah atau proses yang dilakukan oleh nelayan untuk menetapkan dan mengoperasikan peralatan penangkapan ikan mereka, seperti jaring atau pukat. *Setting* melibatkan penyesuaian dan penempatan peralatan penangkapan ikan di lokasi yang dianggap strategis atau berpotensi tinggi untuk menangkap ikan dengan hasil yang maksimal.
- Sistem Informasi dan Layanan Administrasi Perikanan Tangkap (SILAT) : sistem yang mengelola data perizinan berusaha di sektor perikanan

- Sistem Informasi Logbook Penangkapan Ikan (Silopi) : sistem untuk mengisi dan melaporkan buku harian penangkapan ikan
- simbion : makhluk hidup yang melakukan simbiosis
- Sistem Informasi Pembayaran Hasil Perikanan Pascaproduksi (Simphoni) : sistem yang digunakan untuk memberikan pemberitahuan tentang kewajiban pembayaran hasil perikanan pascaproduksi
- Sistem Informasi Pengelolaan Kapal Perikanan (SIPALKA) : sistem yang mencatat informasi pendaftaran kapal perikanan
- Sistem Pemantauan Kapal Perikanan (SPKP) : sistem yang digunakan untuk memantau aktivitas kapal perikanan, terutama dalam memastikan apakah kapal tersebut beroperasi di wilayah laut di atas 12 mil laut
- spasial : bentuk pola, tekstur, dan luas dari suatu objek di permukaan bumi
- sphingoids : salah satu bentuk lipid yang ditemukan pada membran sel
- sterol : kelas senyawa yang memiliki inti atom karbon yang sama dan berperan dalam fungsi biologis tertentu
- stok ikan : kelompok individu dari spesies dalam satu populasi yang sama, menempati wilayah geografi tertentu, dan tidak melakukan percampuran (minimal) dengan stok ikan di wilayah sekitarnya.

- syahbandar : pihak yang memainkan peran sentral dalam mendukung implementasi penangkapan ikan terukur di pelabuhan perikanan, termasuk memastikan kapal perikanan mematuhi pembayaran PNBP pascaproduksi dan izin berlayar
- tangkapan utama : ikan/organisme lainnya yang menjadi sasaran utama penangkapan
- termoklin : lapisan dalam perairan laut di mana pada lapisan tersebut terjadi penurunan temperatur yang cepat terhadap kedalaman
- terpenoid : kelas senyawa yang ditemukan dalam minyak esensial tumbuhan dan memiliki berbagai efek biologis
- terumbu karang : sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut zooxanthellae
- tingkat kematangan: tahap-tahap tertentu perkembangan gonad gonad sebelum dan sesudah ikan memijah
- tingkat pemanfaatan sumber daya ikan (E) : ukuran yang menunjukkan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan dalam suatu zona penangkapan ikan. Nilai E yang rendah mengindikasikan potensi penambahan upaya penangkapan, sedangkan nilai E yang tinggi menunjukkan perlunya pengawasan ketat dan pengurangan upaya penangkapan.
- toksistasitas : tingkat kemampuan suatu zat untuk menimbulkan kematian atau gangguan fisiologis
- traceability* : kemampuan untuk melacak asal-usul ikan yang ditangkap, membantu meningkatkan kualitas dan keamanan produk perikanan serta menghindari praktik *overfishing*

- tradisi Turo : kegiatan tidak “melaut” atau melakukan penangkapan ikan pada hari Jumat
- transmitter VMS *online* : perangkat pengirim sinyal yang terhubung secara *online* dalam Sistem Pemantauan Kapal Perikanan untuk melacak pergerakan kapal
- ulvan : polisakarida yang ditemukan pada alga hijau, memiliki efek imunostimulan pada ikan
- upwelling* : fenomena air laut yang lebih dingin dan bermassa jenis lebih besar bergerak dari dasar laut ke permukaan akibat pergerakan angin di atasnya
- Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) : wilayah yang telah ditetapkan dalam Permen KP Nomor 18/Permen-KP/2014 sebagai wilayah pengelolaan perikanan negara Republik Indonesia. Mencakup kegiatan penangkapan dan pembudidayaan ikan yang meliputi perairan Indonesia, zona ekonomi eksklusif Indonesia, sungai, danau, waduk, rawa, dan genangan air lainnya yang potensial untuk diusahakan di wilayah Negara Republik Indonesia.
- zona penangkapan ikan : area atau wilayah perairan tertentu yang digunakan oleh nelayan untuk menangkap ikan
- zonasi : bentuk rekayasa teknik pemanfaatan ruang melalui penetapan batas-batas fungsional sesuai dengan potensi sumber daya dan daya dukung serta proses-proses ekologis yang berlangsung sebagai satu kesatuan dalam ekosistem pulau-pulau kecil

zooxathella : alga bersel tunggal yang terdapat dalam jaringan endoderma karang atau biota lainnya. Alga ini termasuk dalam Dinoflagellata, marga *Symbiodinium*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Tentang Editor



Khairul Amri lahir di Tungkar, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, 5 Juni 1967. Menyelesaikan pendidikan dasar hingga sekolah lanjutan pertama di tanah kelahirannya, ia kemudian hijrah menempuh pendidikan menengah atas di Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SPP-SUPM) Negeri Bogor dan lulus tahun 1987. Selanjutnya, ia menjadi *aquaculturist* tambak udang windu intensif PT Migra Tirta Saranindo di Lampung hingga 1990. Gelar Sarjana Perikanan diperoleh dari Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (PSP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Universitas Satya Negara Indonesia (USNI) Jakarta tahun 1997. Gelar Master Sains Teknologi Kelautan diraih tahun 2002 dari Institut Pertanian Bogor (IPB) saat bekerja sebagai staf Lab. Remote Sensing & GIS, Dit. TISDA-BPPT Jakarta. Gelar Doktor di bidang yang sama (IPB) diperoleh saat ia bekerja sebagai peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut (BRPL), Pusat Riset Perikanan KKP Jakarta, tahun 2012. Bidang minat dan keahlian yang ditekuni mencakup *fisheries oceanography*, pemanfaatan sumber daya perikanan, *marine remote sensing*, dan *environmental modelling*.

Berkarier sebagai peneliti sejak 2004 dengan bidang kepakaran Sumberdaya Perikanan dan Lingkungan hingga berhasil mencapai jenjang Peneliti Ahli Utama di Pusat Riset Perikanan, OR Kebumian dan Maritim, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) pada Januari 2023. Aktif mengabdikan ilmunya sebagai dosen FPIK USNI sejak 1999 hingga sekarang, serta membimbing maupun menguji mahasiswa pascasarjana (master dan doktor) di IPB University.

Beberapa pelatihan internasional yang pernah diikuti, antara lain, Aplikasi Marine Remote Sensing Data di Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand, 1999; Installation Ground Station Satellite di Institute Oceanography-National Taiwan University, Taipei, 2000; Cruise Training Regional BMEGA-SEAFDEC Project: The Trawl Operational R/V SEAFDEC-2 di Laut Cina Selatan, 2005; Scientific Meeting: The 3rd Working Party on Neritic Tunas, Indian Ocean Tuna Commission (IOTC), di Kuta Bali, 2013; Application of Ecopath with Ecosim & Ecosystem Workshop Kerjasama BOBLME Project-FAO-British Columbia University (UBC) di Phuket dan Bangkok (Thailand) pada Februari, September, dan November 2014; Fish Stock Analys Training-SEAPODYM Modelling di CLS Office, Toulouse (Prancis) 2014; serta Scientific Meeting Tuna Neritic Program SEAFDEC di Haipong (Vietnam) tahun 2015 dan Kuala Lumpur (Malaysia) tahun 2016.

Penulis aktif sebagai anggota organisasi profesi Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia (Mapin) sejak 1996; Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI) sebagai anggota (sejak 2010) dan Anggota Pengurus Pusat (2021–2024); serta anggota Perhimpunan Periset Indonesia (PPI) sejak didirikan hingga sekarang.

Dunia tulis-menulis merupakan hobi yang ditekuninya sejak 1986 dengan menjadi penulis artikel di beberapa media nasional (*Sinar Tani*, *Trubus*, *Agrobis*, *Suara Karya*, *Kartini*, *Intisari*, dan *Kompas*) serta pernah menjadi reporter/staf redaksi beberapa majalah agrobisnis (pertanian/peternakan) 1990–1998. Sampai saat ini ia telah memublikasikan (*author/co-author*) 76 *paper* di berbagai jurnal ilmiah nasional dan internasional; menulis 32 judul buku teknis

perikanan dan lainnya; editor/penyunting 15 judul buku/prosiding; serta *reviewer* di beberapa jurnal ilmiah nasional. Kontak yang dapat dihubungi: khairulamriyu@gmail.com.



Husain Latuconsina dilahirkan di Kota Masohi, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku, pada 14 Mei 1979. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar (1999–2003) dengan kajian skripsi tentang Konservasi Sumber Daya Hayati Perairan. Ia melanjutkan pendidikan pada Magister Ilmu Perikanan, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar (2009–2011) dengan kajian tesis tentang Ekologi dan Biodiversitas Ikan pada Ekosistem Padang Lamun, dan menempuh pendidikan Doktor di bidang Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana IPB University (2017– 2021), dengan kajian disertasi tentang Ekobiologi Ikan Baronang (*Siganus canaliculatus*).

Ia kini menjadi dosen tetap di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, sejak tahun 2019, dengan mengampu mata kuliah Ekologi Perairan Tropis, Ekologi Hewan, Ekologi Ikan, Taksonomi Vertebrata, Taksonomi Invertebrata, Manajemen Lingkungan, Amdal, dan Metode Penelitian. Sebelumnya ia menjadi dosen pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Darussalam Ambon sejak tahun 2006–2018 dengan mengampu mata kuliah Ekologi Perairan, Iktiologi, Biologi Perikanan, Manajemen Sumber Daya Perikanan, Amdal, dan Metode Penelitian. Jabatan akademik Lektor Kepala sejak tahun 2014.

Penulis aktif melakukan riset bidang bioekologi ikan dan manajemen sumber daya perikanan dengan dukungan pendanaan dari COREMAP II, LLDIKTI XII, Kemenristekdikti, LPDP-Kemenkeu, dan Universitas Islam Malang. Ia telah menghasilkan lebih dari 50 artikel ilmiah yang didiseminasikan pada berbagai

pertemuan ilmiah, dan dipublikasikan pada prosiding seminar, jurnal ilmiah nasional dan internasional. Sebanyak empat buku telah dihasilkan olehnya yang diterbitkan oleh Gadjah Mada University Press, yaitu (1) *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*, diterbitkan tahun 2016; (2) *Ekologi Ikan Perairan Tropis: Biodiversitas, Adaptasi, Ancaman, dan Pengelolaannya*, diterbitkan Tahun 2020; (3) *Iktiofauna Padang Lamun Perairan Tropis: Biodiversitas, Ancaman dan Pengelolaannya*, diterbitkan pada awal tahun 2023; dan (4) *Ikan Baronang Berbintik Putih (Siganus canaliculatus Park, 1797): Karakter Biometrik, Genetik, dan Biologi Populasi*, diterbitkan pada akhir tahun 2023.

Ia aktif sebagai mitra bestari pada 20 jurnal ilmiah nasional dan 10 jurnal ilmiah internasional, menjadi pengelola pada 5 jurnal ilmiah nasional, menjadi *reviewer* naskah *book chapter* pada salah satu penerbit buku internasional, dan tim editor dan *reviewer* buku pada Penerbit BRIN. Penulis tergabung dalam organisasi profesi, yaitu (1) Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII), (2) Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI), (3) Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (Ispikani), (4) Masyarakat Biodiversitas Indonesia (MBI), dan (5) Masyarakat Moluska Indonesia (MMI). *E-mail*: husain.latuconsina@unisma.ac.id atau husainlatuconsina@ymail.com.



Riesti Triyanti lahir di Banyuwangi, Jawa Timur, pada 26 April 1983. Ia menyelesaikan pendidikan dasar hingga sekolah menengah atas di tanah kelahirannya, selanjutnya menyelesaikan pendidikan sebagai Sarjana Sains dari Universitas Brawijaya, Malang (2001–2006). Gelar Magister Lingkungan diraihnya tahun 2018 dari Universitas Diponegoro dengan minat khusus Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

Ia berkarier sebagai peneliti sejak tahun 2007 hingga bulan Mei 2022 di Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, dalam Kelompok Peneliti

Dinamika Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan. Pada 1 Juni 2022 hingga sekarang menjadi peneliti di Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dan tergabung di Kelompok Riset *Blue Economy*. Topik penelitian yang ditekuni mencakup *Economic Valuation, Supply/Value Chain, Fisheries Management, Coastal Management, Social Ecological System, dan Gender in Fisheries*.

Pada tahun 2013 dan 2015 ia berkesempatan mengikuti *international course* dengan beasiswa dari Pemerintah Belanda di Wageningen University and Research, Netherlands, terkait *Market Access for Sustainable Development: Towards Pro Poor and Smallholder Inclusive Market Development* dan *Ecosystem Approach to Fisheries*. Pada tahun 2020 ia berkesempatan mengikuti pelatihan internasional dari University of Rhode Island dengan topik *Bioeconomy Analysis to Improve Fisheries Management Practice*.

Penulis aktif sebagai anggota organisasi profesi Indonesian Marine and Fisheries Socio - Economics Research Network (IMFISERN) tahun 2007–2022, sejak 2023 aktif menjadi pengurus pusat. Selain itu, ia juga aktif sebagai anggota Asian Fisheries Society (AFS) sejak tahun 2019 dan anggota Perhimpunan Periset Indonesia (PPI), d/h Himpunan Peneliti Indonesia (Himpenindo), sejak didirikan hingga sekarang.

Hingga saat ini ia telah memublikasikan 53 *paper* di berbagai jurnal ilmiah dan prosiding, baik nasional maupun internasional, sebagai *author/co-author*; menulis 15 judul buku ilmiah dengan topik sosial ekonomi kelautan dan perikanan; editor dan *reviewer* di beberapa jurnal ilmiah nasional, serta menjadi tim editor dan *reviewer book chapter* pada Penerbit BRIN. Kontak yang dapat dihubungi: ries005@brin.go.id; triyanti.riesti@gmail.com.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Tentang Penulis



A. Syahrudin dilahirkan di Kabupaten Sidenreng Rappang, Provinsi Sulawesi Selatan, pada 21 September 1976. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Hasanuddin, Makassar (1996–2001). Pada tahun 2010 ia diangkat menjadi ASN Kementerian Kelautan dan Perikanan dan ditempatkan di Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar, salah satu unit pelaksana teknis Kementerian Kelautan dan Perikanan, sampai dengan tahun 2015. Saat ini ia ditugaskan di Balai Pengelolaan Sumberdaya Kelautan dan Perikanan (BPSPL) Makassar Wilayah Kerja Palu dari tahun 2015–sekarang.

Ia aktif melakukan kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil serta konservasi jenis ikan yang dilindungi sesuai dengan tugas dan fungsi institusi tempat penulis mengabdikan, seperti Monitoring Jenis Biota Dilindungi (*Banggai Cardinal Fish*) di Banggai Laut, Survei Data Dukung dan

Daya Tampung Kawasan Konservasi (Wisata Bahari) di Kabupaten Tojo Una-Una dan Parigi Moutong, Rekonsiliasi Lahan Garam Pantai Talise Palu (Tim Kesekretariatan Bantuan Pemerintah Sarana/Prasarana Pengembangan Usaha Garam Rakyat), Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Kabupaten Parigi Moutong, dan Rehabilitasi Mikrohabitat Anemon Banggai Cardinal Fish (BCF) Banggai Laut. Penulis juga aktif dalam mengikuti seminar dan pelatihan-pelatihan terkait dengan pengelolaan ruang laut dan konservasi jenis ikan dilindungi.

Pernah mendapatkan penghargaan sebagai Pegawai Ditjen Pengelolaan Ruang Laut dengan Kinerja Terbaik di Garda Terdepan Pelayanan pada tahun 2022. *E-mail*: asho.ogiesidenreng@gmail.com.



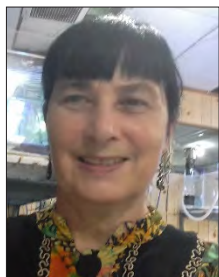
Abdul Gani dilahirkan di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, pada 27 Maret 1985. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu (2004–2010) dengan kajian skripsi tentang "Keanekaragaman Jenis Invertebrata yang Berasosiasi dengan Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Teluk Palu Kelurahan Panau, Kota Palu". Kelurahan Panau,

Kota Palu. Ia melanjutkan pendidikan Magister Ilmu Perikanan di Program Pascasarjana Universitas Tadulako Palu (2013–2015) dengan kajian tesis "Studi Habitat dan Kebiasaan Makanan (*Food Habit*) Ikan Rono Lindu (*Oryzias sarasinorum* Popta, 1905)".

Penulis kini menjadi dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Muhammadiyah Luwuk sejak tahun 2017, dengan mengampuh mata kuliah Budidaya Avertebrata Air, Budidaya Air Tawar, Dasar-dasar Ilmu Tanah, Limnologi, dan Ikan Hias dan Akuaskap. Sebelumnya ia pernah menjadi tenaga pengajar di Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL Palu) (2014–2015) dan Universitas Tompotika Luwuk (2016–2017). Jabatannya Akademik Lektor sejak tahun 2022.

Penulis aktif melakukan riset bidang Ekobiologi Ikan dan Manajemen Sumberdaya Perairan dengan dukungan pendanaan pribadi/swadaya, Kemenristekdikti, dan Majelis Tinggi PP Muhammadiyah (RisetMu). Ia telah menghasilkan sekitar 30 artikel ilmiah yang didiseminasikan pada berbagai pertemuan ilmiah dan dipublikasikan pada prosiding seminar, jurnal ilmiah nasional dan internasional. Selain itu, sesekali ia menjadi *reviewer* di jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga tergabung dalam organisasi profesi, yaitu Bakti Peneliti Profesional Indonesia (BPPI) dan Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (Ispikani).

Penulis juga aktif di komunitas/lembaga penggiat alam bebas yang berbasis riset dan ilmu pengetahuan, seperti Mapala Sagarmatha, Ekspedisi Riset Akuatika (ERA) Indonesia, dan Sa'ngu Adventure. *E-mail*: abdulgani273085@gmail.com.



Abigail Mary Moore dilahirkan di Leek, Staffordshire, UK (Inggris), pada 21 Januari 1957. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi *Ship Science* (Ilmu Perkapalan) di Faculty of Engineering, Southampton University, UK (1976–1979) dan pendidikan magister pada Program Studi Global Biodiversity Monitoring and Conservation (Monitoring dan Konservasi Keanekaragaman Hayati Global), University of Hull, UK (1996–1998), dengan penelitian di Kepulauan Wakatobi, Sulawesi Tenggara, saat itu masih calon taman nasional. Ia menempuh pendidikan doktor di Program Studi Ilmu Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar (2016–2019) dengan judul disertasi "*Microhabitats of the Banggai cardinalfish (Pterapogon kauderni, Koumans 1933) in a holistic conservation context*".

Penulis mengabdikan sebagai sukarelawan di berbagai LSM di Sulawesi Tengah (1999–2011), kemudian sebagai dosen di Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu (STPL-Palu) (2011–2016). Saat ini ia bekerja sebagai dosen di Sekolah Pascasarjana Universitas

Hasanuddin. Pertama kali ia menemukan ikan endemik capungan Banggai atau Banggai *cardinalfish* (*Pterapogon kauderni*) di Kepulauan Banggai pada tahun 2004 dalam rangka komponen yang dilaksanakan oleh Yayasan Palu Hijau pada program EC-PREP yang didanai dari Uni Eropa, di Indonesia melalui kerja sama Network of Aquaculture Centres in Asia (NACA) dan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya di Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Sejak 2004 ia terlibat dalam berbagai program bertujuan mendukung pelestarian ikan capungan Banggai, di antaranya dalam rangka Program Mitra Bahari dan program-program KKP dan LSM lainnya serta di dunia akademik, baik melalui STPL-Palu maupun pada masa studi dan penelitian disertasi doktor. *E-mail*: abigail@pasca.unhas.ac.id.



Achmad Rizal adalah Doctor of Philosophy pada University of Waterloo Kanada bidang Geografi Lingkungan dengan konsentrasi Pengelolaan Pesisir, Master of Applied Science dari Australian Maritime College, Tasmania, Australia, dan Sarjana Perikanan dari Institut Pertanian Bogor. Selain itu, ia juga menjadi staf pengajar pada Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako, Palu.

Ia aktif menulis di berbagai jurnal ilmiah, baik nasional maupun internasional. Kepala Pusat Pengkajian Kelautan dan Pemberdayaan Masyarakat Pesisir (PPKPMP) Universitas Tadulako, Palu. Penulis juga sebagai penulis utama buku berjudul *Pengelolaan Kawasan Pesisir ditinjau dari Aspek Lingkungan dan Sumberdaya Alam* yang diterbitkan oleh Penerbit Deepublish tahun 2023. *E-mail*: achmadrizal919@rocketmail.com.



Achmad Zamroni lahir di Jepara, 21 Agustus 1978. Ia menyelesaikan pendidikan Sarjana Perikanan dari Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya (1978), Magister of Science (M.Sc) dari Hiroshima University–Japan (2010), dan Doctor of Philosophy (Ph.D) dari Hiroshima University (2013) serta mendapatkan predikat *Excellent Student*. Ia mulai meniti karier sebagai PNS mulai Desember 2002–2015 di Pusat Riset

Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan (PRPPSE) sebagai calon peneliti bidang sosial ekonomi kelautan dan perikanan. Tahun 2015–pertengahan 2022 ia melanjutkan karier peneliti di Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.

Sejak pertengahan 2022 sampai saat ini ia melanjutkan berkarier di Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler (PREPS), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Peneliti pertama diperoleh pada tahun 2007 dan mengalami kenaikan jenjang fungsional peneliti dua tingkat ke Peneliti Madya Tahun 2014 sampai saat ini. Ia aktif terlibat dalam kegiatan ilmiah, antara lain, seminar internasional, seminar nasional, editor jurnal nasional terakreditasi, *reviewer* di jurnal internasional dan nasional, asosiasi keilmuan nasional dan internasional, memimpin kegiatan penelitian bidang sosial ekonomi kelautan dan perikanan, analisis kebijakan kelautan dan perikanan, pembimbing akademik mahasiswa, pengajar pelatihan, pengajar akademik bidang sosial ekonomi, komite penguji, dan penelaah proposal.

Hasil karya ilmiahnya meliputi buku ilmiah, prosiding, jurnal nasional dan internasional, serta *policy brief*. Keahlian dan ketertarikan risetnya adalah di bidang *economic development, fisheries socioeconomics, fisheries governance, seaweed fisheries, community development, fishery livelihoods sustainability, sustainable rural development, community empowerment*, dan *circular blue economy*.
E-mail: achm051@brin.go.id.



Afifah Azzahra lahir di Jakarta pada 14 September 2001. Ia menempuh pendidikan sarjana di Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, dengan kajian skripsi "Adaptasi Nelayan Tradisional Menghadapi Perubahan Ekosistem Pesisir di Jakarta Utara". Ia memiliki minat terhadap riset terkait pengaplikasian ilmu geografi di wilayah pesisir dan masyarakat yang terkait di dalamnya. Ia pernah berpartisipasi dalam riset Transcend Project, yang berkolaborasi dengan mahasiswa dan kampus Ludwig Maximilians Jerman, mengenai kapasitas masyarakat terhadap banjir di Jakarta Utara. Ia juga berpartisipasi dalam kegiatan Blue-Urban Conference yang berkaitan dengan perkotaan di wilayah pesisir. *E-mail:* afifah.azzahra@ui.ac.id.



Achmad Fahrudin (Alm.), lahir dan besar di Bogor, Jawa Barat. Semasa hidup ia aktif sebagai peneliti senior dalam bidang pengelolaan sumber daya perikanan dan kelautan. Merupakan dosen tetap pada Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP) FPIK IPB University, Bogor. Ia menempuh pendidikan sarjana dan magister Perikanan dan Kelautan di FPIK IPB University dan menyelesaikan pendidikan doktor dalam bidang Sumber Daya Alam Kelautan di Christian Albrechts Universitat Zu Kiel Jerman.

Ia pernah menjabat sebagai Wakil Kepala Bagian Program Pusat Kajian Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (PKSPL) IPB University, menduduki jabatan sebagai Ketua Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut FPIK-IPB. Spesifikasi keahlian dan pengembangan keilmuannya berkaitan dengan ekonomi sumber daya, konservasi sumber daya alam, pengelolaan berkelanjutan pesisir dan laut, juga kebijakan pemanfaatan sumber

daya perikanan dan laut. Sebagai peneliti senior telah banyak karya buku yang dihasilkan secara mandiri maupun kolaboratif dengan penulis lain, seperti *Legalitas Hukum Kelautan dan Perikanan; Bentang Laut Lesser Sunda dan Bismarck Solomon; Tata Kelola Kawasan Konservasi Perairan: Sistem Tata Kelola, Sistem yang Dikelola dan Tata Kelola Interaktif; Pengelolaan Pesisir dan Laut secara Terpadu. (Integrated Coastal and Marine Management), School of Environmental Conservation and Ecotourism Management (SECEM); Indikator untuk Pengelolaan Perikanan dengan Pendekatan Ekosistem (Ecosystem Approach to Fisheries Management); Studi Perbandingan Sistem Bagi Hasil Perikanan Lokal dengan Undang-Undang Bagi Hasil Perikanan di Kecamatan Labuan, Jawa Barat. E-mail: Fahrudina@yahoo.com.*



R Adharyan Islamy adalah seorang dosen dan peneliti yang sekarang aktif di PSDKU Akuakultur Kampus Kota Kediri, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Ia mendapatkan gelar sarjana (S-1) pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya pada 2013, dan magister (S-2) pada Program Studi Budidaya

Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya pada 2017.

Kajian-kajian yang dikerjakannya saat ini adalah tentang lingkungan dan keanekaragaman spesies akuatik kaitannya dengan perikanan, khususnya air tawar. Beberapa topik kajiannya adalah tentang biodiversitas, kandungan, dan pemanfaatan rumput laut untuk kesehatan ikan. Dalam mengembangkan bidang keilmuannya sebagai dosen, penulis telah berkolaborasi dengan dosen dan peneliti lintas universitas untuk menerbitkan beberapa buku yang berjudul *Pestisida terhadap Ekosistem, Ikan dan Organisme Akuatik; Akuaponik Ikan Nila; Biokimia Produk Perikanan; dan Ikan Hias dan Akuaskap*. Selain itu, ia juga telah melakukan berbagai publikasi ilmiah dalam jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional bereputasi. *E-mail: r.adhariyan@ub.ac.id.*



Andi Ramlan dilahirkan di Ujung Pandang, 2 Juli 1982. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Jurusan/Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan, Universitas Hasanuddin, dan lulus pada tahun 2005. Ia melanjutkan Pendidikan Magister pada Jurusan/Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu di Universitas Hasanuddin (dalam masa studi).

Penulis saat ini bekerja pada instansi Kementerian Kelautan dan Perikanan pada unit kerja Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar dan memegang jabatan sebagai Analis Pengusahaan Jasa Kelautan Ahli Muda. Pengalaman kerja penulis di Bidang Pengusahaan Jasa Kelautan pada tahun 2018 sebagai Tim Selam pada “Identifikasi Potensi Pencadangan Kawasan Konservasi Perairan Kecamatan Liukang Tangaya Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan”. Pada tahun 2020 sebagai Tim Selam pada “Identifikasi dan Potensi BMKT di Perairan Kabupaten Kepulauan Selayar, Provinsi Sulawesi Selatan”. Pada tahun 2021 sebagai Tim Monitoring dan Evaluasi pada “Supervisi Fasilitasi Pembangunan Coral Garden dalam Rangka Pemeriksaan Fisik ICRG, Provinsi Bali”. Pengalaman publikasi penulis pada tahun 2022 pada jurnal *Sustainability-MDPI* dengan judul artikel “Comparison of Pyrene Biodegradation Using Two Types of Marine Bacterial Isolates”. *E-mail*: andi.ramlan@kkp.go.id; a.ramlan82@gmail.com.



Andik Isdianto, dosen Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia. Ia meraih gelar Sarjana Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, dan Magister Teknik Pengelolaan Pesisir di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Ia mengajarkan Konservasi Sumber Daya Kelautan dan Perikanan, Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut, Rehabilitasi Ekosistem Pesisir, Kawasan Konservasi Perairan, Ekowisata Laut, Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Perairan, Peraturan Perundang-undangan Perikanan Kelautan, Pemetaan Sumber Daya Hayati Kelautan, Sistem Informasi Geografis Kelautan, Penginderaan Jauh Kelautan, Akustik Kelautan, serta Pemetaan dan Pemantauan Lingkungan. Ia telah menulis berbagai karya ilmiah dengan topik ketahanan pesisir, pengelolaan pesisir, serta lingkungan perikanan dan kelautan. *E-mail*: andik.isdianto@ub.ac.id.



Andrian Ramadhan adalah seorang peneliti tingkat menengah di bidang ekonomi sosial dengan spesialisasi dalam perencanaan pesisir dan laut. Saat ini, ia bekerja di Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, yang berada di bawah Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Indonesia. Sebelum menduduki posisi saat ini, Andrian bekerja di Kementerian Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2005 sebagai peneliti pada Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.

Perjalanan akademik dimulai dengan gelar Sarjana yang diperolehnya dari IPB pada tahun 2004. Selanjutnya, ia mendapatkan gelar magister di Universitas Diponegoro pada Program Studi Pengembangan Wilayah dan Kota, serta Université de la Rochelle, Prancis, pada program studi aplikasi geografi untuk pengelolaan dan pembangunan wilayah pesisir. Gelar doktor diperoleh pada tahun 2023 di bidang Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Bandung (ITB). Sepanjang kariernya, Andrian telah memberikan kontribusi kepada komunitas akademik melalui berbagai penelitian dan publikasi yang selengkapnya tersaji pada tautan berikut: https://scholar.google.com/citations?hl=id&user=EKH4CYMAAAAJ&view_op=list_works. *E-mail*: andr056@brin.go.id.



Arief Setyanto lahir di Rembang, Jawa Tengah, tahun 1971, dan menyelesaikan pendidikan dasar hingga SMA di Rembang (SD Kutoharjo 2, SMP 3, dan SMA 2 Rembang). Tahun 1991, ia kuliah pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya. Di sinilah awal penulis menekuni bidang sistem ekologi dalam pengelolaan sumber daya perikanan tangkap. Pada masa Reformasi 1998 ia menjadi dosen di almamaternya.

Penulis mulai menekuni aspek pengelolaan sumber daya perikanan dan kelautan, terutama yang terkait dengan aspek biologi, sejak menjalani pendidikan di James Cook University Townsville, Queensland-Australia. Pendidikan tentang koleksi dan analisis data perikanan juga pernah penulis tekuni di Wageningen International, the Netherlands. Penulis juga sempat riset dan belajar pengelolaan perikanan di Australian National Centre for Ocean Resources and Security (ANCORS), University of Wollongong, New South Wales-Australia.

Ia telah menghasilkan lebih dari 30 artikel ilmiah yang didiseminasikan pada berbagai pertemuan ilmiah dan dipublikasikan pada prosiding seminar, jurnal ilmiah nasional, dan jurnal internasional. Buku yang ditulis: *Konservasi Laut dalam Pendekatan Biologi* dan *Alat dan Metode Penangkapan Ikan Laut dengan Gill Net di Jawa Timur* diterbitkan oleh UB Press dan MNC Media Nusa Creative. E-mail: asetyanto@ub.ac.id.



Augy Syahailatua dilahirkan di Ambon, 9 Agustus 1962, dan menempuh pendidikan dasar dan menengah di Ternate, Ambon, dan Jakarta. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di IPB University dan memperoleh gelar Sarjana Perikanan tahun 1985. Gelar M.Sc. dan Ph.D bidang oseanografi biologi diperoleh dari University of New South Wales (Australia) pada tahun 1993 dan 2005.

Penulis mulai berkarier sebagai peneliti oseanografi biologi di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sejak tahun 1986. Ia pernah menjabat sebagai Kepala Bidang Sumberdaya Laut di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI (2006–2009), Kepala UPT Balai Konservasi Biota Laut LIPI Ambon (2009–2014), Kepala Pusat Penelitian Laut Dalam LIPI (2014–2019), dan Kepala Pusat Penelitian Oseanografi LIPI (2019–2021). Saat ini, sebagai Profesor Riset bidang oseanografi biologi di Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Penulis telah menghasilkan sebanyak 78 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain, dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding. Sejumlah 32 KTI ditulis dalam bahasa Inggris. Selain itu, lebih dari 35 artikel ilmiah populer yang telah dihasilkan dan diterbitkan di media cetak nasional dan lokal.

Penulis juga ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, di antaranya sebagai pembimbing skripsi (S-1) pada Universitas Pattimura, Universitas Hasanuddin, Universitas Padjadjaran, Institut Pertanian Bogor, dan Institut Teknologi Bandung; pembimbing tesis (S-2) pada Universitas Pattimura; dan pembimbing disertasi (S-3) pada Institut Pertanian Bogor; serta penguji disertasi (S-3) pada Institut Pertanian Bogor dan Universitas Hasanuddin.

Selain itu, penulis aktif dalam organisasi profesi ilmiah, antara lain sebagai Pengurus Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI) (2004–2008) dan sebagai anggota ISOI (1987–saat ini), Australian Society for Fish Biology (1990–2007), Australian Marine Science Association (1991–2011), Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (1986–saat ini), Masyarakat Ikan Indonesia (2002–saat ini), dan Himpunan Peneliti Indonesia (2013–saat ini).

Penulis menerima beberapa tanda penghargaan, baik tingkat nasional maupun internasional, antara lain CSIRO–LIPI Award (2004), The Endeavour Australia (2007), Satyalancana Karya Satya XX Tahun (2013), Peserta Diklat Pimpinan Tingkat II Terbaik ke-2 (2016), dan Satyalancana Karya Satya XXX Tahun (tahun 2017).
E-mail: augy001@brin.go.id.



Cahyo Prayogo lahir di Tulungagung, 3 Januari 1973. Bidang keilmuan: Pemulihan Biodiversitas dan Ekosistem terhadap Perubahan Iklim. Ia merupakan Guru Besar bidang Ilmu Manajemen Sumberdaya Hutan dan Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Mata kuliah yang diampu: Pertanian Berlanjut, Manajemen Kesuburan Tanah, Manajemen Agroekosistem, dan Statistika. Ia menempuh pendidikan S-1 Ilmu Tanah, S-2 Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan ditempuh di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dan S-3 bidang Plant and Environmental Science di University of Warwick, UK.

Ia telah menghasilkan lebih dari 50 artikel ilmiah yang didiseminasikan pada berbagai pertemuan ilmiah dan dipublikasikan pada prosiding seminar, jurnal ilmiah nasional, dan jurnal internasional. Beberapa buku telah ia tulis, di antaranya *Pemulihan Biodiversitas dan Ekosistem Lahan Bekas Tambang Pasir di DAS Bangsri-Wajak*; *Aksi Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim & Lingkungan: Persepsi dan Strategi Perbaikan Pengelolaan Limbah Rumah Tangga di Kota Malang*; *Perubahan Iklim: Sebab dan Dampaknya terhadap Kehidupan*. E-mail: c.prayogo@ub.ac.id.



Daduk Setyohadi lahir dan dibesarkan di Banyuwangi dari keluarga guru. Ia lulus pendidikan sekolah dasar di Kecamatan Muncar tahun 1975 dilanjutkan sekolah menengah pertama di Kecamatan Srono dan lulus tahun 1977. Ia menempuh pendidikan menengah atas pada Sekolah Menengah Persiapan Pembangunan (SMPP) di Kota Banyuwangi dan lulus tahun 1981. Setelah itu ia melanjutkan ke jenjang pendidikan tinggi di Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, pada Program Studi Manajemen Penangkapan Ikan (MPI) atau Perikanan Tangkap dan lulus tahun 1986.

Pada tahun 1987 ia diterima sebagai pengajar (dosen) pada Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang. Setelah menjadi dosen, ia melanjutkan pendidikan jenjang S-2 pada Program Pascasarjana Universitas Brawijaya dan lulus tahun 2000. Pendidikan program S-3 ditempuhnya pada Program Doktor Ilmu Pertanian di Universitas Brawijaya lulus dengan predikat Dengan Pujian dan menjadi lulusan terbaik pada wisuda tahun 2010.

Selama menjadi dosen, beberapa jabatan yang pernah disandang, yaitu Ketua Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan periode tahun 2002–2005, Ketua Laboratorium Perikanan Tangkap dan Laut periode tahun 2010–2013, Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumber daya Kelautan Perikanan periode tahun 2014–2018, dan Wakil Dekan Bidang Akademik Tahun 2018–2022. Bidang keahliannya adalah pada Sertifikasi Dosen sebagai Dosen Profesional di bidang Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan. Beberapa tulisan yang penulis hasilkan dalam bentuk hasil penelitian maupun artikel mengarah ke topik pengkajian stok dan dinamika populasi ikan. Demikian juga dengan mata kuliah yang diampu serta topik disertasinya yaitu “Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali: Analisis Simulasi Kebijakan Pengelolaan 2008–2020”. Saat ini memiliki pangkat Pembina Tingkat I, Golongan IV/b, dan jabatan fungsional Lektor Kepala. Aktivitas selain sebagai dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, juga sebagai asesor Akreditasi Program Studi dan Perguruan Tinggi Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT) sejak tahun 2018 dan anggota Tim Pendirian dan Perubahan Perguruan Tinggi Swasta Penyelenggara Pendidikan Akademik serta Pembukaan dan Perubahan Program Studi Akademik pada Perguruan Tinggi sejak tahun 2021. *E-mail*: daduks@ub.ac.id.



Deddy Wahyudi dilahirkan di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, pada 24 April 1986. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu (2004–2009) dengan kajian skripsi tentang "Kondisi dan Komposisi Terumbu Karang di Perairan Teluk Palu Kelurahan *Panau Kota Palu*". Ia melanjutkan pendidikan pada Magister Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana Universitas Tadulako, Palu (2012–2015), dengan kajian tesis tentang "Diversitas, Distribusi dan Kelimpahan *Glass eel* di Muara Sungai Palu".

Penulis kini menjadi dosen tetap pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Palu sejak tahun 2009, dengan mengampu mata kuliah Konservasi Sumberdaya Perairan, Ekologi Perairan dan Pencemaran Perairan, Biologi Perikanan, Limnologi, Avertebrata Air, Dasar-Dasar Budidaya Perairan, Limnologi, Ikhtiologi dan Pakan Ikan. Jabatan akademik Asisten Ahli Kepala sejak tahun 2011.

Ia aktif melakukan riset bidang bioekologi ikan dan manajemen sumber daya perikanan dengan dukungan pendanaan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, LLDIKTI XVI, serta Kemenristekdikti. Ia telah menghasilkan lebih dari 30 artikel ilmiah yang didiseminasikan pada berbagai pertemuan ilmiah dan dipublikasikan pada prosiding seminar, jurnal ilmiah nasional, dan jurnal internasional. Penulis tergabung dalam organisasi profesi, yaitu Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (Ispikani), Indonesia Society for Tropical Eels, dan Professional Association of Diving Instructors (PADI). *E-mail*: deddywahyudi@stplpalu.ac.id atau deddywahyudi24@gmail.com.



Dewa Gede Raka Wiadnya lahir di Ubud, Bali, pada 19 Januari 1959. Ia menyelesaikan pendidikan S-1 di IPB Bogor (1983); S-2 di Department of Aquaculture & Fisheries, Wageningen Agriculture University (1992); dan S-3 di Universitas Brawijaya (2014). Ia mengawali karier sebagai asisten dosen pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya, Malang, sejak tahun 1984. Mata kuliah yang diampu: Dinamika Populasi Ikan,

Eksplorasi Penangkapan Ikan, Konservasi Sumber daya Perikanan dan Kelautan, dan Pengolahan Data Perikanan. Di samping aktivitasnya di dunia kampus, penulis cukup lama terlibat pada proyek dan NGOs asing di Indonesia, seperti Asian Development Bank (ADB), World Wildlife Foundation for Nature (WWF), dan The Nature Conservancy (TNC). Sejak tahun 2016 ia ditunjuk sebagai anggota Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Ikan (Konnaskajiskan) dan Dewan Penyunting pada Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia (JPPI) KKP. Beberapa buku yang ditulis, di antaranya *Pengkajian Stok dan Dinamika Populasi Ikan Lemuru*, *Master Plan Pariwisata Alam Taman Nasional Komodo*, dan *Profil Perikanan Budidaya Provinsi Jawa Timur*. E- mail: dgr_wiadnya@ub.ac.id.



Dita Wisudyawati lahir di Surabaya, Provinsi Jawa Timur, pada 25 Mei 1991. Menempuh pendidikan pada Program Studi Budidaya Perairan di Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga Surabaya (2010–2014). Ia bekerja di perusahaan pengalengan ikan tuna (2014–2015) pada Divisi *Quality Control Document*. Ia melanjutkan pendidikan pada program Master of Aquaculture and Marine Resource Management

dengan spesialisasi Aquaculture di Wageningen University and Research, the Netherlands (2017–2019). Ia bekerja sebagai *Data Analyst*

Consultant dengan World Wide Fund (WWF) Indonesia, khususnya *Aquaculture Team* (2021).

Ia bekerja sebagai *research assistant consultant* dengan The Global Alliance for Improved Nutrition (GAIN) Indonesia dengan topik *Ecological Causes and Impacts of Fish Losses and Fish Production in Tropical Countries* (2021). Ia bekerja sebagai staf perikanan di perusahaan agrobisnis pada Divisi Perikanan (2021–2022).

Penulis saat ini menjadi dosen tetap pada Departemen Akuakultur Program Studi Akuakultur di Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga Surabaya, sejak Oktober 2023. Penulis juga menjadi pengurus Ikatan Alumni Fakultas Perikanan dan Kelautan (IKA FPK) Universitas Airlangga Surabaya sebagai Sekretaris II pada periode 2021–2025. *E-mail*: ditawisudyawati@unair.ac.id.



Donwill Pangabean lahir pada 20 November 1976 di Tembilahan, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Sejak 2002 ia menetap di Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat. Ia memperoleh gelar Sarjana Perikanan (S.Pi) tahun 2002 dari Program Studi Marine Science Universitas Riau, gelar Master Sains (M.Si) tahun 2011 dari Program Studi Marine Technology IPB, dan gelar Doktor tahun 2020 dari Program Studi Marine

Fisheries Technology IPB. Bidang keahlian penulis adalah *Underwater Acoustic Detection*, *Fisheries Oceanography*, dan *Remote Sensing*.

Sejak tahun 2003, penulis aktif dalam riset kelautan dan perikanan, di antaranya Ekspedisi *Census of Marine Life* di Selat Makassar yang dilaksanakan Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O LIPI) pada Oktober 2003; Ekspedisi International Nusantara Stratification AND Transport (INSTANT) di Selat Makassar, Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Timor, yang diikuti enam lembaga riset kelautan dari lima negara (BRKP Indonesia, LDEO USA, SIO USA, CSIRO Australia, LODYC Prancis, dan NIOZ Belanda) pada Januari 2004; Ekspedisi *JMF Triangle Seas Experiment*

di Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores yang dilaksanakan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) pada Agustus 2015.

Sejak November 2021, penulis adalah dosen tetap di Sekolah Pascasarjana Universitas Terbuka, mengampu mata kuliah Metode Penangkapan Ikan, dan mata kuliah Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut. Penulis telah menghasilkan satu *book chapter* yang berjudul "Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL dan Klorofil-a di Selat Makassar" yang diterbitkan oleh Universitas Terbuka tahun 2023. E-mail: donwill@ecampus.ut.ac.id.



Eli Nurlaela dilahirkan di Ciamis, Provinsi Jawa Barat, pada 10 Juli 1986. Penulis memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan di Universitas Diponegoro pada 2008. Penulis melanjutkan pendidikan S-2 tahun 2016 pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Pantai di Universitas Diponegoro.

Penulis pernah bekerja di Satuan Kerja Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Kejawanan-Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2010–2017, kemudian di UPTD Pengawasan Sumber daya Kelautan dan Perikanan Wilayah Utara-Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Barat tahun 2018–2020. Saat ini, penulis aktif sebagai Dosen Kepelabuhan Perikanan pada Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan di Politeknik Ahli Usaha Perikanan.

Pada tahun 2022, penulis memperoleh Sertifikasi Ahli Kepelabuhanan dan telah melakukan kajian di bidang kepelabuhanan perikanan di Indonesia. Penulis juga memiliki beberapa publikasi ilmiah, baik yang diterbitkan di jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional bereputasi. E-mail: elimumtaza@gmail.com.



Endang Yuli Herawati lahir di Tegal pada 4 Juli 1957. Penulis menempuh pendidikan S-1 di Universitas Brawijaya bidang Manajemen Sumber Daya Perairan (1977–1983), melanjutkan studi master di Universitas Gadjah Mada di bidang Biologi Laut (1989–1992), serta memperoleh gelar doktor di Universitas Brawijaya dalam bidang Pesisir dan Kelautan (2004–2008).

Saat ini, ia adalah Guru Besar di Program Studi Ilmu Kelautan FPIK UB dengan bidang Biologi Lingkungan. Mata kuliah yang diampu, yaitu Planktonologi, Ekologi Perairan, Biologi Perikanan, Mikrobiologi Perairan, dan Manajemen Sumber Daya Perikanan. Salah satu tim penulis dalam buku *Plankton Selat Bali: Identifikasi, Dinamika dan Solusi Pemantauannya* dan buku *Distribusi Mikroalga di Perairan Indonesia*. E-mail: herawati_ey@ub.ac.id.



Erry Nabil bekerja di sektor pembangkit listrik sebagai *Plant Chemist and Environment Engineer* dengan pengalaman 25 tahun. Latar belakang pendidikannya, yaitu Sarjana (S-1) Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Bidang keahliannya meliputi penerapan sistem manajemen lingkungan, pengendalian parameter-parameter kimia di pembangkit listrik, penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Kimia, pengolahan air baku dan air limbah, pengendalian limbah B3, serta pengendalian emisi gas buang industri.

Penulis berperan aktif dalam program mandiri energi masyarakat desa melalui biogas rumah dan program perlindungan hayati melalui transplantasi terumbu karang dan penghijauan kawasan pesisir. E-mail: Errynabil@gmail.com.



Fahriya Bahalwan lahir di Ambon, Maluku, merupakan ASN yang berpengalaman dalam penyusunan dokumen perencanaan wilayah daerah dan kajian-kajian tata ruang. Sebelumnya ia bekerja pada bidang Infrastruktur dan Kewilayahan Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bapplitbangda) Kabupaten Maluku Tengah (Masohi). Saat ini ia bertugas di Dinas Cipta

Karya dan Tata Ruang Kota Sorong. Ia meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (Planologi), Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang, dengan hasil penelitian ilmiah berjudul "Studi Arah Pengembangan Wisata Konvensi di Kota Batu Jawa Timur".

Ia terlibat dalam penyusunan RTRW Kabupaten Belu Nusa Tenggara Timur; tim penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Maluku Tengah; tim perumusan Rencana Kerja Pembangunan Daerah (RKPD) Kabupaten Maluku Tengah; tim perumusan dokumen Evaluasi Infrastruktur dan Evaluasi Pengembangan Wilayah Kabupaten Maluku Tengah; tim penyusunan dokumen Pengembangan Kawasan Strategis Cepat Tumbuh Kabupaten Maluku Tengah; penulis pada kolom opini di media massa lokal Kota Sorong dan nasional tentang pengelolaan kawasan wisata berkelanjutan dan pengembangan wilayah kepulauan. *E-mail*: creeya009@gmail.com.



Fety Widiанти Aptasari memperoleh gelar Sarjana Akuntansi di Universitas Islam Indonesia dan Magister Akuntansi di Universitas Mataram. Ia merupakan seorang praktisi akuntansi yang saat ini bekerja di perusahaan teknologi. Ia memiliki ketertarikan dalam isu akuntansi sektor publik *E-mail*: fetyaptasari@gmail.com.



Getreda Melsina Hehanussa dilahirkan di Teminabuan, Kabupaten Sorong Selatan, Provinsi Papua Barat Daya, pada 3 Maret 1975. Ia menempuh pendidikan Sarjana pada Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pancasakti Tegal (1994–1999) dan melanjutkan pendidikan pada Magister Manajemen Perikanan, Program Pascasarjana Universitas Terbuka (2012–2014) dengan kajian tesis tentang "Kajian Persepsi dan Partisipasi Masyarakat Lokal terhadap Penetapan Kawasan Konservasi Perairan dan Strategi Perwujudan di Kota Sorong Provinsi Papua Barat"

Mengawali karier sebagai pelaksana di Akademi Perikanan Sorong pada 2002, penulis kini menjadi Kepala Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (BPSPL) Denpasar, salah satu unit pelaksana teknis (UPT) Direktorat Jenderal Pengelolaan Kelautan dan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan, sejak Juli 2023. Sebelumnya penulis juga menjabat sebagai Kepala BPSPL Makassar (2021–2023), Kepala BPSPL Pontianak (2016–2021) dan Kepala Loka Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (LPSPL) Sorong (2009–2016).

Penulis aktif melakukan kegiatan pengelolaan yang meliputi perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya pesisir, laut, dan pulau-pulau kecil yang berkelanjutan. Penulis juga menjadi salah satu kontributor dan pengulas pada *Sulu-Sulawesi Seascape Regional Convergence Meeting: Towards Establishing Transboundary Coordination Mechanisms for the Sulu-Sulawesi Seascape* di Cebu, Filipina (2018), serta menjadi salah satu penulis pada jurnal Unit Evolusioner dan Pengelolaan Ikan Endemik Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*). *E-mail*: getreda.hehanussa@kkp.go.id atau getreda75@gmail.com.



Hakim Miftakhul Huda mulai Juli 2022 bergabung dengan Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Organisasi Riset Tata Kelola Pemerintahan, Ekonomi dan Kesejahteraan Masyarakat, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Pendidikan terakhir diperoleh dari Program Studi Ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan, Institut Pertanian Bogor dengan gelar Magister Sains pada tahun 2015. Riset yang dilakukan sejak 2008 terutama terkait sosial ekonomi pada sumber daya kelautan dan perikanan. Penulis dapat dihubungi melalui *email* di haki005@brin.go.id.



Ibnu Budiman menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia (2009–2013). Melanjutkan pendidikan pada program Magister Ilmu Lingkungan di Wagenigen University & Research (WUR) (2017–2018). Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikannya di Program Doktor Sosiologi di Wagenigen University & Research (WUR) (2020–2024).

Ia memiliki pengalaman dalam penelitian, konsultasi, dan pelatihan mengenai sistem pangan berkelanjutan, penggunaan lahan, dan energi, dari berbagai sudut pandang, sistem sosio-ekologis, kebijakan, tata kelola, keuangan, dan teknologi. Ia bekerja di sejumlah lembaga internasional. Saat ini ia merupakan *expert* di Global Green Growth Institute, melakukan kajian untuk mendukung rencana pembangunan nasional (RPJMN) Indonesia. Sebelumnya, ia menjadi *Research Analyst* di The World Bank di GP Agriculture dan *Researcher* di World Resources Institute dan Global Alliance for Improving Nutrition. *E-mail*: ibnu.budiman@wur.nl atau budimanibnu26@gmail.com.



Iham Marasabessy lahir dan besar di Ambon, Maluku, merupakan dosen tetap pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan (MSDP) Fakultas Perikanan Universitas Muhammadiyah Sorong. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan (MSP) Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar dan melanjutkan pendidikan magister pada Sekolah Pascasarjana IPB University Bogor, mengambil Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan (SPL-IPB).

Kajian dan pengembangan keilmuan terfokus pada bidang Ekologi Pesisir, Sistem Sosial Ekologi, Perencanaan Ruang Pesisir dan Laut. Ia pernah terlibat dalam Tim Riset identifikasi potensi sumber daya alam di Pulau Kecil Terluar dan Terdepan di Kabupaten Natuna; tenaga ahli pada PT Fasade Kobetama International untuk kajian kerentanan wilayah Kepulauan Raja Ampat; bersama Yayasan Econusa Ocean Devision melakukan riset kolaborasi pengelolaan berkelanjutan sumber daya pesisir dan laut berbasis kearifan lokal masyarakat kepulauan di Pulau ManyaiFun Raja Ampat; tergabung dalam Tim Riset Forum Pendidikan Tinggi Se-Sorong Raya (Dikti Soraya) pada kajian perikanan skala kecil; sebagai Ketua Tim Riset bersama Prodi Sosiologi Fakultas Fisip Unamin dalam kajian konektivitas wilayah pulau kecil dan pulau induk melalui prespektif pengembangan wilayah kepulauan di Pulau Arar Kabupaten Sorong. Penulis berita pada beberapa media massa *online* lokal dan nasional tentang isu-isu pengelolaan dan pemanfaatan ruang laut dan pulau-pulau kecil. *E-mail*: illo.marssy@gmail.com.



Ilham Zulfahmi dilahirkan di Desa Dayah Mesjid, Kecamatan Gandapura, Kabupaten Bireuen, Provinsi Aceh, pada 16 Juli 1988. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Bireuen, penulis melanjutkan pendidikan sarjana pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala dan magister pada Program Studi Pengelolaan Sumber daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Sejak tahun 2021, penulis bekerja sebagai salah satu dosen tetap pada Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala. Bidang keahlian penulis adalah ekologi dan pencemaran perairan. Di samping mengajar, penulis aktif melakukan berbagai kegiatan penelitian terkait bidang keahlian yang ditekuni. Sejumlah hibah penelitian telah dimenangkan oleh penulis meliputi Penelitian Dasar Kompetitif Nasional 2022–2023 (Kemendikbudristek) dan Penelitian H-Indek 2023 (Universitas Syiah Kuala).

Penulis juga aktif melakukan publikasi hasil penelitian pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi. Selain menghasilkan karya tulis ilmiah, ragam tulisan dalam bentuk opini terkait pengelolaan sumber daya perikanan dan kelautan juga telah diwartakan oleh beberapa surat kabar. Sebanyak lima buku telah dihasilkan oleh penulis meliputi (1) *Osteologi ikan keureling Tor tambroides*, (2) *Ekotoksikologi akuatik*, (3) *Kompatarif osteologi Tor tambroides dan Tor tambra*, (4) *Identifikasi Keanekaragaman Jenis dan Bioekologi Udang Air Tawar Bagian Timur Aceh*, dan (5) *Ursa Mayor di Langit Utara: Membangun Gagasan Kemaritiman, Perikanan dan Kelautan Indonesia*. E-mail: ilham.zulfahmi@usk.ac.id.



Kharisma Khabibillah dilahirkan di Cilacap, Jawa Tengah pada 3 Juni 1992. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Makassar (2010–2015) dengan kajian skripsi tentang "Pemanfaatan Agar-Agar Kertas dari Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss sebagai Bahan Tambahan Kertas Daur Ulang."

Penulis saat ini menjadi Analis Pengusahaan Jasa Kelautan Ahli Pertama di Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Makassar, Direktorat Jenderal Pengelolaan Kelautan dan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Penulis aktif mengikuti survei data series populasi Banggai Cardinal Fish sejak tahun 2021. *E-mail*: kharisma.khabibillah@kkp.go.id atau kharisma.khabibillah@gmail.com.



Mohamad Iksan Badarudin, lahir di Ambon Maluku, adalah dosen tetap pada Program Studi Pengolahan Hasil Perikanan (PHP) Fakultas Perikanan Universitas Muhammadiyah Sorong. Ia pernah menjabat sebagai Dekan Fakultas Perikanan Universitas Muhammadiyah Sorong dan saat ini dipercaya sebagai Wakil Rektor 1 Bagian Akademik dan Riset Universitas Muhammadiyah Sorong. Meraih gelar Sarjana Perikanan pada

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan (THP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura Ambon dan memperoleh gelar magister di bidang Ilmu Kelautan pada kampus yang sama.

Fokus kajian keilmuan berorientasi pada bidang Pengolahan Hasil Perikanan dan Ilmu Kelautan. Ia pernah menjadi tim riset kolaborasi bersama Yayasan WWF Indonesia pada kajian pengelolaan berkelanjutan sumber daya perikanan di Papua Barat; menjadi tim riset kolaboratif dalam kajian pengembangan kawasan ekowisata mangrove di pulau kecil bersama Dosen Kehutanan Unamin Sorong;

menjadi ketua tim riset pengelolaan perikanan dengan pendekatan ekosistem pada wilayah Kepulauan Kota Sorong studi Pulau Soop. Ia tergabung dalam Tim Riset Forum Pendidikan Tinggi Se-Sorong Raya (Dikti Soraya) pada kajian perikanan skala kecil. *E-mail*: channox66@gmail.com.



Muhammad Helmi Falah memperoleh gelar Sarjana Akuntansi di Universitas Islam Indonesia dan Magister Akuntansi di Universitas Mataram. Ia menjadi pengelola yayasan pendidikan Tunas Cendekia Mataram, sekolah islam terpadu dari prasekolah hingga SMA. Ia pernah bekerja di lembaga kemanusiaan internasional selama tiga tahun dan fokus dalam bidang pemberdayaan. Salah satu hasil dari observasi dan pemberdayaan yang telah dilakukan, penulis tuangkan dalam *book chapter* ini. *E-mail*: helmifallah@gmail.com.



Muhammad Nur lahir di Palattae (Bone), Sulawesi Selatan pada 24 Desember 1990. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanudin, pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Perikanan, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan selesai pada tahun 2015 melalui program Beasiswa Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) calon dosen. Pendidikan program doktor penulis tempuh pada tahun 2017 hingga tahun 2020 di Program Studi Pengelolaan Sumber daya Perairan, Institut Pertanian Bogor melalui program BPPDN.

Penulis saat ini bekerja sebagai dosen di Program Studi Budidaya Perairan/Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat sejak tahun 2015 sekarang dan menjabat sebagai Unit

Pengelola Teknis (UPT) Laboratorium Terpadu. Terkait dengan organisasi keprofesian, penulis aktif di Masyarakat Iktiologi Indonesia dan menjabat Kordinator Wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Barat. Selain itu, penulis aktif menulis dan reviewer pada berbagai jurnal dan buku. Beberapa buku yang telah dihasilkan, yaitu *Ikan Pirik: Ekobiologi dan Konservasi*, *Buku Ajar Penangkapan Ikan Terbang*, *Find the Way*, *Tingkah Laku Ikan*, *Ekonomi Perikanan*, *Ekologi Ikan: Persebaran dan Keragaman Ikan*, *Pengelolaan Pesisir*, *Rekayasa Akuakultur*, dan *Ekonomi Perikanan*. Bidang kajian yang digeluti, yaitu ekobiologi ikan, iktiologi, dan konservasi sumber daya ikan. *E-mail*: muhammadnur@unsulbar.ac.id.



Neri Kautsari lahir di Desa Moyo, Kecamatan Moyo Hilir, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, pada 4 Januari 1985. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya (2004–2008). Melanjutkan pendidikan magister (2011 hingga 2013) dan pendidikan doktoral (2017–2020) di IPB University.

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Universitas Samawa (2008–sekarang) dengan mengampuh mata kuliah konservasi perairan, biologi perikanan, rancangan percobaan, fisiologi hewan air, statistik, pengkajian stok, dan mata kuliah lainnya. Penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan pembinaan kemahasiswaan yang meraih kompetisi nasional, seperti menjadi dosen pendamping dalam program kreativitas (PKM), Program Peningkatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PPK Ormawa), Program Peningkatan Wirausaha Mahasiswa (P2MW), Magang Program MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka), dan juga sebagai pemandu LKMM wilayah Nusa Tenggara Barat.

Ia aktif melakukan riset dan pengabdian kepada masyarakat dalam bidang konservasi, literasi laut, biologi perikanan, dan

rehabilitasi perairan dengan dukungan pendanaan dari berbagai mitra, di antaranya Kemendikbudristekdikti, COREMAP, dan Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappeda) Kabupaten Sumbawa. Ia telah menghasilkan ±50 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada berbagai jurnal nasional dan internasional. Beberapa di antaranya didiseminasikan pada seminar nasional dan internasional. Selain itu, ia juga telah menghasilkan satu buku bidang perikanan dengan judul *Laut dan Kita*. Buku *chapter*-nya di luar bidang perikanan dengan judul *Gagasan Inovasi Pendidikan Indonesia*. Pada tahun 2022, penulis terpilih sebagai pemenang sayembara materi virtual perikanan dan kelautan untuk pemuda Indonesia yang diselenggarakan oleh Telkom Indonesia bekerja sama dengan ITDR. Penulis terlibat menjadi tenaga ahli dalam beberapa kegiatan, di antaranya pembentukan BLUD Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Sumbawa-Sumbawa Barat pada tahun 2022, Penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia Perairan Darat pada tahun 2022–2023, Rencana Pengembangan Pijar (Sapi, Jagung dan Rumpuk Laut) Kabupaten Sumbawa, dan beberapa kegiatan lainnya. Penulis tergabung dalam beberapa forum keilmuan, antara lain aktif dalam Forum Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan Nusa Tenggara Barat (FIP2B) dan Biodiversitas Indonesia. *E-mail*: nerikautsari040185@gmail.com.



Novalina Serdiati adalah alumnus S-3 Manajemen Sumber Daya Perairan, Universitas Brawijaya. Saat ini ia sebagai Guru Besar (Profesor) dan aktif sebagai dosen yang berafiliasi di Program Studi Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako.

Beberapa kajiannya adalah tentang dinamika populasi ikan endemik, *DNA barcoding*, dan bioekologi ikan di Indonesia. Ia telah mendapatkan sejumlah hibah penelitian dari DIKTI. Ia telah berkolaborasi dengan dosen dan peneliti lintas universitas untuk

menerbitkan beberapa karya ilmiah dalam bentuk jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi sebagai upaya kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan. *E-mail*: novalimbongallo@gmail.com.



Rauzatul Nazzla lahir pada 4 Juni 1986 di Banda Aceh. Saat ini ia berdomisili di Kota Bogor. Ia memperoleh gelar Sarjana Kelautan (S.IK) tahun 2011 dan gelar Master Sains (M.Si) tahun 2016 dari Departemen *Marine Science and Technology* IPB. Saat ini ia sedang menyelesaikan pendidikan doktor di Departemen *Marine Science and Technology* IPB. Bidang keahlian penulis adalah *Marine Remote Sensing*, *Marine Geographic Information System*, dan *Marine Instrumentation*.

Sejak tahun 2013, penulis aktif berpartisipasi dalam riset dan kegi-atan sektor kelautan perikanan, di antaranya Penyusunan Database Sumber Daya Perikanan dan Kelautan Kepulauan Raja Ampat; Pemetaan Karakteristik Oseanografi Perairan Dangkal Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara; Penyusunan RZWP3K Provinsi Riau; Penyusunan RZWP3K Provinsi Bengkulu; dan Penyusunan Ranperda Integrasi Materi Teknis Peta RZWP3K ke dalam Peta RTRW Provinsi Bengkulu. Penulis telah menghasilkan satu *book chapter* yang berjudul "Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil dengan SPL dan Klorofil-a di Selat Makassar" yang diterbitkan oleh Universitas Terbuka tahun 2023. Hingga saat ini, penulis berkibrah sebagai praktisi (konsultan) sektor kelautan dan perikanan dan sebagai direktur di institusi Sustainable Fisheries Center Indonesia (Sufic Indonesia). *E-mail*: rauzatulnazzla.suficindo@gmail.com.



Rinda Noviyanti lahir pada 3 November 1966 di Jakarta. Ia memperoleh gelar Insinyur Ir. dari Program Studi Marine Science and Technology IPB pada tahun 1991, gelar Master Sains (M.Si) dari Program Studi Marine Technology IPB tahun 2006, dan gelar Doktor dari Program Studi Marine Fisheries Technology IPB tahun 2016. Bidang keahlian penulis adalah *Capture Fisheries, Fishing Methods, dan Fishing Ground*.

Sejak 1999, penulis berkarier sebagai dosen tetap di Universitas Terbuka dan saat ini penulis adalah Lektor Kepala pada Program Studi Magister Manajemen Perikanan, Sekolah Pascasarjana Universitas Terbuka dan mengampu mata kuliah Metode Penangkapan Ikan, dan mata kuliah Inovasi Teknologi Perikanan. *E-mail*: rinda@ecampus.ut.ac.id.



Rizki Aprilian Wijaya dilahirkan di DKI Jakarta pada 26 April 1986. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Perikanan (S.Pi.) dari Program Studi Studi Manajemen Bisnis dan Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Universitas IPB, Magister Teknik (M.T.) dari Program Studi Pembangunan (*Development Studies*) Sekolah Arsitektur Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan (SAPPK), Institut Teknologi Bandung (ITB).

Penulis memulai karier sebagai PNS mulai Januari 2009 di Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan (BBRSEKP) sebagai calon peneliti. Jenjang jabatan fungsional ia diperoleh pada tahun 2014 sebagai Peneliti Muda dan pada tahun 2020 sebagai Peneliti Madya bidang sosial ekonomi kelautan perikanan. Pada tahun 2019, penulis menerima penghargaan Satyalancana Karya Satya 10 Tahun. Sejak tahun 2022 ia bergabung sebagai peneliti pada Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler (PREPS), Organisasi Riset Tata

Kelola Pemerintahan dan Kesejahteraan Masyarakat (OR TKPEKM), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Penulis aktif terlibat dalam kegiatan ilmiah tingkat nasional, anggota jaringan riset sosial ekonomi kelautan dan perikanan (IMFISERN), dan anggota Himpunan Peneliti Indonesia (Himpenindo). Pengalaman riset penulis di antaranya terkait dengan topik valuasi sosial ekonomi kelautan perikanan, Panel Kelautan dan Perikanan Nasional (Panelkanas), dampak perubahan iklim terhadap usaha perikanan, kajian konsep *blue economy*, subsidi perikanan, pengelolaan perikanan berbasis EAFM, pengelolaan perikanan rajungan berbasis *Open-Closed Season* (OCS), dan kajian desa wisata bahari. Penulis juga aktif sebagai *reviewer* pada *Journal of Fisheries and Marine Research* (JFMR) Universitas Brawijaya Malang, mitra bestari pada *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, dan *copy editor* pada *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* (JKSEKP). E-mail: rizk051@brin.go.id atau aprilianrizki@gmail.com.



Rully Isfatul Khasanah lahir di Situbondo, Jawa Timur, 3 Juli 1983. Ia menempuh pendidikan sarjana pada Jurusan Biologi Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya (2003–2008) dengan kajian tugas akhir bidang Ekologi Mangrove, kemudian melanjutkan pendidikan magister di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang (2011–2013) dengan kajian tesis "Perubahan Makanan dan Kandungan Asam Lemak Omega-3 pada Ikan *Sardinella lemuru* di Selat Bali".

Pada tahun 2015 ia memulai pendidikan di program doktor (S-3) Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang dengan minat manajemen sumber daya perairan dan kajian disertasi topik Kecepatan Tumbuh *Acropora* sp pada Media Berbahan Fly Ash Bottom Ash (FABA), menyelesaikan studi tersebut pada 2020. Sejak tahun 2017 sampai sekarang, ia bekerja sebagai

pengajar bidang ekologi perairan laut (Koralogi, Planktonologi, Konservasi Kelautan, Biologi Laut, Dinamika Populasi Ikan) di Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Ampel Surabaya Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Kelautan. *E-mail*: ulick.isfatul@gmail.com.

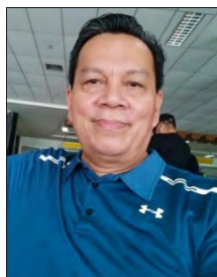


Sam Wouthuyzen dilahirkan di Makassar, 12 Mei 1956 dan menempuh pendidikan dasar (1968), pendidikan menengah pertama (1972), dan pendidikan menengah atas (1975) di Bandung. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan sarjana (S-1) di Fakultas Perikanan IPB, dan pendidikan pascasarjana S-2 (1987), dan S-3 (1991) di Nagasaki University, Jepang.

Karier penulis sebagai peneliti bidang oseanografi perikanan, *remote sensing* kelautan (*ocean color*), dan pengelolaan wilayah pesisir dimulai sejak tahun 1980 di Lembaga Oseanologi Nasional, LIPI (sekarang Pusat Riset Oseanografi, BRIN), dan ditugaskan di Stasiun Penelitian Ambon (1980–1985), Balai Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Laut–P3O LIPI (1986–2001) di Ambon, UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumber daya Manusia Oseanografi (LPKSDMO) Pulau Pari, P2O LIPI (2003–2018), dan kemudian sejak 2018, di Pusat Riset Oseanografi, BRIN. Lebih dari 40 kegiatan riset, pelatihan, pertemuan ilmiah, pelayaran riset ilmiah internasional dan nasional, baik sebagai *chief scientist* maupun sebagai peserta yang pernah diikuti penulis. Di samping sebagai peneliti, penulis juga mengajar di Fakultas Perikanan, Universitas Pattimura, Ambon (1980–1984, 1993–1998), dan di Pascasarjana Fakultas MIPA UI (2010 hingga kini). Tidak kurang dari 20 mahasiswa S-1, 9 pada program S-2, serta 7 pada program S-3 dari berbagai perguruan tinggi negeri (Unpatti, Unhas, IPB, ITB, UNJ, dan UI) yang skripsi, tesis, dan disertasi dibimbing oleh penulis. Selain itu, penulis juga pernah menjadi ketua redaksi maupun redaksi anggota serta mitra bestari (*reviewer*) dari berbagai jurnal nasional dan internasional.

Selama meniti karier sebagai peneliti, tidak kurang dari 100 karya tulis ilmiah (KTI) nasional dan internasional dalam bentuk, jurnal, prosiding, panduan yang telah dibuat, baik sebagai tulisan sendiri maupun dengan penulis lain.

Keanggotaan organisasi profesi yang pernah maupun yang masih tercatat, antara lain, Anggota Ikatan sarjana Oseanologi (ISOI), Anggota Perhimpunan Biologi (PHI), Anggota Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (Ispekani), Anggota Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (Mapin), Anggota Himpunan Ahli Pengelolaan Pesisir Indonesia (HAPPI), dan Himpunan Peneliti Indonesia (HPI), serta Anggota Komnas Kajiskan. *E-mail*: swouthuyzen@yahoo.com; samw001@brin.go.id.



Samliok Ndobe dilahirkan di Kolonodale (ibu kota Kabupaten Morowali Utara), Sulawesi Tengah, pada 5 Oktober 1962, dari ayah H. Pembeu Ndobe (almarhum) yang berprofesi sebagai guru sekolah dasar dan ibu Hj. Heromina Dewangga (almarhumah) sebagai petani. Ia menempuh pendidikan sarjana perikanan di Fakultas Perikanan (sekarang Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan) Universitas Sam Ratulangi,

Manado (1987), pendidikan magister pada Program Studi Biologi (Zoologi) Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor/IPB (1997) dan Program Doktor pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang (2010–2013). Ia merupakan wisudawan terbaik program doktor Universitas Brawijaya pada wisuda Desember 2013, IPK 4,0, predikat Dengan Pujian (*Cumlaude*). Kajian disertasi adalah "Biologi dan Ekologi Banggai Cardinalfish, *Pterapogon kauderni* (Suatu Kajian dalam Upaya Pengelolaan Perikanan Berbasis Konservasi)".

Penulis diangkat sebagai dosen tetap pada Fakultas Pertanian, Program Studi Budidaya Perairan Universitas Tadulako (Untad), Palu (1989–2003), Fakultas Peternakan dan Perikanan Program Studi

Akuakultur Untad (2003–sekarang). Jabatan akademiknya (fungsional) sekarang Lektor Kepala. Jabatan strukturalnya (dosen dengan tugas tambahan) sekarang sebagai Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Peternakan dan Perikanan, Untad. Selain itu, penulis juga sebagai dosen di Program Pascasarjana Program Studi Ilmu-Ilmu Pertanian Untad, dosen pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Untad (2017–sekarang), dosen luar biasa pada Fakultas Perikanan Universitas Alkhairaat (Unisa), Palu (1988–sekarang), dosen luar biasa pada Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan (STPL), Palu (2004–sekarang), dosen luar biasa pada Politeknik Palu. Mata Kuliah diampu yang relevan dengan Bidang Ilmu Manajemen Sumber Daya Perairan, antara lain, Pengelolaan Banggai Cardinalfish, Ekologi Perairan, Iktiologi, Limnologi, Avertebrata Air Biologi Perikanan, Biologi Laut, Mitigasi Bencana Sumber Daya Perairan, Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Berkelanjutan, Konservasi, dan Rehabilitasi Sumber daya Perairan.

Ia aktif melakukan penelitian Bidang Sumber Daya Perairan dan Bioekologi Perikanan melalui pendanaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Badan Riset Nasional (BRIN), Universitas Tadulako, Palu. Ia telah menghasilkan buku, artikel ilmiah pada jurnal, maupun prosiding ilmiah yang telah dipublikasikan dan didiseminasikan pada skala nasional dan internasional (<https://www.researchgate.net/profile/Samliok-Ndobe>).

Penulis mendalami dan mengkaji ikan endemik capungan banggai atau yang lebih dikenal Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni* Koumans, 1933) sejak tahun 2002 ketika direkrut sebagai tenaga ahli pada Yayasan Palu Hijau yang melaksanakan kerja sama Network of Aquaculture Centres in Asia (NACA) dan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Republik Indonesia, yang didanai Uni Eropa bertujuan mendukung pelestarian ikan capungan banggai. Sejak dua tahun terakhir (2022–2023) melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, penulis dipercaya sebagai salah satu Tim Penilai Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Jenis Ikan yang Dilindungi dan atau Jenis Ikan yang tercantum dalam Apendiks Convention on International Trade

in Endangered Species on Wild Fauna and Flora, di mana salah satu spesies yang masuk kategori dilindungi adalah Banggai cardinalfish.

Penulis aktif sebagai mitra bestari (*reviewer*) pada beberapa jurnal ilmiah nasional dan internasional. Penulis tergabung dalam organisasi profesi, seperti Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (Ispikani), Masyarakat Taksonomi Kelautan dan Perikanan Indonesia (Mataki), Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI), Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII), Masyarakat Moluska Indonesia (MMI), dan Masyarakat Biodiversitas Indonesia (MBI). *E-mail*: samliok@untad.ac.id, samndobe@yahoo.com, dan samliokndobe05@gmail.com.



Siti Hajar Suryawati dilahirkan di Provinsi Jawa Barat pada tanggal 12 Agustus 1977. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian (S.P) dari Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga, Fakultas Pertanian, Universitas IPB, dan Magister Sains (M.Si) dari Sub Program Studi Manajemen Industri Pangan, Program Studi Ilmu Pangan, Universitas IPB, serta Doktor (Dr.) dari Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber

Daya Alam dan Lingkungan, Universitas IPB.

Saat ini penulis berkarier sebagai peneliti pada Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Organisasi Riset Tata Kelola Pemerintahan dan Kesejahteraan Masyarakat (OR TKPEKM), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Sebelum pindah ke BRIN pada tahun 2020, ia adalah peneliti bidang kepakaran Sosial Ekonomi pada Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2002.

Bidang riset yang ia tekuni mencakup sosial ekonomi perikanan, pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan, sistem sosial ekologi, konsep ekonomi biru serta resiliensi masyarakat. Beberapa karya tulis yang pernah dipublikasikan dapat dilihat pada laman dengan identifikasi Scopus ID: 57220005595, SINTA ID: 6732386 maupun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Google Scholar: <https://goo.gl/2e4C8i>. E-mail: siti102@brin.go.id atau sitisuryawati@gmail.com.



Soemarno lahir di Madiun, 17 Agustus 1955. Ia memperoleh gelar sarjana (S-1) bidang Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Pendidikan Magister Science (S-2) di Institut Pertanian Bogor bidang Pengelolaan Sumber Daya Alam. Doktor (S-3) di perguruan tinggi yang sama bidang ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam. Guru Besar bidang Pengelolaan Sumber Daya Lahan Perencanaan Lingkungan dan Wilayah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Ia bekerja sebagai dosen di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya sejak tahun 1980. Jabatan Penulis di UB: Sekretaris LP3UB tahun 1998–2001, Ketua Program Studi S-2 Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UB tahun 2007–2009, Direktur Program Pascasarjana UB 2011–2014, dan Direktur di Pascasarjana Fakultas Pertanian UB tahun 2014–2018. Mata kuliah yang diampu: Dasar Perencanaan Pengembangan Wilayah, Dinamika Ekosistem Wilayah; Pembangunan & Dampak Lingkungan; Ecological Valuation of Coastal Zones; Filsafat Ilmu & Metode Penelitian; Filsafat Ilmu & Metode Penelitian; Perencanaan DAS.

Ia telah menghasilkan lebih dari 100 artikel ilmiah yang didiseminasikan pada berbagai pertemuan ilmiah dan dipublikasikan pada prosiding seminar, jurnal ilmiah nasional, dan jurnal internasional. Buku yang telah ia tulis, di antaranya *Praktek yang Mempengaruhi Bahan Organik Tanah dan Organisme Tanah; Agroekoteknologi Mulsa dan Tanaman Penutup Tanah di Kebun Jeruk; Pengelolaan Bahan Organik di Kebun Jeruk; Pengelolaam Kesuburan Tanah Berpasir; Teknologi LRBB untuk Memperbaiki Kinerja Kebun Kopi Rakyat; dan Agroekosistem Kebun Kopi: Indeks Produktivitas*. E-mail: smno@ub.ac.id.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sonny Koeshendrajana adalah peneliti pada Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Sebelum pindah ke BRIN pada tahun 2020, ia adalah peneliti bidang kepakaran Sosial Ekonomi pada Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan pada Kementerian Kelautan dan Perikanan. Ia telah berpengalaman sebagai peneliti sosial ekonomi perikanan sejak tahun 1984. Pendidikan S-1 diperolehnya dari Fakultas Perikanan IPB, M.Sc. bidang ekonomi Sumber daya dari Kasetsart University, dan Ph.D. dari University of New England Armidale, NSW Australia. Bidang riset yang ia tekuni mencakup Pengelolaan Perikanan Tangkap, Pengelolaan Perikanan Budidaya, Kelembagaan dan Valuasi Ekonomi Sumber Daya Perikanan. Beberapa karya tulis yang pernah dipublikasikan dapat dilihat pada laman dengan identifikasi Scopus ID:8867371200, SINTA ID: 6688869 maupun Google Scholar. *E-mail*: sonn005@brin.go.id.



Syamsul Bahri Agus, lahir di Makassar, Sulawesi Selatan, merupakan dosen tetap pada Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan (ITK) FPIK IPB University. Ia merupakan peneliti muda IPB yang berkontribusi dalam kajian kebencanaan dan pengembangan wilayah, khususnya di kawasan pesisir dan laut. Ia memperoleh gelar Sarjana Kelautan pada Prodi Ilmu Kelautan IPB University, melanjutkan pendidikan magister pada Prodi Teknologi Kelautan dan gelar Doktor pada bidang Pengelolaan Sumber daya Pesisir dan Lautan (SPL) FPIK IPB University. Ia pernah menjabat sebagai Kepala Laboratorium Pemetaan dan Pemodelan Spasial, Kepala Program Pusat Studi Bencana IPB University, dan saat ini dipercaya sebagai Kepala Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan IPB University. Spesifikasi keilmuan dan kepakaran penulis, yaitu pada bidang Ilmu Lingkungan Pesisir dan Laut, Penginderaan Jauh

dan Sistem Informasi Geografis. Karya buku yang dihasilkan dalam bentuk monograf secara mandiri maupun kolaborasi, seperti *Analisis Perencanaan dan Pengembangan Rumpon (fish shelter) Sebagai Upaya Meningkatkan Sumber Daya Ikan; Lembeh-Bitung Sulawesi Utara; Informasi Spasial Habitat Perairan Dangkal dan Pendugaan Stok Ikan Terumbu Menggunakan Citra Satelit*. E-mail: sba_cacul@apps.ipb.ac.id.



Yudatomo Tri Nugroho bekerja di sektor pembangkit listrik sebagai Head of QA, Chemistry & Environment, dengan pengalaman 23 tahun. Latar belakang pendidikannya adalah S-1 Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, 1991–1995. Bidang keahliannya meliputi penerapan sistem manajemen mutu, sistem manajemen lingkungan, serta pengendalian parameter-parameter kimia di bidang pembangkit listrik, pengolahan air, serta pengendalian emisi gas buang industri.

Di samping itu, ia berperan dalam pengembangan serta perlindungan keanekaragaman hayati meliputi kawasan konservasi Randutatah & Bermi EcoPark, program transplantasi terumbu karang, serta program penghijauan kawasan pesisir. Ia pernah menulis buku *Program Inovasi Efisiensi Air di PLTU Paiton Unit 5&6, Konservasi Hutan Mangrove & Cemara Laut untuk Perlindungan Burung Kuntul (Egretta sp.) dan Burung Cekakak Sungai (Todirhamphus chloris)*. E-mail: yudatomo150972@gmail.com.



Zakirah Raihani Ya'la lahir di Ujung Pandang pada 10 Februari 1968. Ia menjadi PNS pusat sebagai dosen tetap di Universitas Tadulako Palu sejak bulan Maret 1997 hingga sekarang. Penulis mengambil Jurusan Perikanan S-1 tahun 1987 dan tamat 1992 pada Universitas Hasanuddin. Kemudian ia melanjutkan studi S-2 Jurusan Ilmu Lingkungan tahun 1999 dan lulus tahun 2002 di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Universitas Gadjah Mada, dan melanjutkan studi S-3 pada Jurusan Manajemen Sumber Daya Pantai di Universitas Diponegoro pada tahun 2008 dan selesai tahun 2011.

Penulis aktif sebagai dosen pada Fakultas Peternakan dan Perikanan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan, Program Magister Ilmu-Ilmu Pertanian dan Program Doktoral pada Ilmu-Ilmu Pertanian di Universitas Tadulako. Penulis telah menghasilkan buku ber-ISBN dengan judul *Rumput Laut dan Pengelolaannya*. Penulis aktif melakukan penelitian di bidang pengelolaan sumber daya pantai sejak 2008 hingga sekarang, dan telah mendapatkan beberapa dana hibah penelitian.

Sepanjang tahun 2007–2024, penulis selalu diberi kepercayaan melakukan riset. Tahun 2007 mendapatkan dana riset dari Pemda Bangkep. Tahun 2008–2009 mendapatkan dana hibah PSN Dikti, pada tahun 2009–2010 mendapatkan dana hibah penelitian PSN, tahun 2010 dana Hibah Doktor, tahun 2011–2012 dana skim Hibah Bersaing, tahun 2012–2013 dana skim PSN, Dinas Perikanan Prov Sulteng dan Skim Fundamental, tahun 2014 mendapatkan dana riset dari skim INSINAS Ristek Dikti, skim PSN Dikti, skim MP3Ei. Tahun 2015 mendapatkan hibah riset skim PSN dan MP3Ei. Tahun 2016 hibah INSINAS Ristek dan MP3Ei, tahun 2017 dana hibah skim MP3Ei. Pada tahun 2018–2019 mendapatkan dana hibah PSN Dikti, tahun 2019 dana hibah PSN Dikti dan Kementerian Lingkungan Hidup, tahun 2020–2021 dana riset kementerian Lingkungan Hidup. Tahun 2021–2022 mendapatkan dana riset LPDP Riset Keilmuan, dan tahun 2023–2024 mendapatkan dana riset LPPD BRIN Dikti.

Hasil riset, antara lain, agar lembaran, agar tepung, SRC, karaginan, pellet ikan/unggas, rumput laut kering kawat, pupuk cair, pupuk padat, biogas, dan listrik (rumput laut). Penulis juga aktif dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat sebagai narasumber utama baik lokal maupun Nasional sejak tahun 2008–sekarang. Di bidang organisasi penulis pernah menjadi Wanita Berprestasi Tingkat nasional tahun 2018 dan menjadi Juara 1 Wanita Inspiratif Tingkat Nasional Bidang Lingkungan Hidup pada tahun 2019. Kegiatan ini

diadakan Dharma Pertiwi, organisasi istri TNI AD, AL, AU, dan polisi seluruh Indonesia. *E-mail*: zakirahraihaniyala@gmail.com.



Zulhamsyah Imran, kelahiran Aceh, merupakan dosen tetap pada Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan (MSP) FPIK IPB University. Ia menjadi dosen luar biasa pada beberapa kampus nasional di Indonesia. Menyelesaikan pendidikan sarjana pada Departemen MSP dan Magister pada Prodi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan (SPL) FPIK IPB University, dan meraih gelar Philosophy Doctor (Ph.D) pada bidang Ekologi Pesisir dan Laut di Hiroshima University. Ia pernah menjabat sebagai Sekretaris Prodi Magister SPL IPB dan sekarang dipercaya sebagai Direktur SEAMEO BIOTROP IPB University.

Fokus kajian dan kepekarannya berorientasi pada bidang Sistem Sosial Ekologi Pesisir, Perencanaan Ruang Laut dan Strategi Penilaian Lingkungan Pesisir dan Laut. Ia memiliki jejaring kerja sama penelitian yang luas dengan berbagai lembaga pendidikan tinggi, NGO, dan swasta nasional maupun internasional. Ia terlibat dalam pertemuan ilmiah dalam dan luar negeri. Beberapa karya buku yang dihasilkan secara kolaboratif, seperti buku *Acuan Singkat Menuju Desentralisasi Pengelolaan Sumber Daya Perikanan; Aceh, Kebudayaan Tepi Laut, dan Pembangunan*. Ia aktif menulis pada media massa *online* membahas isu-isu nasional dan internasional tentang perikanan dan kelautan. *E-mail*: zulhamsyahim@apps.ipb.ac.id.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Indeks

- acropora, 450, 453
adaptif, 123
agar, 11, 13, 19, 45, 81, 82, 83, 169,
171, 198, 205, 219, 275, 280,
288, 290, 299, 323, 353, 357,
366, 374, 383, 395, 403, 441,
462, 481, 501, 519, 521, 524,
550, 567, 587, 631, 635, 636,
640, 642, 645, 651, 654, 704
aktivitas imunostimulan, 353
akuakultur, 15, 16, 93, 100, 109,
113, 117, 118, 343, 344, 346,
348, 349, 350, 352, 353, 354,
355, 356, 357, 358, 359, 360,
362, 363, 364, 554, 645
akustik, 56, 88, 645
alat penangkapan ikan, 41, 133,
191, 194, 199, 206, 212, 287,
315, 586, 607, 609, 635, 636,
640, 645, 650, 651, 652, 654
alginat, 347, 356, 375, 646, 653
alokasi, 16, 126, 268, 301, 406, 407,
409, 550, 560, 564, 568, 597,
635, 637, 639
ambiguitas, 44
amonia, 6, 109, 110, 137
andon, 32, 35, 42
antibiotik, 15, 16, 343, 346, 349,
358, 363
anti-inflamasi, 353, 646
antioksidan, 143, 347, 348, 353,
354, 357, 359, 646, 651
artisanal, 25, 26
bakul, 18, 27, 29, 33, 39, 205, 330
banjir rob, 123
bank sampah, 606, 607, 608, 609,
617, 621, 622, 624, 646
batubara, 17
benih bening lobster (BBL), 38, 48
bintur, 33
bioaktif, 16, 143, 346, 348, 349, 353,
354, 355, 357, 358, 359, 363,
364, 647, 655

biodegradable, 103, 609
 bioindikator, 104, 129
 biomonitoring, 104
 biosekuriti, 351, 647
 biota akuatik, 595, 596, 600
 bioteknologi, 15, 16, 343, 603
 bioturbasi, 154, 155, 647
blue economy, 48, 266, 506, 507,
 534, 573, 581, 647, 671, 696
 bobot, 144, 163, 169, 171, 358, 389,
 393, 414, 646
 botol plastik, 590, 612
 bottom ash, 17, 419, 420, 422, 424,
 432, 439, 440, 441, 449, 651
 bubu, 33, 39, 121, 204, 206, 209,
 312, 323, 340
 budaya, 18, 19, 45, 283, 284, 502,
 507, 508, 511, 513, 514, 515,
 518, 519, 522, 527, 537, 544,
 545, 546, 548, 551, 554, 558,
 560, 563, 566, 567, 569, 570,
 580, 594, 612, 637, 640, 641,
 651
 budi daya, 15, 25, 38, 43, 108, 111,
 113, 114, 117, 122, 125, 170,
 172, 178, 266, 343, 344, 349,
 350, 351, 355, 468, 476, 480,
 481, 483, 484, 485, 488, 546,
 547, 551, 552, 554, 561, 562,
 565, 566, 570, 574, 578, 581,
 582, 584, 628, 642, 645, 647,
 652
 bungkus makanan, 589, 612
 bycatch, 20, 119, 120, 127, 160, 188
 cantrang, 10, 13, 33, 115, 138, 187,
 188, 189, 190, 191, 192, 193,
 194, 195, 196, 197, 198, 199,
 200, 201, 202, 203, 204, 205,
 206, 207, 208, 209, 210, 211,
 212, 213, 214, 312, 647
 carrageenan, 368, 378
 cincin, 309, 588, 589, 590, 593, 654
 cuaca, 8, 103, 123, 243, 401, 468,
 469
 dampak sosial ekonomi, 13, 202,
 203, 204, 208, 209, 212
 data statistik perikanan, 35, 43
 defisit ekologi, 100
 demersal, 108, 112, 113, 118, 131,
 141, 187, 190, 192, 194, 199,
 210, 274, 556, 557, 586, 647,
 650
 destructive fishing, 5
 detrital, 229
 dilema, 10, 14, 189, 199, 200
 driving forces, 97
 edukasi, 19, 83, 563, 564, 569, 603,
 604, 612
 ekosistem mangrove, 2, 112, 331,
 332, 595, 615, 622
 ekowisata, 125, 549, 550, 564, 565,
 568, 575, 576, 579, 622, 648,
 690
 eksploitasi, 2, 10, 12, 15, 16, 38, 100,
 101, 106, 121, 125, 146, 147,
 152, 158, 161, 200, 264, 298,
 303, 325, 333, 383, 392, 399,
 401, 402, 409, 504, 512, 542,
 555, 557, 558, 560, 563, 631,
 638, 640, 647, 651
 ekspor, 2, 15, 31, 45, 101, 145, 146,
 153, 162, 165, 167, 170, 173,
 177, 178, 180, 182, 311, 312,
 323, 381, 382, 383, 402, 531,
 629, 636
 ekstrak air panas, 362

- El Nino Southern Oscillation (ENSO), 255
- emisi, 8, 100, 101, 113, 114, 115, 116, 117, 684, 703
- estuari, 6, 104, 243
- eutrofikasi, 99, 109, 110, 124, 127, 134, 706
- FABA, 17, 419, 420, 421, 423, 427, 428, 429, 430, 432, 435, 437, 439, 441, 449, 451, 452, 696, 706
- fase larva (puerulus), 38, 706
- fekunditas, 174, 395, 597, 649, 706
- fenol oksidase, 362, 706
- fish loss, 94, 95, 96, 130, 706
- fish loss and waste (FLW), 706
- fitokimia, 348, 353, 358, 359, 373, 378, 649, 706
- fitoplankton, 58, 70, 77, 80, 81, 99, 104, 105, 106, 108, 109, 124, 129, 135, 155, 225, 227, 228, 234, 238, 257, 425, 649, 706
- flavonoid, 143, 348, 350, 353, 354, 358, 359, 364, 370, 649, 706
- fly ash, 17, 419, 420, 422, 424, 432, 439, 440, 441, 449, 455, 649, 651, 706
- foliosa, 435, 436, 438, 706
- food loss, 93, 100, 113, 706
- fosfat, 108, 109, 110, 128, 137, 155, 219, 225, 227, 229, 230, 238, 425, 445, 446, 448, 454, 706
- fosfor, 6, 108, 109, 117, 425, 706
- fucoidan, 347, 349, 356, 362, 365, 368, 374, 376, 649, 653, 706
- gas rumah kaca (GRK), 8, 101, 706
- genetik, 113, 389, 391, 459, 462, 467, 468, 469, 475, 480, 482, 483, 486, 487, 545, 706
- ghost net, 115, 706
- GT, 13, 31, 34, 40, 189, 190, 192, 193, 195, 197, 204, 206, 207, 264, 277, 278, 279, 287, 312, 407, 598, 649, 706
- Gugusan pulau, 706
- hak asasi manusia (human rights), 706
- hama, 99, 110, 111, 126, 481, 706
- hasil tangkap, 27, 29, 35, 39, 40, 706
- hasil tangkap ikan, 27, 706
- hasil tangkap sampingan (by-catch), 40, 706
- hematokrit, 346, 362, 706
- holothurian, 183, 706
- homarus, 37, 49, 52, 53
- homologi, 113, 706
- ikan, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 43, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 139, 140, 151, 157, 158, 160, 165, 168, 170, 172, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 199,

200, 201, 202, 204, 205, 206,
 207, 209, 210, 211, 212, 213,
 214, 218, 219, 221, 223, 225,
 226, 227, 234, 235, 236, 237,
 238, 239, 240, 241, 242, 243,
 244, 245, 246, 247, 248, 249,
 250, 252, 254, 255, 258, 259,
 260, 263, 265, 266, 267, 268,
 269, 272, 273, 274, 275, 276,
 277, 278, 280, 281, 282, 283,
 284, 285, 286, 287, 288, 289,
 290, 291, 297, 298, 299, 300,
 301, 302, 303, 306, 307, 309,
 315, 328, 329, 336, 343, 344,
 346, 347, 348, 349, 350, 351,
 352, 353, 354, 355, 356, 357,
 358, 359, 360, 361, 362, 363,
 364, 370, 373, 374, 375, 381,
 382, 383, 384, 386, 387, 388,
 389, 390, 391, 392, 393, 394,
 395, 396, 397, 398, 399, 400,
 401, 402, 403, 404, 405, 406,
 407, 408, 409, 410, 411, 412,
 413, 414, 415, 426, 457, 458,
 459, 460, 461, 462, 463, 464,
 465, 467, 468, 469, 470, 471,
 473, 474, 475, 476, 477, 478,
 479, 480, 481, 482, 485, 486,
 487, 488, 489, 493, 495, 500,
 501, 502, 503, 505, 506, 507,
 511, 525, 528, 531, 536, 539,
 540, 546, 547, 551, 552, 555,
 556, 557, 558, 562, 565, 566,
 568, 570, 572, 574, 577, 578,
 581, 585, 586, 587, 588, 589,
 590, 591, 592, 593, 594, 597,
 598, 599, 600, 601, 603, 604,
 605, 606, 607, 608, 609, 610,
 612, 617, 620, 623, 625, 628,
 629, 630, 631, 632, 633, 634,
 635, 636, 637, 638, 640, 641,
 642, 643, 644, 645, 646, 647,
 648, 649, 650, 651, 652, 653,
 654, 655, 656, 657, 658, 663,
 667, 668, 670, 673, 679, 680,
 681, 689, 692, 693, 699, 704,
 706
 ikan terbang, 15, 16, 17, 236, 237,
 250, 259, 381, 382, 383, 384,
 386, 387, 388, 389, 390, 391,
 392, 393, 394, 395, 396, 397,
 398, 399, 400, 401, 402, 403,
 404, 405, 406, 407, 408, 409,
 410, 411, 412, 413, 414, 415,
 706
 iklim, 4, 8, 17, 86, 99, 100, 103, 104,
 106, 107, 110, 113, 122, 123,
 124, 127, 133, 134, 136, 140,
 242, 243, 244, 245, 246, 247,
 269, 287, 301, 304, 500, 505,
 506, 523, 531, 532, 628, 696,
 706
 impacts, 98, 303, 306, 571, 573, 620,
 706
 imunostimulan, 15, 16, 343, 344,
 346, 347, 348, 349, 350, 351,
 352, 353, 354, 355, 356, 357,
 358, 359, 360, 361, 362, 363,
 364, 368, 645, 649, 650, 651,
 658, 706
 inbreeding, 113, 706
 industri perikanan, 25, 27, 226, 249,
 275, 276, 311, 363, 408, 635,
 706
 infeksi, 15, 16, 111, 351, 353, 355,
 358, 359, 363, 597, 706
 input dan output control, 706
 intermedia, 428, 430, 432, 706

- jaring hanyut, 607, 706
jaring insang, 32, 33, 40, 41, 121,
199, 206, 209, 396, 403, 414,
588, 589, 590, 651, 706
jaring lobster, 33, 34, 40, 41, 706
jaring pengaman sosial, 42, 706
jaring permukaan, 706
JMF triangle, 706
- Kamladu (Keamanan Laut
Terpadu), 36, 706
kanstin, 420, 421, 428, 440, 441,
452, 651, 706
kantong makanan, 706
kapal/perahu penangkap ikan, 706
kapal perikanan, 272, 276, 278, 279,
287, 299, 650, 653, 656, 657,
706
kargenan, 353, 357, 358, 361, 651,
706
karang, 2, 5, 6, 12, 15, 17, 21, 22, 41,
53, 62, 105, 106, 109, 112,
118, 119, 120, 121, 125, 126,
155, 159, 161, 172, 175, 178,
191, 245, 246, 274, 276, 417,
418, 419, 420, 421, 424, 425,
426, 427, 428, 429, 430, 431,
432, 433, 434, 435, 436, 437,
438, 440, 441, 442, 443, 444,
445, 446, 447, 448, 449, 450,
451, 452, 453, 454, 455, 462,
463, 470, 471, 473, 475, 476,
478, 479, 481, 488, 542, 548,
550, 556, 557, 560, 562, 566,
568, 570, 572, 576, 581, 584,
594, 604, 610, 613, 645, 648,
651, 653, 654, 655, 657, 659,
684, 703, 706
karnivora, 81, 107, 108, 706
- karotenoid, 353, 357, 651, 706
kawasan laut lindung, 116, 706
kearifan lokal, 19, 36, 44, 282, 283,
339, 521, 524, 546, 555, 561,
567, 569, 579, 580, 624, 688,
706
kebiasaan makan, 71, 80, 383, 706
kebijakan penangkapan ikan
terukur, 263, 266, 298, 301,
306, 501, 540, 629, 634, 635,
636, 706
kelembagaan, 16, 36, 43, 123, 176,
328, 331, 332, 334, 383, 408,
409, 478, 519, 547, 554, 555,
556, 557, 567, 569, 604, 633,
638, 706
kemiskinan nelayan, 18, 504, 517,
521, 532, 706
keragaman jenis, 249, 387, 706
keterampilan nelayan, 504, 506,
604, 706
keterbatasan modal, 505, 506, 706
kirstyae, 429
klorofil, 56, 58, 67, 70, 71, 72, 73,
74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82,
83, 86, 87, 89, 91, 106, 109,
110, 227, 229, 232, 234, 237,
238, 255, 256, 303, 309, 407,
408
klorofil-a, 56, 58, 67, 70, 71, 72, 73,
74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82,
83, 86, 87, 89, 91, 106, 109,
110, 229, 232, 234, 237, 238,
255, 256, 303, 309, 407, 408
klowong, 33
kolektif, 123, 502, 503, 505, 506,
507, 510, 512, 513, 515, 521,
525, 562, 566, 567
konflik primordial, 514

- konservasi, 9, 12, 13, 14, 18, 101,
 120, 121, 126, 127, 138, 140,
 172, 176, 178, 182, 200, 219,
 241, 247, 250, 266, 276, 278,
 325, 388, 404, 457, 458, 459,
 480, 481, 488, 492, 495, 548,
 550, 555, 556, 562, 563, 564,
 566, 568, 569, 572, 575, 580,
 584, 596, 623, 631, 634, 638,
 640, 643, 648, 652, 667, 668,
 672, 692, 703
- konstituen hukum, 44
- koperasi nelayan, 18, 499, 502, 506,
 508, 510, 516
- krendet, 33, 34, 39, 40, 41
- krisis iklim, 500, 505, 506
- kuota, 12, 16, 33, 174, 177, 207, 264,
 267, 268, 269, 272, 275, 276,
 280, 282, 283, 284, 285, 286,
 287, 288, 289, 290, 301, 302,
 308, 309, 501, 502, 531, 555,
 634, 635, 636, 638, 644, 647,
 650, 651, 654
- laminarin, 347, 378, 652, 653
- lampala dasar, 588, 589, 590
- leukokrit, 362
- level sedang/moderate, 38
- limbah, 6, 7, 12, 15, 17, 95, 96, 101,
 108, 110, 114, 116, 117, 119,
 128, 134, 157, 195, 266, 331,
 332, 417, 419, 420, 421, 439,
 440, 449, 507, 542, 554, 622,
 625, 684
- lobster, 10, 11, 23, 24, 29, 32, 33, 34,
 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43,
 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52,
 53, 54, 274, 282, 285, 341,
 556, 586, 706
- logbook, 32, 297, 635
- longipes, 37
- Majene, 16, 382, 384, 385, 386, 387,
 389, 393, 394, 397, 401, 403,
 404, 407, 410, 411, 413, 414
- makroalga laut, 15, 16, 343, 344,
 346, 348, 349, 352, 355, 359,
 360, 363, 364
- mangrove, 2, 21, 104, 112, 118, 125,
 135, 141, 233, 243, 332, 542,
 548, 550, 560, 594, 595, 615,
 618, 619, 620, 621, 622, 623,
 625, 652, 690
- marine tenure, 44
- mata jaring, 16, 32, 33, 187, 198,
 204, 403, 409
- media, 17, 21, 34, 180, 182, 183,
 184, 212, 254, 337, 419, 420,
 421, 424, 426, 427, 431, 432,
 434, 435, 439, 441, 442, 444,
 446, 448, 449, 450, 452, 481,
 503, 504, 526, 530, 537, 538,
 581, 651, 662, 677, 685, 688,
 705
- memori sosial-ekologis, 37
- metana, 114
- microlados, 428, 429, 432
- mikotoksin, 111
- mikroorganisme, 6, 99, 110
- mikroplastik, 7, 596, 597, 600, 601,
 602, 618, 619, 620, 625
- mitigasi bencana, 43
- modal, 39, 83, 99, 124, 172, 276,
 277, 287, 301, 303, 308, 330,
 340, 500, 503, 504, 505, 506,
 507, 517, 520, 523, 524, 536,
 569, 706
- montipora, 451

- multispecies, 4, 25, 26
 musim, 16, 25, 33, 41, 42, 43, 53, 56,
 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,
 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76,
 77, 80, 82, 89, 104, 123, 126,
 160, 171, 175, 194, 219, 220,
 221, 224, 225, 226, 227, 228,
 230, 231, 232, 233, 234, 240,
 244, 248, 251, 285, 297, 298,
 330, 389, 393, 394, 395, 401,
 402, 403, 404, 405, 406, 409,
 415, 416, 478, 500, 506, 510,
 530, 555, 556, 636
 musim barat, 56, 60, 61, 62, 63, 68,
 70, 71, 74, 76, 77, 219, 220,
 224, 227, 228, 231, 233, 251
 musim pemijahan, 16, 240, 393,
 394, 395, 404, 405, 409
 musim timur, 60, 64, 65, 66, 68, 73,
 74, 76, 77, 80, 89, 219, 220,
 224, 226, 228, 230, 231, 232,
 251, 395, 404

 nelayan, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14,
 15, 16, 18, 19, 26, 27, 29, 32,
 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41,
 42, 43, 44, 52, 60, 70, 82, 83,
 95, 99, 100, 105, 114, 119,
 120, 121, 122, 123, 124, 126,
 127, 133, 134, 136, 140, 146,
 151, 157, 158, 159, 160, 161,
 162, 163, 164, 165, 166, 167,
 168, 169, 172, 173, 174, 175,
 177, 178, 189, 192, 193, 195,
 196, 198, 199, 200, 201, 202,
 203, 204, 205, 207, 208, 209,
 212, 236, 264, 265, 267, 268,
 269, 271, 272, 273, 275, 276,
 277, 279, 280, 281, 285, 286,
 287, 288, 289, 297, 299, 300,
 301, 302, 304, 312, 313, 315,
 316, 317, 318, 320, 323, 324,
 330, 331, 332, 333, 339, 340,
 382, 397, 398, 401, 402, 403,
 406, 407, 408, 499, 500, 501,
 502, 503, 504, 505, 506, 507,
 508, 509, 510, 511, 512, 513,
 514, 515, 516, 517, 518, 519,
 520, 521, 522, 523, 524, 525,
 526, 527, 528, 529, 530, 531,
 532, 533, 534, 535, 536, 537,
 538, 539, 540, 546, 557, 566,
 568, 570, 575, 581, 586, 587,
 590, 593, 598, 599, 600, 603,
 604, 605, 607, 608, 609, 612,
 619, 622, 623, 624, 626, 633,
 634, 635, 636, 638, 640, 642,
 647, 652, 655, 658, 706
 nelayan asli/lokal, 35, 42
 nelayan paruh waktu, 35, 42
 nelayan pendatang/andon, 35, 42
 nelayan penuh, 35, 42
 nener/benur lobster, 38
 nitrat, 6, 109, 110, 128, 137, 225,
 227, 229, 230, 238, 425, 445,
 446, 448, 449, 454
 nutrien, 70, 77, 80, 101, 105, 107,
 108, 109, 113, 116, 117, 124,
 146, 229, 230, 233, 244, 425,
 505
 nutrisi, 16, 94, 95, 101, 102, 111,
 113, 122, 125, 143, 346, 359,
 360, 361, 398, 418, 628
 nutritional loss, 102

 oligotrofik, 110
 optimalisasi, 14, 16, 125, 264, 547,
 562, 568, 569, 630, 635, 638

organik, 6, 7, 110, 134, 146, 155,
 156, 157, 248, 601, 606, 646,
 649
 ortofosfat, 109, 449
 overfishing, 2, 13, 121, 141, 145,
 168, 175, 177, 184, 186, 189,
 194, 280, 313, 398, 402, 501,
 653, 657

 pancing, 33, 41, 121, 199, 206, 209,
 534, 588, 589, 590, 593, 653
 pancing ulur, 206, 209, 534, 588,
 589, 590, 593, 653
 pantai utara Jawa, 187, 189, 208,
 254, 314
 Panulirus homarus, 49, 52, 53
 Panulirus ornatus, 37
 Panulirus versicolor, 53
 pariwisata pesisir, 589
 patogen, 111, 348, 351, 358, 360,
 361, 595, 596, 601, 654
 patron klien, 528
 pelabuhan perikanan pantai, 86, 94
 pelepasan, 29, 36, 39
 pembenihan, 38, 112, 178, 180
 pemerintah, 4, 11, 14, 15, 27, 33,
 36, 43, 44, 45, 83, 113, 115,
 121, 122, 126, 147, 178, 189,
 190, 193, 196, 197, 198, 199,
 200, 206, 207, 208, 209, 264,
 265, 266, 267, 268, 276, 277,
 278, 279, 280, 281, 286, 287,
 288, 289, 290, 300, 302, 313,
 315, 316, 318, 323, 328, 331,
 332, 333, 334, 406, 408, 470,
 516, 518, 519, 520, 522, 523,
 531, 537, 545, 563, 565, 566,
 569, 573, 603, 605, 610, 612,
 624, 630, 631, 635, 636, 639,
 642, 650
 penangkapan, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12,
 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 27,
 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42,
 43, 45, 53, 56, 57, 58, 61, 65,
 66, 82, 83, 84, 88, 89, 90, 91,
 94, 100, 104, 105, 106, 112,
 113, 114, 115, 116, 117, 118,
 119, 121, 125, 130, 133, 140,
 145, 146, 147, 151, 152, 158,
 159, 160, 161, 162, 165, 166,
 167, 168, 171, 172, 173, 174,
 175, 187, 189, 191, 193, 194,
 195, 198, 199, 201, 202, 204,
 205, 206, 207, 208, 210, 211,
 212, 221, 225, 226, 235, 236,
 247, 263, 264, 265, 266, 267,
 268, 269, 272, 273, 274, 275,
 276, 277, 278, 280, 281, 282,
 283, 284, 285, 286, 287, 288,
 289, 290, 291, 297, 298, 299,
 300, 301, 302, 306, 307, 308,
 309, 312, 313, 315, 316, 317,
 318, 324, 327, 329, 330, 331,
 332, 333, 334, 336, 339, 340,
 382, 383, 384, 392, 393, 395,
 396, 398, 401, 402, 403, 404,
 405, 406, 407, 408, 409, 413,
 414, 415, 416, 439, 474, 485,
 486, 488, 501, 502, 505, 506,
 511, 513, 528, 531, 539, 540,
 547, 555, 556, 557, 558, 562,
 565, 566, 568, 577, 585, 586,
 587, 588, 589, 590, 591, 592,
 593, 594, 598, 599, 600, 603,
 604, 605, 606, 607, 608, 609,
 612, 617, 628, 629, 631, 633,
 634, 635, 636, 637, 638, 640,
 641, 642, 644, 645, 647, 648,

- 649, 650, 651, 652, 653, 654,
655, 656, 657, 658, 706
- pencemaran perairan, 554, 689
- pendidikan, 123, 176, 287, 508, 509,
510, 511, 513, 517, 519, 523,
524, 525, 538, 635, 638, 639,
661, 663, 664, 667, 668, 669,
671, 672, 674, 676, 678, 679,
680, 681, 683, 684, 686, 687,
688, 689, 690, 691, 692, 694,
695, 696, 697, 698, 700, 702,
703, 705
- pengasapan, 16, 164, 382, 396, 398,
401, 411
- pengelolaan perikanan, 1, 3, 8, 9,
10, 11, 13, 14, 15, 20, 23, 26,
38, 44, 45, 101, 113, 114,
119, 120, 125, 138, 140, 147,
154, 161, 170, 171, 173, 175,
178, 258, 264, 266, 268, 269,
272, 281, 287, 288, 289, 301,
302, 303, 308, 311, 313, 314,
315, 316, 318, 320, 322, 323,
324, 325, 328, 335, 340, 405,
406, 408, 416, 457, 458, 492,
540, 555, 557, 568, 578, 599,
627, 630, 631, 632, 633, 634,
637, 638, 640, 641, 642, 643,
644, 658, 676, 691, 696
- pengelolaan sumber daya kelautan,
82, 341, 499, 500, 502, 550,
631
- penggepul, 27, 29, 32, 33, 39, 146,
158, 165, 169, 172, 178, 330,
506
- pengeringan, 16, 164, 382, 396, 398,
401
- penggunaan bahan kimia, 343
- pengolahan, 12, 19, 25, 27, 95, 99,
100, 111, 115, 116, 124, 127,
140, 147, 161, 162, 164, 169,
172, 182, 201, 202, 204, 205,
209, 312, 383, 396, 401, 408,
441, 444, 445, 507, 546, 599,
620, 684, 703
- pengrendet, 34, 41
- pengusahaan berlebih (over
capacity), 41
- pennicilatus, 37
- penokohan, 516
- pentor, 33
- penyakit, 15, 16, 108, 111, 114, 144,
343, 344, 347, 348, 350, 351,
353, 360, 361, 362, 363, 389,
481, 594, 601, 647, 650, 654
- perahu fiber, 34, 35, 40, 41
- perairan, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11,
14, 16, 21, 22, 24, 25, 41, 47,
50, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60,
61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 70,
71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78,
80, 81, 82, 85, 87, 88, 89, 91,
101, 104, 106, 107, 108, 109,
110, 116, 117, 119, 120, 121,
128, 129, 131, 134, 136, 137,
139, 145, 146, 154, 155, 156,
157, 158, 159, 161, 162, 165,
166, 167, 168, 169, 181, 187,
188, 190, 191, 192, 194, 195,
196, 197, 198, 206, 208, 210,
214, 218, 219, 220, 221, 223,
224, 225, 228, 229, 231, 232,
233, 234, 235, 236, 238, 239,
240, 241, 242, 243, 244, 245,
248, 254, 255, 256, 257, 258,
259, 260, 261, 269, 274, 277,
286, 303, 304, 308, 313, 335,
336, 337, 338, 344, 350, 352,

- 355, 378, 381, 382, 383, 384,
 385, 386, 387, 388, 389, 390,
 392, 393, 395, 398, 401, 402,
 403, 404, 407, 408, 409, 410,
 411, 413, 414, 415, 417, 419,
 420, 421, 425, 427, 428, 429,
 431, 432, 435, 436, 446, 447,
 449, 450, 451, 453, 454, 458,
 459, 462, 464, 467, 468, 469,
 476, 478, 480, 481, 485, 486,
 502, 503, 505, 525, 543, 544,
 548, 551, 552, 553, 554, 556,
 560, 570, 572, 574, 575, 576,
 578, 580, 581, 582, 584, 586,
 587, 588, 596, 605, 610, 611,
 612, 614, 623, 630, 631, 633,
 638, 640, 641, 644, 645, 646,
 647, 648, 649, 650, 653, 657,
 658, 689, 692, 696, 697
- perikanan skala kecil, 24, 25, 26, 29,
 32, 36, 39, 41, 44, 45, 125,
 158, 159, 280, 287, 288, 312,
 339, 568, 578, 631, 688, 691
- perikanan tangkap, 1, 5, 8, 25, 42,
 82, 93, 94, 103, 104, 108,
 117, 118, 120, 122, 135, 189,
 190, 208, 281, 286, 287, 298,
 301, 303, 412, 457, 484, 485,
 503, 530, 532, 540, 561, 572,
 578, 579, 586, 614, 615, 628,
 629, 630, 632, 635, 642, 648,
 676
- permintaan teripang, 145
- pertumbuhan, 2, 8, 56, 66, 68, 81,
 108, 109, 118, 146, 219, 225,
 234, 238, 241, 271, 276, 281,
 303, 308, 343, 355, 357, 358,
 360, 361, 368, 373, 374, 383,
 389, 390, 392, 393, 395, 411,
 413, 417, 419, 421, 424, 425,
 426, 429, 430, 431, 432, 433,
 434, 435, 436, 437, 440, 441,
 442, 443, 444, 445, 446, 447,
 448, 449, 450, 451, 452, 453,
 455, 476, 477, 501, 506, 523,
 531, 544, 549, 554, 556, 557,
 558, 559, 562, 574, 594, 597,
 630, 634, 635, 647, 650, 654
- perubahan iklim, 4, 8, 17, 86, 99,
 100, 103, 104, 107, 110, 113,
 122, 123, 124, 127, 133, 134,
 136, 140, 242, 243, 244, 245,
 246, 247, 287, 301, 304, 506,
 531, 628, 696
- pesisir, 1, 2, 7, 17, 18, 19, 21, 22,
 25, 46, 49, 70, 77, 81, 94, 99,
 100, 102, 103, 104, 108, 112,
 114, 116, 118, 122, 124, 125,
 126, 128, 129, 136, 157, 158,
 159, 160, 161, 162, 165, 172,
 174, 176, 188, 201, 234, 243,
 244, 266, 269, 282, 284, 304,
 312, 339, 340, 373, 382, 420,
 421, 451, 459, 462, 468, 474,
 476, 477, 478, 500, 502, 504,
 506, 507, 512, 513, 514, 515,
 518, 527, 532, 533, 535, 536,
 537, 540, 541, 542, 543, 545,
 546, 547, 551, 552, 554, 556,
 557, 559, 560, 561, 562, 563,
 564, 565, 566, 567, 568, 569,
 572, 575, 576, 577, 578, 581,
 582, 586, 587, 589, 602, 604,
 610, 613, 616, 621, 622, 625,
 628, 630, 631, 638, 641, 642,
 667, 672, 675, 684, 686, 688,
 697, 702, 703
- petik laut, 522, 526

- Pokmaswas (Kelompok Masyarakat Pengawas), 36
- polifenol, 348, 353, 354, 649
- polisakarida, 143, 347, 348, 352, 353, 356, 357, 358, 364, 645, 646, 649, 651, 652, 653, 658
- polusi, 19, 99, 124, 505, 585, 586, 587, 594, 595, 596, 598, 599, 602, 603, 604, 606, 608, 612, 628, 641
- populasi, 8, 17, 18, 52, 53, 105, 108, 109, 113, 145, 146, 157, 165, 168, 170, 173, 174, 188, 258, 275, 287, 288, 304, 337, 383, 387, 389, 390, 391, 392, 393, 395, 398, 401, 457, 458, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 473, 474, 475, 476, 479, 480, 481, 482, 485, 486, 487, 488, 489, 508, 558, 588, 592, 596, 653, 654, 656, 679, 690, 693
- predator, 7, 99, 107, 108, 124, 132, 139, 238, 388, 390, 461
- preferensi usaha, 510, 511, 525
- pressures, 98, 101
- prinsip kehati-hatian, 38, 286, 482, 487, 488
- produksi, 2, 10, 12, 15, 16, 19, 24, 35, 37, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 112, 114, 115, 116, 117, 120, 122, 124, 125, 127, 128, 140, 169, 170, 192, 208, 239, 241, 244, 254, 281, 284, 286, 287, 290, 297, 298, 300, 301, 306, 313, 314, 316, 331, 332, 333, 343, 347, 349, 350, 353, 355, 363, 364, 383, 398, 399, 400, 401, 403, 409, 419, 439, 512, 514, 542, 554, 556, 568, 597, 598, 603, 614, 628, 629, 631, 635, 639, 653
- produktifitas, 109, 233
- pukat, 5, 32, 187, 188, 190, 195, 196, 197, 200, 212, 309, 405, 588, 589, 590, 593, 655
- pukat cincin, 309, 588, 589, 590, 593
- pukat hela, 188, 195, 200, 212
- pukat tarik, 187, 188, 190, 196, 197, 200, 212
- punah, 17, 176, 177, 469, 485
- ramah lingkungan, 13, 22, 96, 103, 114, 121, 133, 139, 188, 189, 200, 207, 209, 266, 313, 318, 327, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 344, 349, 364, 562, 599, 609, 640
- rantai makanan, 3, 5, 7, 77, 81, 157, 388, 600
- rantai pasok, 39, 53, 110, 127, 330, 339, 536
- rasio, 88, 117, 174, 361, 441, 464, 465, 468, 521, 531
- regulasi, 10, 12, 13, 14, 19, 36, 43, 50, 145, 177, 178, 193, 199, 200, 205, 264, 269, 271, 272, 277, 279, 288, 301, 302, 545, 569, 603, 604, 605, 612, 636, 637, 654
- rentan, 17, 43, 45, 100, 110, 122, 123, 167, 245, 418, 426, 461, 558, 586, 601
- reproduksi, 8, 56, 66, 119, 144, 171, 219, 239, 258, 259, 309, 383,

- 390, 391, 395, 411, 460, 476,
478, 479, 597, 601, 602, 653,
654
- resiliensi, 8, 43, 700
- respirasi, 362, 418
- responses, 98, 369, 372, 375, 376
- restocking, 43, 49, 318, 325, 480,
481, 488, 569
- restorasi, 15, 17, 419, 428, 449, 481,
569, 639, 641
- rumpon, 32, 396
- salinitas, 8, 56, 67, 104, 106, 136,
219, 220, 221, 226, 227, 229,
230, 233, 252, 260, 384, 407,
408, 433, 445, 447, 448
- sampah, 4, 7, 8, 19, 93, 103, 195,
585, 586, 587, 588, 589, 590,
591, 592, 593, 594, 595, 596,
597, 598, 599, 600, 602, 603,
604, 605, 606, 607, 608, 609,
610, 611, 612, 613, 615, 616,
617, 618, 619, 620, 621, 622,
623, 624, 625, 638, 639, 646
- sampah laut, 4, 7, 19, 585, 586, 587,
588, 590, 592, 594, 595, 596,
597, 598, 600, 603, 604, 605,
606, 609, 610, 611, 612, 613,
615, 623, 639
- sedekah laut, 521, 537
- sedimentasi, 109, 425, 426, 433,
434, 453
- Selat Makassar, 11, 16, 56, 57, 58,
60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70,
71, 74, 78, 80, 83, 85, 88, 90,
91, 105, 131, 219, 226, 228,
232, 233, 235, 236, 237, 239,
250, 335, 381, 382, 383, 384,
387, 390, 394, 396, 398, 399,
401, 402, 403, 404, 407, 408,
409, 411, 412, 413, 414, 682,
683, 694
- sentralistik, 18, 44
- signifikan, 7, 24, 61, 63, 72, 99, 100,
101, 103, 106, 107, 109, 111,
112, 116, 117, 118, 121, 124,
125, 192, 201, 243, 244, 263,
264, 265, 266, 276, 281, 282,
297, 301, 346, 362, 382, 383,
399, 406, 425, 440, 466, 474,
554, 556, 557, 558, 560, 569,
595, 597, 602, 628
- SIPI, 32, 35, 41, 198
- sistem informasi, 11, 16, 82, 407,
409, 543, 551
- SIUP, 32, 35, 41, 299
- skala kecil, 10, 11, 15, 23, 24, 25,
26, 29, 32, 36, 39, 41, 44, 45,
116, 125, 140, 158, 159, 280,
287, 288, 301, 307, 312, 313,
339, 507, 540, 568, 578, 622,
631, 688, 691
- sosial ekonomi, 3, 11, 13, 14, 16, 93,
114, 123, 140, 187, 202, 203,
204, 208, 209, 212, 264, 282,
284, 285, 325, 341, 382, 383,
398, 527, 533, 536, 554, 560,
572, 630, 632, 642, 665, 671,
687, 695, 696, 700, 702
- spasial, 25, 56, 59, 70, 74, 87, 90,
108, 109, 117, 124, 210, 229,
244, 405, 551, 585, 656
- stakeholder, 5, 11, 59, 82, 83, 95, 96,
99, 147, 178, 208, 314, 315,
406, 408, 495, 569, 584, 630
- states, 98, 534

stok ikan, 16, 18, 68, 82, 99, 101,
 113, 120, 124, 125, 218, 238,
 247, 254, 265, 267, 278, 281,
 301, 389, 393, 401, 404, 409,
 459, 487, 501, 555, 556, 557,
 578, 634, 642, 654, 656
 strata sosial, 508, 515, 516, 521
 stres, 6, 118, 171, 343, 344, 348, 349,
 360, 361, 426, 431, 433, 434,
 650
 subsisten, 25, 29
 suhu, 8, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 63,
 64, 65, 66, 67, 68, 69, 80, 86,
 87, 89, 90, 91, 103, 104, 105,
 106, 111, 136, 219, 220, 221,
 222, 223, 225, 226, 227, 228,
 229, 230, 242, 243, 245, 246,
 252, 254, 255, 269, 303, 309,
 349, 384, 389, 390, 393, 407,
 408, 418, 433, 445, 447, 448,
 505
 Sulawesi Barat, 16, 381, 382, 385,
 386, 387, 393, 396, 397, 400,
 401, 404, 407, 410, 411, 414,
 691, 692
 Sumbawa, 12, 143, 145, 146, 147,
 151, 157, 158, 159, 161, 162,
 163, 164, 165, 166, 167, 169,
 170, 171, 172, 173, 174, 177,
 233, 260, 338, 692, 693
 sumber daya kelautan, 22, 82, 250,
 259, 264, 285, 314, 341, 499,
 500, 501, 502, 506, 550, 559,
 631, 643, 687
 sumber daya perikanan, 1, 2, 3, 4, 5,
 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18,
 20, 23, 24, 37, 42, 43, 55, 85,
 91, 93, 112, 115, 121, 123,
 143, 168, 177, 187, 207, 217,
 218, 249, 259, 263, 264, 265,
 266, 267, 269, 279, 281, 285,
 306, 309, 311, 320, 343, 381,
 383, 393, 403, 406, 410, 417,
 457, 499, 541, 543, 555, 556,
 557, 567, 568, 569, 585, 586,
 626, 627, 628, 629, 630, 631,
 632, 636, 637, 638, 639, 640,
 641, 642, 644, 647, 651, 652,
 654, 662, 663, 672, 676, 680,
 689, 690
 superoksida anion, 362
 suplemen komersial, 355
 surimi, 201, 204, 205, 211, 382, 412,
 413
 survival rate, 373, 421, 426, 427,
 451
 susut, 10, 12, 93, 94, 95, 100, 101,
 116, 136
 syahbandar, 271, 657
 Takalar, 382, 387, 395, 409
 tekanan, 2, 4, 6, 12, 17, 42, 97, 98,
 99, 101, 107, 108, 110, 112,
 124, 200, 208, 220, 243, 244,
 245, 282, 339, 390, 392, 395,
 402, 419, 542, 563, 566, 629,
 631, 645, 652
 teknologi produksi, 16, 364
 tektonik, 112
 Teluk Saleh, 145, 146, 162, 163, 164,
 169, 172
 telur ikan terbang, 382, 383, 396,
 402, 404, 406, 407, 411
 tengkulak, 39, 332, 333, 504
 tennis, 428, 429, 430, 432
 terancam, 17, 118, 176, 177, 245,
 275, 276, 277, 393, 469
 tidak diatur, 23, 26, 27, 33, 501, 641

tidak sah, 27
 tidak tercatat, 26, 27, 41
 tingkat kematangan gonad, 410, 657
 tonase, 25, 32
 tradisi, 36, 37, 160, 515, 527, 536, 540, 561, 569, 658
 tradisional, 25, 29, 143, 159, 161, 162, 169, 187, 195, 201, 265, 277, 282, 396, 408, 484, 507, 513, 526, 527, 528, 532, 533, 539, 540, 554, 561, 563, 566, 568
 tragedi akses terbuka (open access tragedy), 42
 transplantasi, 17, 419, 420, 424, 425, 426, 431, 432, 434, 435, 436, 438, 439, 442, 443, 444, 446, 447, 449, 450, 451, 452, 453, 455, 570, 651, 684, 703
 trawl, 5, 6, 20, 32, 40, 115, 188, 190, 195, 196, 197, 199, 200, 207, 208, 211, 215, 282, 283, 312, 622
 trofik, 3, 8, 81, 105, 107, 118, 157, 388, 596
 tsunami, 110, 112, 130
 ulvan, 347, 352, 353, 653, 658
 upwelling, 14, 55, 56, 76, 84, 105, 217, 219, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 261, 395, 658
 usaha penangkapan ikan, 27, 194, 236, 511, 528, 557, 649
 volume ekspor, 146, 153, 165, 167, 170, 382, 383
 Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI), 37, 57, 191, 236, 273, 277, 658
 wilayah transisi Jawa, 37
 zonasi, 19, 126, 194, 318, 331, 332, 459, 542, 559, 560, 561, 563, 564, 570, 631, 658
 zooplankton, 55, 71, 77, 80, 81, 106, 107, 129, 131, 225, 227, 228, 234, 235, 238, 241
 zooxanthella, 418

Buku *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan* mengulas tentang pemanfaatan perikanan laut bagi generasi sekarang maupun bagi kepentingan generasi masa depan. Dengan kata lain, populasi ikan di laut harus dijaga agar tidak menurun akibat praktik penangkapan ikan yang dilakukan oleh manusia.

Perikanan laut Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sehingga dapat diandalkan sebagai sumber penting bahan pangan nasional, penghasil devisa negara dari hasil ekspor, penyedia lapangan kerja, serta menjadi sumber pendapatan domestik yang potensial. Jika dikelola dan dimanfaatkan secara optimal, tentu dapat membantu Indonesia dalam mencapai tujuan pembangunan nasional.

Pembahasan aspek berkelanjutan menjadi salah satu kekuatan utama yang membuat buku ini bisa menjadi referensi bacaan yang patut diperhatikan oleh pembaca. Selain itu, bahasa yang ringan dan mudah dipahami juga membuat buku ini cocok untuk dibaca oleh berbagai kalangan masyarakat, seperti mahasiswa, akademisi, serta para pegiat lingkungan di komunitas lokalnya masing-masing.

Selamat membaca!

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.908



ISBN 978-623-8372-50-8



Buku ini tidak diperjualbelikan.