



Friesland Tuapetel & Khairul Amri

Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku:

Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya

Maluku
maluccas

Laut Banda

Laut Arafura

Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku:

Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya



Diterbitkan oleh Penerbit BRIN

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



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. 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/>

Friesland Tuapetel & Khairul Amri

Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku:

Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya

Penerbit BRIN

© 2026 Friesland Tuapetel & Khairul Amri

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku: Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya/Friesland Tuapetel & Khairul Amri–Jakarta: Penerbit BRIN, 2026.

xx hlm. + 202 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN 978-602-6303-96-7 (PDF)

1. Ikan Terbang
2. Kepulauan Maluku
3. Pengelolaan Perikanan

639.22

Editor Akuisisi : Donna Ayu Savanti
Copy editor : Sarah Fairuz
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata isi : Utami Dwi Astuti
Desainer sampul : Utami Dwi Astuti

Edisi Pertama: 2026



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie, 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

 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

Daftar Isi

Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel	ix
Pengantar Penerbit	xi
Kata Pengantar	xiii
BAB I Kondisi dan Pemanfaatan Ikan Terbang di Maluku	1
A. Ikan Terbang Perairan Maluku.....	2
B. Kondisi Sumber Daya.....	5
C. Ancaman Keberlanjutan Sumber Daya.....	8
D. Unit Penangkapan Patorani.....	10
E. Strukturisasi Buku	14
BAB II Potensi dan Distribusi Sumber Daya Ikan Terbang.....	17
A. Jenis-Jenis Ikan Terbang.....	17
B. Klasifikasi Ilmiah	19
C. Bentuk Morfologi dan Kemampuan “Terbang”	20
D. Distribusi dan Kelimpahan Secara Umum	22
E. Distribusi Jenis di Perairan Maluku	23

	F. Implikasi Pemahaman Kelimpahan dan Distribusi	26
BAB III	Eksplotasi dan Pengelolaan Ikan Terbang	29
	A. Eksplotasi Telur	30
	B. Pengelolaan Ikan Terbang	38
BAB IV	Kondisi Lingkungan dan Habitat Ikan Terbang.....	47
	A. Letak Geografis dan Topografi Perairan.....	47
	B. Suhu Perairan	50
	C. Salinitas.....	52
	D. Nutrien (Nitrat dan Fosfat).....	53
	E. Oksigen Terlarut	54
	F. Kecerahan dan Radiasi Matahari.....	55
	G. Kecepatan Arus	56
	H. Kecepatan Angin dan Curah Hujan	57
	I. Klorofil-a	58
	J. Zooplankton.....	59
	K. Fenomena Upwelling dan Arlindo.....	59
	L. Pola Musim.....	62
BAB V	Teknologi Penangkapan, <i>Fishing Ground</i> , dan Musim Penangkapan	65
	A. Teknik Penangkapan Telur dan Induk Ikan Terbang	66
	B. Armada Kapal Penangkap	72
	C. Operasional Rumpung Hanyut (Bale-Bale)	76
	D. Bale-Bale Tunggal, Campuran, dan Ganda.....	89
	E. Lokasi Penangkapan di Perairan Maluku.....	93
	F. Musim Penangkapan Telur Ikan Terbang.....	98
BAB VI	Komposisi Spesies dan Tingkat Pemanfaatan Ikan Terbang	103
	A. Komposisi Spesies.....	104
	B. Tingkat Pemanfaatan	108
BAB VII	Manajemen Adaptif-Kolaboratif Cegah <i>Overfishing</i> Ikan Terbang.....	121

A. Mencegah <i>Overfishing</i>	122
B. Pengontrolan Selektivitas Alat Tangkap, Kapasitas Armada Penangkapan, dan Kuota Penangkapan	130
C. Pengaturan Zonasi dan Musim Penangkapan	135
D. Penetapan Zona Konservasi.....	147
C. Rekomendasi untuk Penelitian Selanjutnya	148
BAB VIII Arah Pengelolaan Sumber Daya Ikan Terbang di Kepulauan Maluku	153
DAFTAR PUSTAKA	161
DAFTAR SINGKATAN	189
GLOSARIUM	191
INDEKS	195
TENTANG PENULIS	199

Daftar Gambar

Gambar 1.1	Predator dan mangsa, Exocoetidae sangat diminati ikan tuna.....	5
Gambar 1.2	Sumber Daya Ikan terbang Perairan Maluku	7
Gambar 1.3	Pemanfaatan Telur ikan terbang di Perairan Maluku..	11
Gambar 2.1	Ikan terbang meluncur di permukaan laut.	20
Gambar 2.2	Jenis-Jenis Ikan Terbang dan Distribusinya di Perairan Maluku	24
Gambar 2.3	Jenis-Jenis Ikan Terbang di Perairan Ambon	25
Gambar 3.1	Induk Ikan Terbang dan Telurnya.....	31
Gambar 3.2	Penurunan Produksi Telur Ikan Terbang Sulawesi Selatan 36 Tahun.....	34
Gambar 3.3	Pengelolaan ikan terbang di Perairan Maluku memerlukan evaluasi, pemantauan, dan sosialisasi secara kontinyu.	45
Gambar 4.1	Topografi Khas Laut Banda sebagai Laut Dalam	49
Gambar 4.2	Sampling parameter oseanografi di lokasi <i>Fishing Ground</i> ikan terbang.....	51

Gambar 4.3	Batimetri dan sirkulasi laut serta distribusi salinitas di perairan Maluku.	61
Gambar 4.4	Ilustrasi Faktor lingkungan memengaruhi kelimpahan dan distribusi ikan terbang di perairan Maluku.....	63
Gambar 5.2	Kapal <i>Patorani</i> di Perairan Kei dan Laut Seram	74
Gambar 5.3	Bale-Bale Alat Perangkap Telur Ikan Terbang.....	78
Gambar 5.4	Komponen Bahan Pendukung Bale-Bale	81
Gambar 5.5	Deskripsi Alat Tangkap yang Dioperasikan Kapal <i>Patorani</i>	82
Gambar 5.6	Sketsa hasil tangkapan satu unit <i>bale-bale</i> nelayan <i>Patorani</i> berdasarkan lamanya waktu pemasangan alat.	84
Gambar 5.7	Sketsa hasil tangkapan telur dan ikan terbang per <i>bale-bale</i> saat operasi penangkapan.....	86
Gambar 5.8	Pemanfaatan telur ikan terbang dengan menggunakan rumbai daun kelapa.....	88
Gambar 5.9	Beragam Desain Bale-Bale	91
Gambar 5.10	Lokasi fishing ground penangkapan telur ikan terbang di perairan Laut Seram.	95
Gambar 5.11	Fishing ground dan fishing base pemanfaatan sumber daya ikan terbang di Perairan Kepulauan Kei Maluku Tenggara.....	97
Gambar 6.1	Kekayaan Jenis Ikan Terbang yang Terkoleksi (belum ada sumber).....	106
Gambar 6.2	Hubungan antara usaha penangkapan dalam produksi telur ikan terbang dan jumlah kapal dari tahun 2015 hingga 2023.	108
Gambar 6.3	Analisis Tren Penurunan CPUE dalam Penangkapan Telur Ikan Terbang 2015–2023	110
Gambar 7.1	Daerah penangkapan Telur Ikan Terbang Perairan Maluku	141

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Nilai Jual Produksi Laut Maluku	36
Tabel 4.1	Parameter lingkungan pada beberapa daerah penangkapan.....	50
Tabel 6.1	Distribusi hasil tangkapan ikan terbang pada tiga Perairan Ohoi.	105
Tabel 7.1	Permasalahan dan Strategi Pengelolaan Ikan Terbang di Maluku	128
Tabel 7.2	Perbandingan Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Telur Ikan Terbang.....	128
Tabel 7.3	Strategi Moratorium Dengan Buka-Tutup Waktu Pemijahan	140
Tabel 7.4	Strategi moratorium dengan buka-tutup lokasi <i>fishing ground</i> ikan terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku.	142
Tabel 7.5	Roadmap Penelitian 5 Tahun untuk Mendukung Kepmen KP 74 Tahun 2024.....	150

Pengantar Penerbit

Sebagai penerbit ilmiah, Penerbit BRIN mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas Penerbit BRIN untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Kepulauan Maluku, dengan keindahan alam dan kekayaan lautnya, sejak lama dikenal sebagai salah satu sentra perikanan di Indonesia. Di perairan Maluku menyimpan potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, salah satunya adalah ikan terbang (*Exocoetidae*). Keberadaan ikan ini tidak hanya bernilai ekonomis tinggi karena telurnya menjadi komoditas ekspor unggulan, tetapi juga memainkan peran penting dalam keseimbangan ekosistem laut sebagai bagian dari rantai makanan ikan pelagis besar.

Buku *Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku: Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya* hadir untuk menekankan bahwa populasi ikan terbang di laut Maluku harus dilindungi dari penurunan populasi akibat praktik penangkapan yang

tidak bertanggung jawab. Potensi perikanan perairan Maluku sangat besar dan dapat menjadi sumber utama pangan nasional, pendapatan devisa dari ekspor, penyedia lapangan kerja, serta sumber pendapatan domestik yang signifikan. Dengan pengelolaan yang optimal, perikanan ikan terbang dapat mendukung pencapaian tujuan pembangunan nasional. Buku ini juga menyoroti pentingnya aspek keberlanjutan, menjadikannya referensi yang layak dibaca. Dengan bahasa yang mudah dipahami, buku ini cocok untuk berbagai kalangan, termasuk mahasiswa, akademisi, pegiat lingkungan, dan pengambil kebijakan.

Kami berharap hadirnya buku ini dapat menjadi referensi bacaan untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi seluruh pembaca.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

Kata Pengantar

Guru Besar Bidang Manajemen Sumber Daya Perairan

Pemanfaatan sumber daya ikan Indonesia secara berkelanjutan merupakan upaya penting untuk menyeimbangkan antara kepentingan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Tujuannya adalah menjaga populasi ikan agar tetap sehat, melindungi ekosistem laut, dan memastikan generasi mendatang bisa menikmati manfaat ekonomi, pangan, dan kesejahteraan dari sektor perikanan. Salah satu jenis ikan yang mempunyai nilai penting, baik secara ekonomi maupun ekologi, adalah ikan terbang. Jenis ikan ini tersebar luas di berbagai Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) di Indonesia. Khusus di wilayah perairan Kepulauan Maluku yang mencakup WPP 714, 715, dan 718, ikan terbang memiliki potensi sangat besar. Perairan ini menjadi jalur migrasi dan tempat pemijahan ikan setiap tahun sehingga menjadi kawasan strategis dalam pengelolaan ikan terbang nasional.

Buku ini membahas strategi dalam mengelola dan memanfaatkan ikan terbang secara berkelanjutan. Pendekatannya berbasis sains, mulai dari kajian populasi, distribusi, biologi ikan, hingga musim dan lokasi pemijahan. Selain itu, juga dibahas cara mengestimasi stok ikan, menetapkan kuota tangkapan yang rasional, serta upaya mencegah

terjadinya *overfishing*. Penangkapan ikan pun dianalisis dari berbagai sisi, meliputi kondisi lingkungan, potensi sumber daya ikan, tantangan di lapangan, teknik penangkapan, hingga penentuan lokasi *fishing ground*. Pembahasan yang disampaikan dalam buku ini merupakan hasil riset dan pengamatan langsung selama beberapa tahun terakhir di perairan Maluku. Semua disusun berdasarkan pendekatan pengelolaan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, selaras dengan prinsip “penangkapan ikan terukur”.

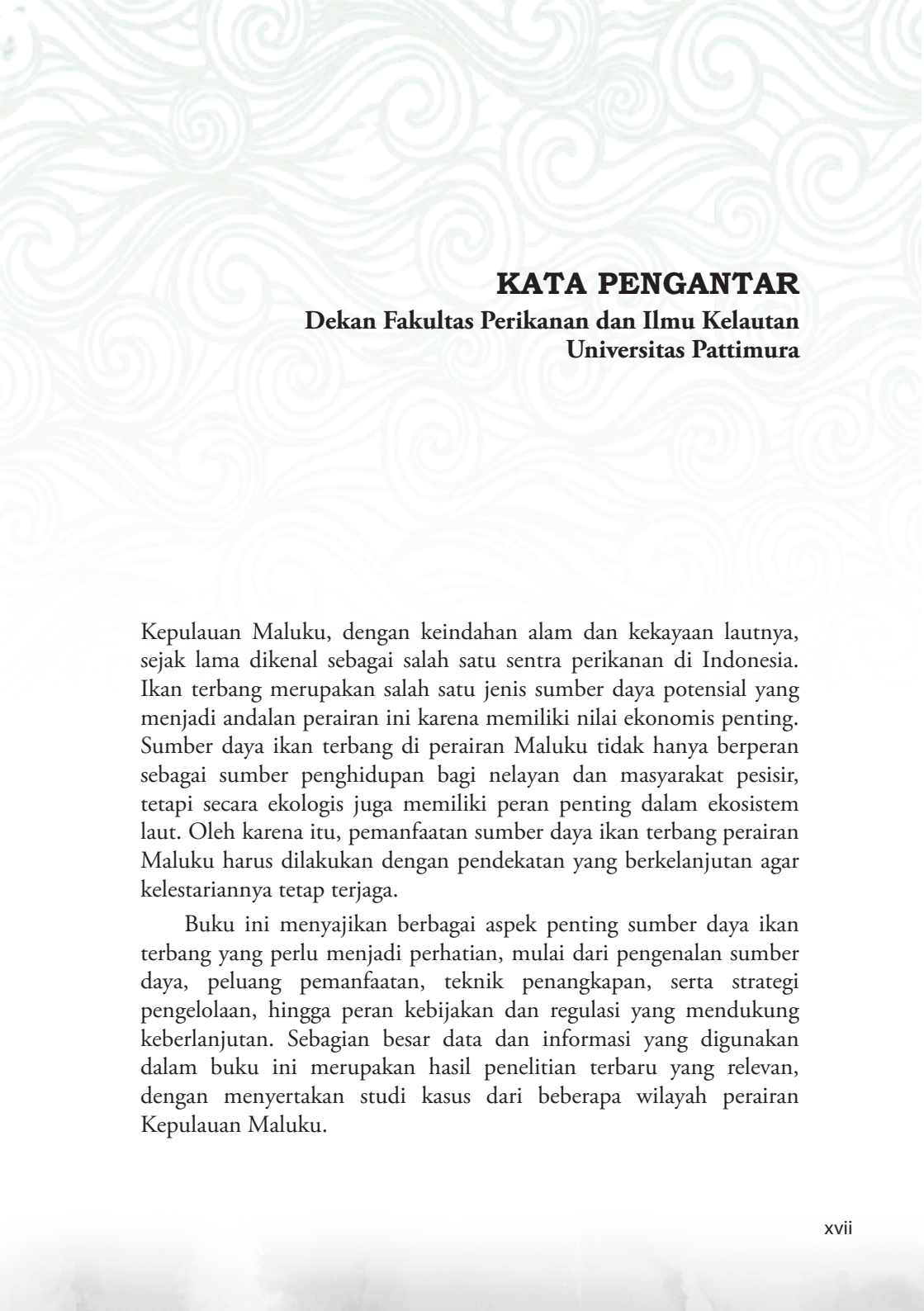
Paradigma pemanfaatan ikan terbang yang ditawarkan dalam buku ini menekankan pentingnya kolaborasi antara sains, inovasi teknologi, dan pendekatan ekosistem. Hal ini sejalan dengan semangat *ekonomi biru*, yang tidak hanya mendorong keberlanjutan ekologi, tetapi juga mempertimbangkan aspek ekonomi dan sosial. Buku ini memang berfokus pada Kepulauan Maluku, tapi pendekatan dan prinsip-prinsipnya bisa diterapkan di wilayah lain di Indonesia yang mempunyai potensi ikan terbang. Oleh karena itu, buku ini bukan hanya cocok untuk kalangan akademisi, tapi juga sangat relevan dibaca oleh para pengambil kebijakan, pelaku usaha perikanan, pegiat lingkungan, dan masyarakat luas yang peduli terhadap masa depan laut Indonesia.

Kendari, 25 Juli 2025

Prof. Ir. La Sara, M.Si., Ph.D

Wakil Ketua KOMNAS KAJISKAN

Rektor Institut teknologi Kelautan Buton



KATA PENGANTAR

**Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Pattimura**

Kepulauan Maluku, dengan keindahan alam dan kekayaan lautnya, sejak lama dikenal sebagai salah satu sentra perikanan di Indonesia. Ikan terbang merupakan salah satu jenis sumber daya potensial yang menjadi andalan perairan ini karena memiliki nilai ekonomis penting. Sumber daya ikan terbang di perairan Maluku tidak hanya berperan sebagai sumber penghidupan bagi nelayan dan masyarakat pesisir, tetapi secara ekologis juga memiliki peran penting dalam ekosistem laut. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya ikan terbang perairan Maluku harus dilakukan dengan pendekatan yang berkelanjutan agar kelestariannya tetap terjaga.

Buku ini menyajikan berbagai aspek penting sumber daya ikan terbang yang perlu menjadi perhatian, mulai dari pengenalan sumber daya, peluang pemanfaatan, teknik penangkapan, serta strategi pengelolaan, hingga peran kebijakan dan regulasi yang mendukung keberlanjutan. Sebagian besar data dan informasi yang digunakan dalam buku ini merupakan hasil penelitian terbaru yang relevan, dengan menyertakan studi kasus dari beberapa wilayah perairan Kepulauan Maluku.

Sebagai bagian dari masyarakat yang peduli terhadap keberlanjutan sumber daya ikan terbang perairan Maluku, sudah selayaknya kita mengambil peran yang signifikan mendorong hal ini. Terjalannya kerja sama yang baik antara pemerintah, akademisi, praktisi perikanan, dan masyarakat umum dalam pengelolaan ikan terbang sangat diperlukan. Diharapkan buku ini dapat memberikan wawasan pengetahuan yang komprehensif bagi semua pihak yang berkepentingan dalam pengelolaan sumber daya ikan terbang, tidak hanya di perairan Maluku, bahkan untuk berbagai wilayah perairan lainnya.

Saya menyambut baik kehadiran buku *Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku: Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya* yang dapat digunakan sebagai bahan rujukan bagi berbagai kalangan dan khususnya pemerhati sumber daya ikan terbang di tanah air. Saya sangat merekomendasikan buku ini, tidak hanya karena buku adalah “jendela ilmu”, tetapi juga karena buku ini memang diperlukan. Selamat membaca.

Ambon, 26 Juli 2025

Prof. Dr. Yoisy Lopilalan, SPI., MSi.

PRAKATA

Segala pujian, hormat, dan kemuliaan penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Sang Pencipta Kehidupan, yang telah merancang perairan beserta seluruh makhluk di dalamnya, termasuk ikan. Sumber daya ikan merupakan anugerah yang sangat berharga, diberikan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Oleh karena itu, manusia memikul tanggung jawab besar untuk mengelolanya secara bijaksana, adil, dan berkelanjutan.

Buku *Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku: Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya* disusun sebagai bentuk kontribusi penulis dalam mengevaluasi sekaligus memberikan arah pemanfaatan ikan terbang di perairan Kepulauan Maluku, dengan berlandaskan pada ketersediaan stok. Buku ini lahir dari data penelitian yang lengkap dan akurat sehingga diharapkan dapat menjadi rujukan penting bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, praktisi, hingga pembuat kebijakan dalam mendukung upaya pengelolaan sumber daya ikan yang berkelanjutan.

Melalui buku ini, pembaca diajak untuk memahami potensi ikan terbang, karakteristik perairan, teknik penangkapan, estimasi stok,

hingga prinsip-prinsip pengelolaan yang menekankan keberlanjutan. Seluruh informasi dan fakta ilmiah yang dipaparkan bersumber dari hasil penelitian selama sepuluh tahun terakhir. Harapannya, buku ini tidak hanya memperkaya wawasan, tetapi juga memberikan panduan praktis yang dapat memberi manfaat nyata bagi kesejahteraan masyarakat sekaligus menjaga kelestarian ekosistem laut.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada keluarga, kolega, dan pimpinan yang telah memberi dukungan dalam penyusunan buku ini. Penghargaan khusus ditujukan kepada Penerbit BRIN atas peran pentingnya dalam proses penerbitan, serta kepada para reviewer yang telah membantu menyusun buku ini menjadi lebih sistematis. Penulis menegaskan bahwa seluruh isi buku sepenuhnya menjadi tanggung jawab pribadi penulis. Penulis juga telah memperoleh izin resmi untuk menampilkan wajah pribadi dalam buku ini, dan dengan penuh kesadaran bertanggung jawab atas keaslian, kebenaran, serta etika dari seluruh konten yang dipublikasikan. Semoga buku ini dapat menjadi sumber inspirasi dan memberikan manfaat nyata dalam pengelolaan sumber daya ikan terbang di Kepulauan Maluku, *Hotumese*.

1 Februari 2025

Penulis

BAB I

Kondisi dan Pemanfaatan Ikan Terbang di Maluku

Sebagai bagian dari wilayah kepulauan yang kaya akan biodiversitas laut, Provinsi Maluku menyimpan potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, salah satunya adalah ikan terbang (*Exocoetidae*). Keberadaan ikan ini tidak hanya bernilai ekonomis tinggi karena telurnya menjadi komoditas ekspor unggulan, tetapi juga memainkan peran penting dalam keseimbangan ekosistem laut sebagai bagian dari rantai makanan ikan pelagis besar. Namun demikian, meningkatnya intensitas penangkapan dalam beberapa dekade terakhir menimbulkan kekhawatiran terhadap keberlanjutan sumber daya ini. Oleh karena itu, pembahasan mengenai kondisi dan pemanfaatan ikan terbang di Maluku menjadi sangat penting untuk memastikan kelangsungan ekologis dan sosial ekonomi masyarakat pesisir. Untuk memahami dinamika ini secara menyeluruh, perlu diawali dengan mengenali karakteristik biologis dan sebaran ikan terbang yang terdapat di perairan Maluku.

A. Ikan Terbang Perairan Maluku

Maluku, yang sering disebut sebagai “Bumi Seribu Pulau”, tidak hanya terkenal sebagai sentra penghasil rempah-rempah, tetapi juga sebagai wilayah yang kaya akan sumber daya perikanan laut. Perairan ini memiliki beragam jenis ikan dengan jumlah yang melimpah. Menurut laporan Kompas (1 Mei 2023), dengan potensi sumber daya ikan yang begitu besar, perairan Maluku diproyeksikan menjadi “lumbung ikan nasional”. Provinsi Maluku memiliki 1.392 pulau dengan luas bentangan laut mencapai 658.294 km², setara dengan 92% dari total luas wilayahnya (Profil Provinsi Maluku, 2023). Hasil kajian menunjukkan potensi sumber daya ikan perairan Maluku mencapai 4,3 juta ton per tahun (Permen KP No.19/2022).

Secara geografis, perairan teritorial Provinsi Maluku terhubung langsung dengan tiga laut utama yang berada dalam wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) yang berbeda, yaitu Laut Banda (WPPNRI 714), Laut Seram (WPPNRI 715), dan Laut Arafura (WPPNRI 718) (Kementrian Kelautan Perikanan, 2014). Posisi geografis perairan Kepulauan Maluku yang strategis tersebut menyokong kelimpahan potensi sumber daya perikanan dan keanekaragaman hayati lautnya yang luar biasa untuk dikelola dengan baik sehingga mendukung pertumbuhan dan keberlanjutan sektor perikanan secara nasional (Kennedy et al., 2018; Andréfouët et al., 2022).

Meskipun cita-cita menjadikan perairan Provinsi Maluku sebagai “Lumbung Ikan Nasional” belum sepenuhnya terlaksana, harapan besar masih ada untuk mewujudkannya. Dengan potensi sumber daya yang demikian besar, produksi perikanan di perairan laut Maluku diperkirakan mampu memenuhi kebutuhan konsumsi ikan masyarakat lokal dan menyokong suplai industri perikanan nasional (Talib, 2018). Selain itu, Provinsi Maluku juga memiliki potensi untuk menjadi eksportir utama komoditas perikanan Indonesia, mengingat kualitas dan keragaman jenis ikannya.

Salah satu jenis sumber daya ikan potensial di perairan Provinsi Maluku adalah ikan terbang yang tergolong famili Exocoetidae. Ikan terbang yang ditemukan di perairan Maluku, memiliki ukuran panjang

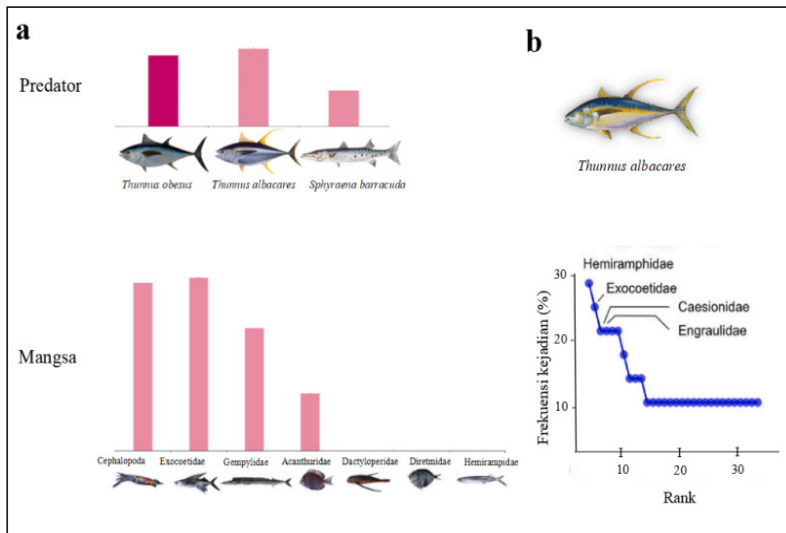
tubuh rata-rata sekitar 25 cm dengan bobot 95 gram (Tuapetel 2021a), populasinya di perairan Maluku tergolong besar (Tuapetel et al., 2017; Tuapetel, 2021b). Besarnya populasi ikan terbang diduga karena banyaknya pulau-pulau kecil yang posisinya mendukung habitat sumber daya ikan ini. Habitat utama ikan terbang adalah **zona** permukaan laut terbuka/epipelagik, baik tropis dan subtropis (Daane et al., 2021). Namun, dugaan sementara terdapat hubungan dengan ekosistem terumbu karang karena dijumpai larva ikan terbang di sekitar area ini (Fanning et al., 2011). Letak perairan kepulauan Maluku yang khas berupa adanya laut dalam (Satrioajie et al., 2018), serta memiliki luas laut yang lebih besar dari daratan, hal ini memungkinkan berkembangnya berbagai jenis sumber daya ikan dengan beragam ukuran. Khususnya ikan-ikan besar sebagai pemangsa (predator) menjadikan ikan terbang sebagai salah satu sumber makanannya (Chagnon et al., 2018; Tuapetel, 2021c; Krishnan et al., 2024).

Meskipun demikian, ikan terbang bukan merupakan target penangkapan utama masyarakat lokal Maluku (Hukubun et al., 2023). Hal ini disebabkan karena ikan terbang bukanlah ikan konsumsi yang digemari masyarakat lokal sehingga harga jualnya di lokasi setempat (pasar lokal) rendah sehingga jumlahnya melimpah pada saat-saat tertentu terutama pada musim timur (Tuapetel, 2020), nilai utama komoditas ini terletak justru pada penjualan telurnya (Ambarwati & Syah, 2022; Saediman et al., 2024).

Telur ikan terbang banyak diburu untuk tujuan pasar ekspor. Ekspor telur ikan terbang Indonesia banyak dikirim ke Cina dan Taiwan (telur basah dan kering) serta negara tujuan ekspor lainnya adalah Thailand, Jepang, Korea Selatan, dan Amerika Serikat (BKIPM, 2022). Umumnya, negara-negara ini menggunakan telur ikan terbang sebagai makanan mewah yang dikenal dengan nama tobiko (Wahyudi et al., 2022; Usman et al., 2022) atau caviar (Farag et al., 2021; Zhang et al., 2022a; Zhang et al., 2025a). Penamaan “tobiko” lebih umum digunakan untuk telur ikan terbang, sementara caviar secara khusus merujuk pada telur ikan sturgeon. Adapun nilai lebih telur ikan terbang adalah memiliki sensasi meletus saat digigit dan sering digunakan dalam hidangan masakan Jepang, seperti sushi.

Pada perdagangan ekspor dunia, telur ikan terbang dipasok hanya oleh dua negara, yakni Peru dan Indonesia sehingga komoditi ini menjadi rebutan di pasar internasional (<https://finance.detik.com>). Selain telur ikan terbang, belakangan, daging ikan terbang kering asin banyak digemari untuk diperjualbelikan antarpulau (Ramenzoni, 2023) ataupun pasar lokal di beberapa daerah di wilayah timur Indonesia (Usmany & Liline, 2018; Apituley et al., 2019; Moniharapon et al., 2019).

Ikan terbang, selain menjadi sumber daya perikanan yang berharga, juga memiliki fungsi ekologis yang sangat penting dan strategis dalam ekosistem laut, yakni menjadi bagian dari komponen rantai makanan (Sun et al., 2024). Ikan terbang menjadi pakan (mangsa) kesukaan ikan pelagis besar, seperti tuna, yang merupakan salah satu predator utamanya (Ferdiansyah & Syahailatua, 2017). Churnside et al. (2017), menekankan posisi krusial ikan terbang dalam rantai makanan di laut, di mana mereka berfungsi sebagai penghubung antara produsen primer, seperti fitoplankton, dan konsumen level selanjutnya. Pentingnya ikan terbang dalam ekosistem ini menunjukkan bahwa kelimpahan sumber daya ikan pelagis besar, seperti tuna, di suatu perairan sangat berkaitan erat dengan ketersediaan ikan terbang sebagai salah satu jenis pakan utamanya (Gambar 1.1). Oleh karena itu, memelihara populasi ikan terbang menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut dan mendukung kelimpahan ikan pelagis besar lainnya. Pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan harus mempertimbangkan peran ekologis ikan terbang ini dalam ekosistem laut. Langkah-langkah konservasi dan penelitian lebih lanjut tentang ekologi dan dinamika populasi ikan terbang perlu dilakukan untuk memastikan kelangsungan ekosistem laut yang seimbang. Dengan demikian, akan tercipta hubungan simbiosis antara ikan terbang dan ikan pelagis besar, yang pada akhirnya akan mendukung keberlanjutan sektor perikanan dan konservasi sumber daya laut.



Sumber: (a) Justino et al. (2023); (b) Carreiro et al. (2023)

Gambar 1.1 Predator dan mangsa, Exocoetidae sangat diminati ikan tuna.

B. Kondisi Sumber Daya

Ikan terbang di perairan Maluku ditemukan pada beberapa area di Laut Seram bagian Timur, yang berbatasan dengan Fakfak Papua Barat. Selain itu, sumber daya ikan terbang juga dapat ditemukan di perairan bagian selatan ataupun tenggara Laut Banda, yaitu di perairan Dobo, Tanimbar, dan Kei. Perairan Seira Saumlaki juga menjadi salah satu daerah yang kaya akan sumber daya ikan ini, dan wilayah tersebut membentang ke arah selatan hingga mencapai perairan perbatasan Australia.

Keanekaragaman dan kelimpahan sumber daya ikan terbang memberikan potensi besar bagi industri perikanan di Provinsi Maluku, serta menjadi kunci dalam upaya pengelolaan yang berkelanjutan dan pemanfaatan yang optimal. Namun, sayangnya pengelolaan sumber daya ikan terbang masih terabaikan oleh pemerintah daerah dan masyarakat setempat sehingga justru dimanfaatkan oleh nelayan dari luar Maluku (Tuapetel, 2020).

Gambar 1.2 menunjukkan proses penangkapan, pengolahan, dan pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku. a) Pada bagian pertama gambar, terlihat induk ikan terbang yang telah ditangkap oleh para nelayan dan ditempatkan dalam gerobak, ini menunjukkan tahap awal dari proses penangkapan ikan terbang dengan menggunakan jaring hanyut permukaan di laut. b) Bagian kedua menampilkan telur ikan terbang yang telah dikumpulkan dan diletakkan di atas kapal penampung. Proses pengumpulan telur ikan terbang menggunakan bale-bale sebagai perangkap bubu permukaan di perairan. c) Bagian ketiga menunjukkan tahap pemisahan telur ikan terbang dari seratnya. Langkah ini merupakan bagian dari proses pengolahan telur ikan terbang yang telah dikumpulkan. d) Pada bagian terakhir gambar, terlihat telur basah yang telah diolah dan siap untuk diekspor. Ini menunjukkan bahwa telur ikan terbang telah melalui proses pengolahan lebih lanjut dan siap untuk dipasarkan atau diekspor ke pasar nasional (pengiriman antarpulau) dan internasional. Tahapan pemanfaatan telur ini mencerminkan peran penting industri perikanan ikan terbang yang didukung oleh beragam kelompok masyarakat, mulai dari kaum bapak, pemuda, remaja, ibu-ibu, hingga penyandang disabilitas, dapat turut serta dilibatkan.

Pada awalnya, sumber daya ikan terbang di perairan Maluku melimpah karena tidak menjadi target utama penangkapan oleh nelayan lokal. Namun, seiring waktu, tekanan terhadap sumber daya ini meningkat signifikan akibat tingginya permintaan telur di pasar internasional. Telur ikan terbang di perairan Maluku saat ini menjadi target perburuan intensif nelayan pendatang yang dikenal sebagai nelayan andon (Soselisa & Ingratubun, 2025). Mayoritas nelayan andon berasal dari luar Maluku, dan peningkatan aktivitas penangkapan tercatat sejak 2002, satu tahun setelah keberadaan telur ikan terbang pertama kali dilaporkan (Tuapetel et al., 2015a).



Keterangan: (a) Ikan terbang dalam gerobak; (b) Telur ikan di atas kapal penampung; (c) Telur yang dipisahkan dari seratnya; (d) Telur basah diolah dan siap diekspor.

Foto: Friesland Tuapetel (2012, 2023); Daeng Selang (2022)

Gambar 1.2 Sumber Daya Ikan Terbang Perairan Maluku

Nelayan andon pemburu ikan terbang umumnya berasal dari Sulawesi Selatan yang dikenal dengan nama “patorani”. Kata patorani berasal dari istilah lokal masyarakat Bugis (Sulawesi Selatan), yaitu “torani” sebutan untuk ikan terbang, sementara masyarakat Mandar (Sulawesi Barat) menyebutnya sebagai “tuing-tuing”. Nelayan patorani lebih mengutamakan perburuan telur ketimbang dagingnya. Pemanfaatan telur ikan terbang oleh patorani ini, sebelumnya berlangsung di perairan Selat Makassar, Laut Flores, dan sekitarnya yang dieksploitasi secara masif selama puluhan tahun. Namun, kurangnya kebijakan pemanfaatan berkelanjutan selama lebih dari 30 tahun, telah menyebabkan kolapsnya sumber daya ini di wilayah tersebut, dengan penurunan populasi hingga mencapai 67% (Tuapetel, 2023).

Ketika stok sumber daya ikan terbang menurun drastis di perairan Selat Makassar dan Laut Flores, nelayan patorani mulai berekspansi mencari daerah penangkapan baru ke arah timur, yaitu perairan Papua dan Maluku (Tuapetel, 2020). Ekspansi ini mencakup perairan Papua

Barat dan bagian timur Laut Seram, yang dimulai sejak tahun 2001 (Tuapetel et al., 2015a; Sari et al., 2024). Perubahan ini menandai pergeseran pemanfaatan ikan terbang, yang sebelumnya oleh nelayan lokal hanya difokuskan pada pengambilan daging ikan, menjadi perburuan telur untuk memenuhi permintaan ekspor (Pierce & Portela, 2014).

Fenomena serupa juga terjadi hampir di seluruh perairan Maluku. Aktivitas penangkapan ikan terbang oleh nelayan patorani semakin meluas, termasuk ke perairan Laut Aru dan Laut Arafura, hingga mencapai perbatasan dengan Australia (Tuapetel, 2020; Tuapetel et al., 2024a). Ekspansi yang masif ini menyebabkan tekanan yang besar terhadap populasi ikan terbang di wilayah timur Indonesia. Perubahan pola eksploitasi tersebut menunjukkan perlunya kebijakan pengelolaan yang berkelanjutan untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan terbang di perairan Maluku dan sekitarnya. Dalam konteks ini, penting untuk memahami bahwa perairan Maluku memiliki potensi besar untuk pengelolaan sumber daya ikan terbang secara berkelanjutan. Upaya ini membutuhkan keterlibatan semua pihak, termasuk pemerintah, nelayan lokal, dan nelayan pendatang, untuk memastikan pemanfaatan sumber daya yang adil dan berkelanjutan. Kebijakan pengelolaan yang efektif dapat mencakup pengaturan daerah penangkapan, penetapan kuota penangkapan, serta pengawasan yang ketat terhadap aktivitas nelayan andon. Dengan demikian, potensi sumber daya ikan terbang di perairan Maluku dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengorbankan keberlanjutannya di masa depan.

C. Ancaman Keberlanjutan Sumber Daya

Pengambilan telur ikan terbang menjanjikan keuntungan ekonomi yang besar bagi nelayan (Asis et al., 2018; March et al., 2023). Namun, dari perspektif ekologis, tindakan ini memiliki dampak negatif terhadap keberlanjutan populasi ikan terbang di perairan Indonesia timur. Sari et al., (2024) mencatat bahwa produksi telur ikan terbang di perairan Papua Barat mengalami penurunan sejak tahun 2019, menandakan adanya tekanan yang meningkat terhadap sumber daya ini dan mengancam keberlanjutan populasinya.

Beberapa studi menyatakan bahwa penurunan jumlah produksi ikan terbang secara umum disebabkan karena penangkapan berlebih (*overfishing*) dan belum tersedianya sistem pengelolaan dan konservasi (Dirhamsyah et al., 2008). Kondisi ini sangat membahayakan kelangsungan hidup ikan terbang. Ikan ini sangat rentan terhadap kepunahan, karena secara alami bukan tergolong peruaya jarak jauh (Deng et al., 2019) sehingga kekosongan stok suatu perairan, tidak dapat diganti atau diisi ulang oleh rekrutmen dari daerah lain (Ali, 2019; Tuapetel et al., 2024a).

Tuapetel et al. (2015a) mencatat bahwa produksi ikan terbang di Laut Seram, Maluku, mengalami penurunan dan tidak lagi melimpah seperti tahun-tahun sebelumnya. Hal ini diduga disebabkan telah melewati titik maksimal pemanfaatan atau MSY (*Maximum Sustainable Yield*). Meskipun ikan terbang sebelumnya melimpah di perairan Maluku, tetapi ironisnya potensi sumber daya ini tidak dinikmati sepenuhnya oleh masyarakat Maluku. Faktor-faktor yang menjadi penyebab, antara lain adalah kapasitas kapal nelayan lokal yang terbatas (tonase kecil), keterampilan teknis penangkapan yang minim, dan kurangnya kemampuan dalam memanfaatkan telur ikan terbang. Keahlian memanfaatkan telur ikan terbang hanya dimiliki oleh nelayan patorani asal Sulawesi Selatan atau Sulawesi Barat. Kondisi ini mengindikasikan adanya tantangan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku, yang memerlukan upaya kolaboratif untuk meningkatkan kapasitas dan kemampuan nelayan lokal dalam mengelola sumber daya ikan terbang secara berkelanjutan.

Menjaga keberlanjutan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku menjadi suatu keharusan yang sangat penting. Ini tidak hanya berkaitan dengan pemanfaatan sumber daya ikan terbang dari aspek ekonomi semata, tetapi juga menyangkut peran penting sumber daya ikan terbang dalam ekosistem perairan Maluku secara keseluruhan serta mempertahankan budaya makan telur ikan terbang yang telah berlangsung turun-temurun di Kepulauan Kei Maluku Tenggara (Abrahamsz et al., 2017).

Sumber daya ikan terbang memegang peranan ekologis yang vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut, termasuk sebagai pemangsa plankton dan komponen penting dalam rantai makanan laut. Keberlanjutan sumber daya ikan terbang tidak hanya berdampak langsung pada keberlanjutan ekosistem, tetapi juga budaya lokal, serta berpotensi mengancam aspek ekonomi dan sosial masyarakat nelayan di Maluku. Oleh karena itu, upaya pengelolaan yang berkelanjutan dan berbasis ilmiah sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan ekosistem perairan Maluku bagi generasi mendatang.

D. Unit Penangkapan Patorani

Untuk memahami lebih dalam dinamika pemanfaatan ikan terbang di perairan Maluku, penting pula untuk menelusuri praktik-praktik tradisional yang telah lama diterapkan oleh masyarakat nelayan setempat maupun nelayan andon. Salah satu praktik tersebut adalah penggunaan alat tangkap khas yang memanfaatkan perilaku pemijahan ikan terbang di habitat alaminya. Pemanfaatan alat tangkap ini tidak hanya mencerminkan pengetahuan ekologi lokal yang diwariskan secara turun-temurun, tetapi juga menjadi bagian penting dalam memahami tekanan terhadap stok ikan dan cara-cara mitigasinya.

Gambar 1.3 menunjukkan serangkaian kapal patorani yang tersusun secara teratur, mewakili tempat penangkapan ikan yang sama atau dimiliki oleh satu punggawa (juragan kapal). Pada kapal-kapal ini, diletakkan alat tangkap yang terbuat dari rumbai daun kelapa dan bambu, yang dikenal sebagai bale-bale, yang kemudian ditempatkan di atas permukaan laut di lokasi di mana ikan terbang bertelur. Nelayan memanfaatkan perilaku reproduksi ikan terbang, di mana ikan jantan maupun betina biasanya melepaskan sperma dan telurnya pada substrat tumbuhan atau vegetasi air saat melakukan proses pemijahan, proses ini dinamakan fitofil (Kunz-Ramsay, 2013).



Keterangan: (a) Jejeran Kapal Patorani; (b) Cara menjemur telur ikan hasil tangkapan nelayan.

Foto: Daeng Selang (2022); Friesland Tuapetel (2024)

Gambar 1.3 Pemanfaatan Telur Ikan Terbang di perairan Maluku

Kapal patorani adalah kapal tradisional khas Sulawesi Selatan. Desain kapal ini dirancang secara khusus agar dapat mengoperasikan alat tangkap, seperti bubu permukaan atau perangkat penangkap yang disebut “bale-bale.” Dalam proses penangkapan, kapal-kapal ini umumnya berlayar bersama dalam kelompok, membentuk susunan rapi di tengah perairan. Susunan kapal patorani tersebut mencerminkan strategi perikanan yang efisien sekaligus menampilkan kerja sama erat di antara para nelayan. Setiap kapal dilengkapi dengan peralatan dasar serta ruang penyimpanan yang memadai untuk menjaga kualitas telur ikan yang dikumpulkan. Penangkapan biasanya dilakukan sekitar 24 jam, dimulai pada pagi hingga dini hari besoknya, kemudian alatnya di-*setting* kembali dan dilakukan secara berulang.

Setelah telur ikan terbang berhasil dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah pengolahan awal melalui proses penjemuran. Penjemuran tradisional yang dilakukan oleh nelayan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber utama pengeringan. Telur-telur tersebut biasanya diletakkan di atas tali penjemuran yang telah disusun di atas rumah kapal berjejer dan telah dibersihkan sebelumnya dari serat daun kelapa. Proses penjemuran bertujuan untuk mengurangi kadar air pada telur sehingga lebih tahan lama untuk disimpan atau dipasarkan. Penjemuran dilakukan di area terbuka yang terkena sinar

matahari langsung, umumnya dimulai dari pagi hingga siang hari. Untuk menghindari kontaminasi, telur-telur ini sering ditutup dengan plastik transparan guna melindunginya dari serangga, kotoran, dan hujan yang tiba-tiba turun. Lama waktu penjemuran bergantung pada intensitas cahaya matahari, tetapi rata-rata memerlukan waktu sekitar 1 hingga 2 hari. Hasil akhirnya adalah telur yang kering, ringan, dan siap disimpan dalam karung plastik 100 kg kemudian dijahit dan disusun dalam palka. Keberhasilan dalam pengolahan hasil tangkapan, seperti proses penjemuran telur ikan terbang, tentu tidak terlepas dari strategi penangkapan yang efektif di lapangan. Sebelum telur-telur tersebut dapat diproses, nelayan harus terlebih dahulu memahami dan memanfaatkan pengetahuan mengenai perilaku ikan terbang, khususnya dalam hal lokasi dan waktu pemijahan (Hamilton et al., 2011). Pengetahuan ini menjadi dasar penting yang memengaruhi jumlah dan kualitas hasil tangkapan yang selanjutnya akan diolah melalui proses penjemuran (Gambar 1.4).

Pemanfaatan pengetahuan tentang kebiasaan pemijahan ikan terbang oleh nelayan bertujuan untuk meningkatkan hasil tangkapan. Dengan memperhatikan lokasi dan waktu pemijahan ikan terbang, nelayan dapat mengarahkan aktivitas penangkapan mereka, hal ini memungkinkan nelayan mendapatkan hasil yang maksimal. Pemilihan lokasi untuk menempatkan alat tangkap ikan terbang adalah langkah krusial dalam strategi penangkapan. Langkah ini tidak hanya berdasarkan pada pengetahuan dan pengalaman nelayan sebelumnya, tetapi juga diturunkan dari generasi ke generasi. Para nelayan memanfaatkan hasil survei yang telah dilakukan oleh para pendahulu mereka untuk menemukan lokasi yang paling cocok untuk menangkap ikan. Selain itu, setiap kapal dilengkapi dengan alat komunikasi HT (*Handy Talkie*) menggunakan sinyal radio yang memungkinkan nelayan berkomunikasi satu sama lain tanpa bergantung pada sinyal telekomunikasi (Edward & Junianto, 2024). Hal ini membantu koordinasi antara kapal-kapal dalam kelompok dan mempermudah pertukaran informasi mengenai lokasi penangkapan yang potensial atau kondisi cuaca. Dengan demikian, pemilihan lokasi penangkapan ikan terbang tidak hanya

mengandalkan pengetahuan dan pengalaman, tetapi juga melibatkan penggunaan teknologi komunikasi yang memadai untuk meningkatkan efisiensi hasil. Pemanfaatan teknologi dan pengetahuan lokal dalam penentuan lokasi penangkapan menjadi fondasi penting dalam mendukung praktik penangkapan yang efisien. Namun, keberhasilan strategi ini tidak hanya bergantung pada aspek teknis semata, tetapi juga pada pemahaman yang mendalam terhadap aspek biologis ikan terbang, khususnya perilaku reproduksinya (Oliveira et al., 2015). Oleh karena itu, diperlukan integrasi yang selaras antara pengetahuan tradisional, teknologi komunikasi, dan informasi ilmiah tentang siklus hidup ikan terbang, yang didukung oleh riset berkelanjutan berbasis sistem informasi geografis (SIG) guna memetakan daerah *fishing ground* sebagai dasar bagi pengembangan penelitian lanjutan.



Foto: Friesland Tuapetel (2023)

Gambar 1.4 Penjemuran Telur Ikan Terbang

Pemanfaatan informasi mengenai perilaku reproduksi ikan terbang merupakan strategi penting dalam mendukung pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan. Pemahaman yang mendalam tentang siklus hidup dan perilaku pemijahan menjadi kunci utama dalam meningkatkan produktivitas perikanan sekaligus menjaga kelestarian sumber daya. Penangkapan yang terkontrol, yang didukung oleh sistem pengawasan

melalui enumerator yang ditempatkan di lokasi-lokasi strategis dekat zona pemijahan, memungkinkan pemerintah untuk memantau aktivitas perikanan secara lebih efektif. Melalui penguasaan terhadap pola musim dan lokasi pemijahan, nelayan dapat mengoptimalkan hasil tangkapan secara bertanggung jawab dan mengambil langkah-langkah preventif untuk menjaga kelangsungan populasi ikan. Pengetahuan ini tidak hanya memberikan keuntungan secara ekonomis, tetapi juga menumbuhkan kesadaran akan pentingnya konservasi jangka panjang. Dalam konteks ini, integrasi antara pengetahuan ilmiah dan kearifan lokal menjadi fondasi utama untuk pengelolaan perikanan yang adaptif. Ketika informasi ilmiah tentang perilaku reproduksi ikan terbang dapat ditransformasikan menjadi pengetahuan praktis yang dipahami oleh nelayan maka proses pengelolaan akan menjadi lebih responsif terhadap perubahan lingkungan dan sosial. Edukasi dan pendampingan teknis memainkan peran sentral dalam membangun jembatan antara hasil penelitian dan praktik penangkapan yang bijak. Kolaborasi aktif antara nelayan, pemerintah, dan lembaga riset menjadi model pengelolaan yang berbasis bukti sekaligus sensitif terhadap kondisi sosial-ekonomi masyarakat pesisir.

E. Strukturisasi Buku

Buku “Sumber Daya Ikan Terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku: Eksplorasi, Pemanfaatan, dan Arah Pengelolaannya” disusun secara sistematis dalam delapan bab yang saling terhubung, guna memberikan pemahaman menyeluruh mengenai potensi, tantangan, dan strategi pengelolaan sumber daya ikan terbang di kawasan kepulauan Maluku. Bab I membuka pembahasan dengan menggambarkan kondisi dan pemanfaatan ikan terbang di Maluku. Pada bab ini, pembaca diperkenalkan pada karakteristik umum ikan terbang yang hidup di perairan tropis Maluku. Selain itu, dibahas pula kondisi aktual sumber daya, termasuk potensi dan volume pemanfaatan yang telah terjadi, serta berbagai ancaman yang berpotensi mengganggu keberlanjutan, seperti tekanan penangkapan yang tinggi dan perubahan lingkungan. Selanjutnya, Bab II menjelaskan potensi dan distribusi sumber daya ikan terbang. Bab ini memberikan informasi mengenai jenis-jenis ikan

terbang yang dominan, pola penyebarannya secara geografis di perairan Indonesia, dan distribusi khusus di perairan Maluku. Pengetahuan ini penting untuk mendasari perencanaan pengelolaan sumber daya berbasis wilayah kepulauan.

Bab III berfokus pada eksploitasi dan upaya pengelolaan, terutama terhadap telur ikan terbang yang merupakan komoditas bernilai tinggi. Bab ini mengulas teknik pemanfaatan telur yang berkembang di masyarakat serta langkah-langkah pengelolaan yang sudah dilakukan atau perlu dipertimbangkan, seperti pengaturan musim tangkap dan perlindungan habitat pemijahan. Untuk mendukung pemahaman terhadap ekologi ikan terbang, Bab IV membahas secara rinci kondisi lingkungan dan habitatnya. Di dalamnya termuat pembahasan mengenai suhu, salinitas, nutrien (seperti nitrat dan fosfat), oksigen terlarut, klorofil-a, serta faktor fisik lainnya, seperti kecerahan, arus laut, angin, dan curah hujan. Juga dijelaskan fenomena *upwelling* dan peran arus lintas Indonesia (Arlindo) dalam mendukung produktivitas perairan Maluku sebagai habitat penting ikan terbang.

Bab V menjelaskan berbagai teknologi penangkapan, *fishing ground*, dan musim penangkapan. Uraian dimulai dari teknik menangkap telur dan induk ikan terbang, jenis armada yang digunakan nelayan, hingga inovasi alat bantu, seperti bale-bale tunggal, campuran, dan ganda. Bab ini juga membahas lokasi penangkapan utama dan musim-musim terbaik untuk memanen telur ikan terbang. Bab VI membahas komposisi spesies dan tingkat pemanfaatan, termasuk identifikasi spesies yang paling sering tertangkap dan tingkat intensitas pemanfaatan secara waktu dan wilayah. Informasi ini berguna untuk mengetahui kecenderungan pemanfaatan yang bisa berdampak pada stok jangka panjang. Bab VII menawarkan pendekatan manajemen adaptif dan kolaboratif sebagai solusi mengatasi *overfishing*. Di dalamnya dibahas pentingnya pengendalian alat tangkap, pembatasan kapasitas armada dan kuota, serta pengaturan zonasi dan musim tangkap. Zona konservasi juga dipaparkan sebagai bagian dari strategi perlindungan jangka panjang. Bab ini ditutup dengan beberapa rekomendasi untuk riset lanjutan yang mendukung kebijakan pengelolaan. Terakhir, Bab VIII merangkum arah pengelolaan sumber daya ikan terbang di masa

depan. Bab ini menekankan pentingnya integrasi data, kolaborasi antarpemangku kepentingan, serta pendekatan berbasis ekosistem sebagai fondasi pengelolaan yang berkelanjutan di wilayah kepulauan Maluku.

BAB II

Potensi dan Distribusi Sumber Daya Ikan Terbang

Pada Bab I telah menguraikan gambaran umum mengenai ikan terbang di perairan Maluku, mencakup pentingnya sumber daya ini secara ekologis dan ekonomis, kondisi aktual sumber daya yang ada, serta ancaman keberlanjutan pemanfaatannya juga unit penangkapan patorani. Bab II membahas lebih dalam mengenai potensi sumber daya ikan terbang perairan Kepulauan Maluku. Pembahasan diawali dengan pengenalan terhadap jenis-jenis ikan terbang yang ditemukan di perairan, diikuti dengan penjelasan tentang pola distribusinya secara umum dan distribusi masing-masing jenis di wilayah perairan Maluku. Urutan ini disusun guna membangun alur pikir yang sistematis dari pengenalan spesies hingga aspek spasial penyebarannya, sebagai dasar penting dalam mendukung strategi pengelolaan yang berbasis data ilmiah.

A. Jenis-Jenis Ikan Terbang

Ikan terbang termasuk ke dalam famili Exocoetidae dan sejauh ini dikenal ada sekitar 70 spesies yang tersebar di berbagai perairan di seluruh

dunia (Shakhovskoy, 2018; Putri et al., 2023). Menurut penelitian Hutomo (1985), di perairan Indonesia sendiri telah teridentifikasi sebanyak 18 spesies. Namun, data terbaru yang dikemukakan oleh Armanto (2012), Syahailatua & Rijoly (2021), serta Indrayani et al., (2024) menunjukkan adanya peningkatan jenis ikan terbang di perairan Indonesia bertambah tiga sehingga total menjadi 22 spesies.

Temuan mengenai bertambahnya jumlah spesies ikan terbang menunjukkan bahwa wilayah perairan Indonesia, khususnya bagian timur, merupakan habitat penting yang mendukung kelimpahan dan diversitas spesies ini. Ikan terbang yang secara global dikenal sebagai “*flying fish*”, memiliki beragam nama lokal di berbagai daerah di Indonesia, mencerminkan keanekaragaman budaya dan linguistik di nusantara serta pentingnya peran ikan ini dalam kehidupan masyarakat pesisir. Penamaan di Makassar dan Mandar sebagai tuing-tuing; masyarakat Bugis menyebutnya torani; di Bali dikenal dengan sebutan balang-balang; sementara di Sulawesi Utara dinamakan antoni. Masyarakat Banten menyebutnya siloar, sedangkan di Pulau Ambon dikenal dengan nama torotah, sementara di Kei Maluku Tenggara dinamakan sebagai Ub door.

Setiap nama lokal untuk ikan terbang di Indonesia mencerminkan warisan budaya dan kekayaan linguistik yang dimiliki oleh setiap daerah. Selain itu, keberagaman sebutan ini juga mencerminkan pentingnya ikan terbang dalam kehidupan sehari-hari masyarakat pesisir, yaitu sebagai sumber pangan, sumber penghasilan, maupun bagian dari kearifan lokal yang diwariskan dari generasi ke generasi. Dengan demikian, pemahaman beragam sebutan lokal tersebut tidak hanya memperkaya pengetahuan tentang kekayaan linguistik Indonesia, tetapi juga menggambarkan betapa pentingnya hubungan antara manusia dan sumber daya alam di lingkungan pesisir, serta keberagaman budaya.

Keberagaman nama lokal ikan terbang di berbagai wilayah Indonesia juga mengisyaratkan adanya variasi biologis dan spesies yang mungkin berbeda antarlokasi. Hubungan ini membuka ruang bagi pemahaman taksonomi ikan terbang yang lebih luas, di mana

identifikasi dan klasifikasi ilmiah menjadi kunci dalam mengurai keanekaragaman tersebut secara sistematis.

B. Klasifikasi Ilmiah

Famili Exocoetidae merupakan kelompok ikan terbang yang sangat dominan. Famili ini mencakup enam genus utama, yaitu Parexocoetus, Exocoetus, Hirundichthys, Prognichthys, Cypselurus, dan Cheilopogon, sebagaimana dijelaskan oleh Froese & Pauly (2023). Namun, ada beberapa perbedaan dalam klasifikasi ikan terbang. Menurut Lewallen et al. (2011), ikan terbang bisa dikategorikan dalam tujuh hingga sembilan genera. Pendapat ini memperlihatkan variasi dalam penentuan klasifikasi ikan terbang. Selain itu, berdasarkan klasifikasi yang diajukan oleh Nelson et al. (2016), struktur klasifikasi ikan terbang dapat dijelaskan lebih lanjut dan menjadi referensi yang lebih mendalam untuk memahami kekayaan jenis dan keanekaragaman spesies dalam famili Exocoetidae. Ini menunjukkan bahwa klasifikasi ikan terbang memang kompleks. Struktur klasifikasi ikan terbang sebagai berikut:

Kingdom: Animalia

Filum: Chordata

Subfilum: Craniata

Infrafilum: Vertebrata

Superkelas: Gnathostomata

Kelas: Osteichthyes

Subkelas: Actinopterygii

Infrakelas: Teleostei

Divisi: Teleostei

Superordo: Acanthopterygii

Ordo: Belontiiformes

Subordo: Exocoetinae

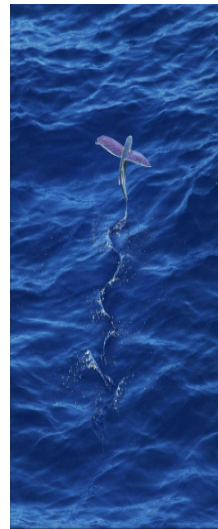
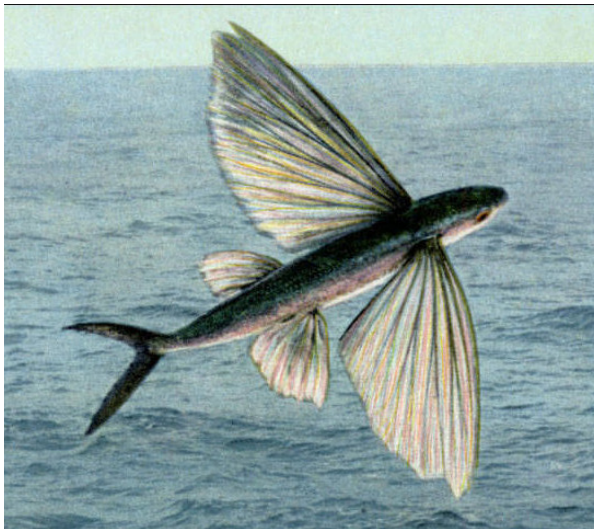
Famili: Exocoetidae

Genus: *Parexocoetus*, *Exocoetus*, *Hirundichthys*

Prognichthys, *Cypselurus*, *Cheilopogon*

C. Bentuk Morfologi dan Kemampuan “Terbang”

Ikan terbang secara umum memiliki morfologi yang unik yang membedakannya dari spesies ikan lainnya. Badan ikan terbang umumnya berbentuk bulat memanjang, menyerupai cerutu, meskipun ada beberapa spesies yang memiliki tubuh agak pipih di bagian sisinya. Salah satu ciri khas yang paling mencolok dari ikan terbang adalah keberadaan sirip dada atau *pectoral* yang besar, menyerupai sayap pada burung (Zhang et al., 2022b). Sirip ini memainkan peran penting dalam kemampuan ikan terbang untuk melakukan “penerbangan singkat” dan meluncur di udara. Kemampuan penerbangan ini menjadi aset utama bagi ikan terbang dalam menghindari pemangsa dan mendapatkan sumber makanan. Dengan menggunakan sirip dada yang besar, ikan terbang dapat meluncur di atas permukaan air untuk jarak yang cukup jauh sehingga memungkinkannya untuk berpindah tempat atau menghindari bahaya di laut (Gambar 2.1).



Sumber: *Facts and Details* (t.t.)

Gambar 2.1 Ikan terbang meluncur di permukaan laut.

Berbagai penelitian, seperti yang dilakukan oleh Daane et al. (2021), menyoroti pentingnya kemampuan terbang ini bagi kelangsungan hidup ikan terbang. Bandyopadhyay (2023) juga menegaskan bahwa kemampuan terbang ikan terbang memainkan peran vital dalam strategi pertahanannya terhadap predator. Karena fitur uniknya ini, ikan terbang telah menjadi subjek perhatian yang luas di kalangan ilmuwan dan masyarakat umum. Julukan khusus diberikan kepada ikan ini sesuai dengan kemampuannya yang unik, seperti "*flying fish*" dalam bahasa Inggris. Selain itu, keunikannya juga menjadi daya tarik bagi para pengamat alam dan pecinta alam yang tertarik untuk mempelajari lebih lanjut tentang adaptasi dan perilaku unik spesies ini. Dengan demikian, morfologi dan kemampuan terbang ikan terbang tidak hanya menunjukkan keunikan biologisnya, tetapi juga memberikan wawasan yang berharga tentang hubungan antara struktur tubuh dan adaptasi terhadap lingkungan (Marshall, 1971; Lam et al., 2005).

Keistimewaan ikan terbang yang mampu meluncur di udara bukan hanya menarik dari sudut pandang ekologi perilaku, tetapi juga membuka ruang bagi eksplorasi ilmiah yang lebih dalam mengenai aspek biologi maupun morfologi, seperti bentuk dan fungsi tubuhnya. Kemampuan melakukan manuver terbang singkat di atas permukaan laut, penting untuk meninjau secara lebih spesifik aspek morfologi yang menjadi dasar kemampuan tersebut. Pendekatan ini memungkinkan kita untuk melihat keterkaitan erat antara struktur anatomi dan strategi adaptasi yang mendukung kelangsungan hidupnya di habitat laut terbuka yang penuh tantangan. Keunikan morfologis dan biologisnya ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana struktur tubuhnya telah beradaptasi terhadap lingkungan hidupnya. Sirip dada yang besar dan bentuk tubuh yang aerodinamis, telah berevolusi untuk mendukung kemampuan terbangnya karena fungsinya mirip sayap (Chen et al., 2023), memberikan contoh konkret tentang spesies ini telah beradaptasi dengan lingkungan hidupnya yang unik di perairan terbuka. "Penerbangan" singkat di atas permukaan air merupakan upaya menghindari pemangsa dan mencari sumber makanan (Davenport, 1994; Howell, 2014).

Lebih jauh lagi, memahami bagaimana ikan terbang berinteraksi dengan lingkungan hidupnya dapat memberikan wawasan yang berharga tentang dinamika ekosistem laut secara keseluruhan. Misalnya, penelitian tentang perilaku dan pola migrasinya dapat memberikan informasi tentang kesehatan ekosistem laut dan distribusi sumber daya ikan (Weber et al., 2021), keunikan dan keragaman kehidupan laut, serta upaya konservasi dan perlindungan spesies (Gordeeva & Shakhovskoi, 2017).

D. Distribusi dan Kelimpahan Secara Umum

Ikan terbang tersebar di daerah subtropis dan tropis di seluruh dunia, termasuk Samudra Hindia, Pasifik, dan Atlantik (Said et al., 2025). Menurut penelitian Miya et al. (2015), mereka tersebar secara global, sementara Kappes et al. (2011) menemukan populasi yang signifikan di daerah tropis Samudra Hindia. Lewallen et al. (2018) melaporkan keberadaan mereka di Pasifik dan Atlantik. Hutomo (1985) mencatat keberadaan 18 spesies ikan terbang di perairan Indonesia, menunjukkan jumlah keragaman yang signifikan di wilayah ini.

Penelitian oleh Shakhovskoy (2018) menunjukkan bahwa distribusi ikan terbang terbatas oleh garis isothermal. Namun, beberapa spesies, seperti *Cypselurus heterurus* (Makiguchi et al., 2013) dan *Exocoetus volitans* (Lewallen et al., 2016), menunjukkan toleransi yang lebih besar terhadap suhu dingin, memungkinkan mereka untuk menyebar lebih jauh. Spesies-spesies ini, terutama *Exocoetus volitans*, memiliki wilayah distribusi yang luas, tersebar di berbagai wilayah perairan di seluruh dunia. Menurut Howell (2014), pada beberapa lokasi, ikan terbang bahkan menjadi sumber daya perikanan komersial yang penting. Misalnya, Kepulauan Pasifik, Korea, Cina, Laut Jepang, Selatan California, Amerika Serikat, Barat Afrika, Selatan India, Brazil, Antilles, dan Timur Karibia.

Ikan terbang di Indonesia lebih banyak tersebar pada wilayah Indonesia timur, seperti di Selat Makassar (Febyanty & Syahailatua 2017), Laut Flores (Syahailatua et al., 2008), Perairan Tual Maluku Tenggara (Syam et al., 2017; Retraubun et al., 2023), dan Laut Seram (Tuapetel et al., 2015: 2024a; 2025b). Oxenford et al. (1995)

menginformasikan bahwa distribusi *Cheilopogon cyanopterus* dewasa terbatas di sebelah Timur Karibia, sedangkan *Hirundichthys affinis* dan *Parexocoetus brachypterus* melimpah di bagian Barat dan Tenggara Timur Karibia (Gomes et al., 1998). Kemudian Gomes et al. (1998) juga menjelaskan bahwa Distribusi *H. affinis* cenderung pada lapisan lebih dalam dibanding dengan *P. brachypterus*, *Hirundichthys oxycephalus* tersebar mulai dari Madagaskar ke Australia, Samoa, dan Hawaii. Ikan terbang melimpah terutama di perairan tropis (Mahon et al., 2000), sebagai sumber perikanan skala kecil, seperti di Filipina, Vietnam, Thailand, Indonesia, dan Karibati (Churnside et al., 2017).

Perbedaan distribusi secara geografis berdasarkan fase siklus hidup ikan terbang, baik *intraspecific* maupun *interspecific* (Mallegowda et al., 2025) memberikan informasi bahwa terdapat jenis ikan terbang yang melakukan migrasi berdasarkan fase siklus hidupnya, seperti *Exocoetus volitans* (Jayakumar et al., 2019).

E. Distribusi Jenis di perairan Maluku

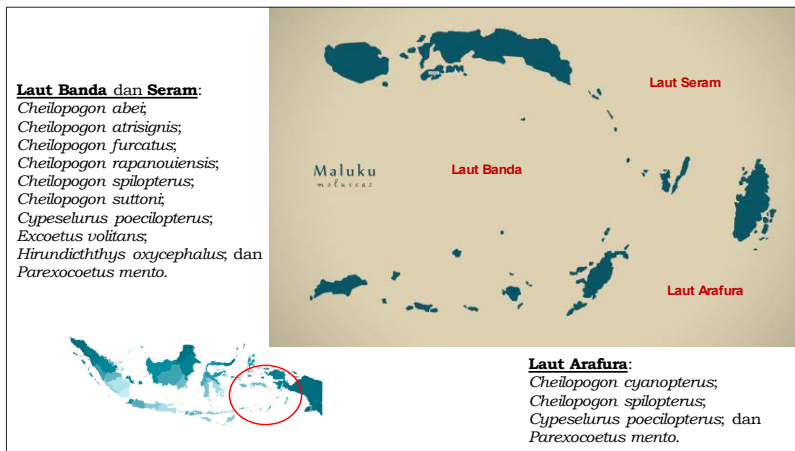
Distribusi ikan terbang di perairan Provinsi Maluku tersebar di Laut Banda, Laut Seram, dan Laut Arafura. Diduga, jumlah jenisnya mencapai total sekitar 14 spesies (Tuapetel & Tupan 2021, Tuapetel 2021a; Tuapetel et al., 2022a; 2022b). Sebanyak sepuluh spesies di antaranya ditemukan di Laut Banda dan Seram, termasuk *Cheilopogon abei*, *Cheilopogon atrisignis*, *Cheilopogon furcatus*, *Cheilopogon rapanouiensis*, *Cheilopogon spilopterus*, *Cheilopogon suttoni*, *Cypselurus poecilopterus*, *Exocoetus volitans*, *Hirundichthys oxycephalus*, dan *Parexocoetus mento*. Sementara itu, di perairan Laut Arafura, terdapat empat spesies yang berbeda, yakni *Cheilopogon cyanopterus*, *Cheilopogon spilopterus*, *Cypselurus poecilopterus*, dan *Parexocoetus mento*.

Tuapetel dan Tupan (2021) secara spesifik menyebutkan di selatan Pulau Ambon pada perairan sekitar Negeri Naku dan Hukurila ke arah Laut Banda ditemukan delapan spesies, yakni *Cheilopogon abei* dengan jumlah 184 individu, *Cheilopogon atrisignis* (12), *Cheilopogon furcatus* (158), *Cheilopogon spilopterus* (273), *Cheilopogon suttoni* (21), *Cypselurus poecilopterus* (369), *Exocoetus volitans* (10), dan *Hirundichthys oxycephalus* (266), di mana lima spesies di antaranya memiliki populasi

dominan (Gambar 2.2), yaitu *Cheilopogon abei* (14,2%); *Cheilopogon furcatus* (12,2%); *Cheilopogon spilopterus* (21,1%); *Cypselurus poecilopterus* (28,5%); dan *Hirundichthys oxycephalus* (20,6%).

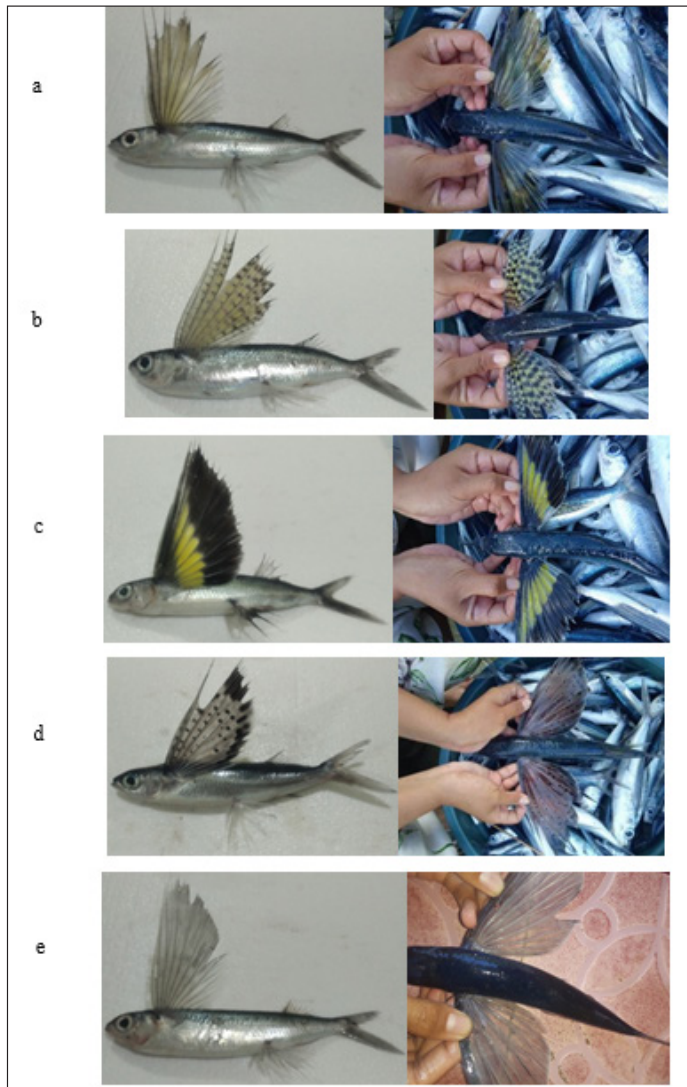
Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 adalah representasi visual dari jenis-jenis ikan terbang dan distribusinya di perairan Maluku dan Perairan Ambon. Pada Gambar 2.2, kita dapat melihat sejumlah jenis ikan terbang yang dapat ditemui di perairan Maluku, seperti yang dijumpai di Laut Banda dan Laut Seram, yakni *Cheilopogon abei*, *C. atrisignis*, *C. furcatus*, *C. rapanouiensis*, *C. spilopterus*, *C. suttoni*, *Cypselurus poecilopterus*, *Exocoetus volitans*, *H. oxycephalus*, dan *P. mento*.

Adapun jenis ikan terbang yang dijumpai di Laut Arafura, yakni *Cheilopogon cyanopterus*, *Cheilopogon spilopterus*, *Cypselurus poecilopterus*, dan *Parexocoetus mento*. Representasi visual (Gambar 2.2 dan Gambar 2.3) membantu dalam memahami keragaman spesies ikan terbang yang ada di wilayah tersebut. Kedua gambar tersebut juga memberikan informasi yang berharga bahwa keragaman biologis di perairan Maluku dan Perairan Ambon adalah elemen penting yang memengaruhi ekosistem laut di wilayah tersebut.



Sumber: Tuapetel & Tupan (2021), Tuapetel (2021a), Tuapetel et al. (2022a, 2022b)

Gambar 2.2 Jenis-Jenis Ikan Terbang dan Distribusinya di perairan Maluku



Keterangan: (a) *Cheilopogon abei*; (b) *Cheilopogon spilopterus*; (c) *Cheilopogon furcatus*; (d) *Cypselurus poecilopterus*; dan (e) *Hirundichthys oxycephalus*.

Sumber: Tuapetel & Tupan (2021); Foto: Friesland Tuapetel (2021)

Gambar 2.3 Jenis-Jenis Ikan Terbang di Perairan Ambon

F. Implikasi Pemahaman Kelimpahan dan Distribusi

Memahami keragaman jenis, kelimpahan, dan distribusi ikan terbang di suatu perairan merupakan kunci untuk merencanakan strategi pengelolaan yang efektif. Keragaman dan penyebaran tidak dapat dilepaskan dari faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi habitat alamnya. Populasi ikan terbang di perairan Indonesia yang lebih banyak berada di wilayah Indonesia timur, diduga karena faktor lingkungan yang mendukung (Yuan et al., 2018). Kelimpahan tinggi ditemukan khususnya pada musim timur (Simatauw et al., 2019) ketika perairannya sangat subur (Wijaya et al., 2018; Boli et al., 2019; Balbada et al., 2024). Kesuburan perairan berkaitan erat dengan ketersediaan makanan bagi ikan terbang itu sendiri dan spesies mangsanya (Patimah et al., 2019; Nur, 2023).

Menjadi penting untuk meninjau lebih dalam bagaimana kondisi oseanografis, terutama suhu perairan, yang turut menentukan pola persebaran spesies ini. Variasi suhu laut, arus, dan struktur habitat menjadi kunci utama yang memengaruhi keberadaan dan kelimpahan ikan terbang di suatu wilayah (Lewallen et al., 2018). Oleh karena itu, untuk memahami dinamika populasi dan potensi secara menyeluruh, diperlukan pengetahuan distribusi spasialnya dikaitkan dengan faktor-faktor lingkungan oseanografinya.

Temuan mengenai luasnya distribusi ikan terbang dan peranannya sebagai komoditas perikanan penting di berbagai belahan dunia, juga membuka ruang diskusi lebih lanjut tentang implikasi ekologis dan ekonomi. Hal ini mendorong dilakukannya berbagai penelitian lintas kawasan untuk menelaah lebih dalam hubungan antara pemanfaatan ikan terbang dan keberlanjutan lingkungan laut. Kajian-kajian tersebut tidak hanya memperkuat pemahaman terhadap persebaran spesies ini, tetapi juga memberikan dasar ilmiah bagi perumusan kebijakan pengelolaan yang adaptif.

Penelitian yang dilakukan Chagnon et al. (2018), Ichii et al. (2006), Xu et al. (2013), Kharin & Saveliev (2011), Lewallen et al. (2011), Oxenford (1999), Nunoo et al. (2009), Parin & Bogorodskiy (2011), Oliveira et al. (2015), dan Gomes et al. (1998) telah mendokumentasikan pentingnya ikan terbang dalam konteks ekonomi

dan keberlanjutan lingkungan berkaitan dengan konteks ekologis dan geografis wilayah penangkapannya. Kondisi ini menjadi landasan penting untuk melihat bagaimana kelimpahan ikan terbang di suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh karakteristik oseanografi setempat dan musim yang berlangsung. Dengan memahami aspek-aspek ini maka pengelolaan dan pemanfaatan ikan terbang secara berkelanjutan dapat dirancang dengan mempertimbangkan kondisi lokal yang spesifik dan dinamis. Diperoleh kesimpulan bahwa distribusi ikan terbang tidak bersifat acak, melainkan membentuk pola-pola tertentu yang berkaitan erat dengan fase hidup dan kebutuhan ekologis masing-masing spesies (Putri et al., 2023). Selain itu, variasi distribusi ini tidak hanya mencerminkan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, tetapi juga menunjukkan adanya mekanisme migrasi yang kompleks dalam memenuhi kebutuhan reproduksi, pertumbuhan, dan perlindungan dari predator.

Perbedaan wilayah persebaran antarspesies, seperti *Cheilopogon cyanopterus*, *Hirundichthys affinis*, dan *Parexocoetus brachypterus* (Chang et al., 2012), serta kecenderungan lapisan kedalaman yang ditempati (Churnside et al., 2017), semakin memperjelas pentingnya memahami aspek spasial dalam siklus hidup ikan terbang. Bahkan, beberapa spesies seperti *Exocoetus volitans* diketahui melakukan migrasi sesuai fase hidupnya (Lewallen et al., 2016), suatu strategi adaptif yang mendukung kelangsungan hidup populasi di habitat yang dinamis. Oleh karena itu, pendekatan ekologi spasial menjadi krusial dalam merancang strategi konservasi yang mempertimbangkan dinamika migrasi dan zonasi habitat penting bagi sumber daya ikan terbang tiap spesies.

Beberapa spesies, seperti *Hirundichthys affinis* menunjukkan pola distribusi yang relatif stabil di kawasan geografis tertentu sepanjang fase kehidupannya. Hal ini mengindikasikan adanya preferensi habitat yang konsisten, yang dapat dipengaruhi oleh faktor oseanografi, ketersediaan pakan, maupun tekanan dari aktivitas perikanan. Studi lanjutan di kawasan seperti Barbados, misalnya, memperlihatkan bagaimana keberadaan *H. affinis* tidak hanya berperan dalam keseimbangan ekosistem lokal, tetapi juga memiliki nilai budaya dan

ekonomi yang penting bagi masyarakat pesisir. Spesies *Hirundichthys affinis* menunjukkan kecenderungan untuk tetap berada dalam wilayah geografis tertentu sepanjang fase perkembangannya (Monteiro et al. 1998). Fenomena ini secara khusus ditemukan dalam konteks Barbados, di mana keberadaan ikan terbang ini tidak hanya menjadi sesuatu yang membanggakan bagi masyarakat setempat (Cumberbatch & Hinds 2013; Boone & McTavish 2024), tetapi juga menjadi simbol penting dalam industri perikanan daerah tersebut. Hinds (2013) menemukan bahwa ikan terbang merupakan simbol budaya penting bagi Barbados, tetapi kini terancam oleh sengketa perairan, kebijakan harga, perubahan iklim, dan penurunan minat generasi muda. Meski simbolismenya mulai melemah, mayoritas warga mendukung pelestariannya sebagai bagian dari warisan budaya nasional.

BAB III

Eksplotasi dan Pengelolaan Ikan Terbang

Bab II telah menjelaskan potensi sumber daya ikan terbang di perairan Maluku, mulai dari keragaman jenis, pola distribusi, hingga sebaran spesifik tiap jenis di wilayah ini. Informasi tersebut memberikan dasar penting mengenai nilai ekologis dan penyebaran ikan terbang sebagai bagian dari sumber daya hayati yang perlu dijaga. Namun, seiring meningkatnya pemanfaatan, terutama terhadap telur ikan terbang yang bernilai ekonomis tinggi, muncul berbagai tantangan dalam pengelolaannya. Bab III menguraikan permasalahan-permasalahan utama yang muncul akibat eksploitasi yang tidak terkendali, upaya-upaya pembenahan yang telah dan perlu dilakukan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ini, serta strategi manajemen pengelolaan yang dapat diterapkan secara adaptif dan berbasis ekosistem. Pemahaman terhadap dinamika permasalahan ini menjadi kunci untuk merumuskan kebijakan yang lebih berkelanjutan di masa mendatang.

A. Eksploitasi Telur

Permasalahan mendasar dari eksploitasi yang dilakukan oleh nelayan patorani terhadap sumber daya ikan terbang di perairan Maluku adalah pemanfaatan telur ikan terbang tanpa batas yang sering kali dilakukan bersamaan dengan induknya (Risa et al., 2016). Induk dan telur ikan terbang tersaji pada Gambar 3.1. Hal ini menyebabkan penurunan populasi ikan terbang dan mengancam keberlangsungan ekosistem perairan Maluku (Tuapetel, 2021a). Tindakan ini juga dapat mengganggu keseimbangan ekologis serta mengurangi potensi ekonomi jangka panjang bagi masyarakat lokal (Cadinu et al., 2020). Pola pemanfaatan yang eksploitatif tersebut tidak hanya berdampak pada penurunan populasi ikan terbang, tetapi juga mendorong perubahan perilaku nelayan dalam strategi penangkapannya. Ketika hasil tangkapan menurun akibat tekanan berlebih, nelayan patorani memilih untuk berpindah lokasi penangkapan sebagai respons terhadap menipisnya stok di wilayah sebelumnya. Pergeseran ini mencerminkan dinamika adaptasi ekonomi nelayan yang berupaya menjaga kelangsungan usaha mereka (Haryanto, 2017), meskipun sering kali mengabaikan aspek keberlanjutan sumber daya yang menjadi tumpuan utama mata pencaharian mereka.

Nelayan patorani, dalam perumpamaannya sebagai “petani perlandangan berpindah”, mengadopsi strategi berpindah-pindah ketika sumber daya ikan terbang menipis atau habis di satu perairan (Nur et al., 2020), mereka beralih ke wilayah baru yang menawarkan persediaan ikan yang melimpah, tanpa mempertimbangkan keberlanjutan sumber daya tersebut, yang penting mendapatkan keuntungan dan modal awal kembali (Tuapetel, 2021b). Tujuannya adalah untuk menutupi biaya operasional yang tinggi. Biaya rata-rata per trip penangkapan melebihi sepuluh juta rupiah, dengan durasi sekitar 20–28 hari per bulan, tergantung hasil tangkapan. Dalam satu musim penangkapan, berkisar empat hingga enam trip (sekitar 4–6 bulan) sehingga total pengeluaran rata-rata satu kapal patorani mencapai lebih dari 50 juta (Syarif et al., 2017).



Keterangan: Spesies *Hirundichthys oxycephalus*

Sumber: Tuapetel (2020)

Gambar 3.1 Induk Ikan Terbang dan Telurnya

Nelayan patorani sangat bergantung dengan mata pencaharian ini (Demmallino & Ali, 2018). Di satu sisi, jika telur ikan terbang tidak dimanfaatkan maka akan mubazir (Fitrianti et al., 2014), tetapi di sisi yang lain, jika dimanfaatkan melebihi ketersediaan stok di alam maka akan sangat mengancam keberadaan dan keberlanjutan sumber daya ikan tersebut (McClanahan et al., 2016). Efeknya bukan hanya sebatas itu, akan tetapi turut mengganggu rantai makanan dalam ekosistem perairan (Huang et al., 2021), karena ikan terbang merupakan mata rantai penting bagi ikan pelagis besar di atasnya, seperti cakalang (Roeger et al., 2016), tuna (Chagnon et al., 2018), dan layaran (Luckhurst, 2017).

Dilema antara kebutuhan ekonomi dan konservasi sumber daya menjadi tantangan utama dalam pengelolaan perikanan ikan terbang. Di satu sisi, pemanfaatan telur ikan terbang memberikan keuntungan langsung bagi nelayan patorani yang menggantungkan hidupnya dari hasil tangkapan ini. Namun di sisi lain, tekanan eksploitasi yang berlebihan dapat menimbulkan dampak ekologis jangka panjang yang merugikan, tidak hanya terhadap populasi ikan terbang itu sendiri, tetapi juga terhadap stabilitas rantai makanan laut. Kondisi ini menjadi semakin kompleks ketika kebijakan pengelolaan belum sepenuhnya

mampu menjawab dinamika tersebut, khususnya terkait penggunaan bale-bale yang memicu kontroversi karena statusnya sebagai alat bantu, bukan alat tangkap utama.

Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Perikanan dan Kelautan, mengalami kesulitan dalam mengembangkan kebijakan terkait larangan atau pembatasan penangkapan telur ikan terbang menggunakan bale-bale (rumpon hanyut). Kesulitan ini muncul karena rumpon hanyut dianggap sebagai alat bantu penangkapan, bukan alat tangkap utama, sebagaimana dibahas dalam penelitian sebelumnya (Wudianto et al., 2019). Meskipun bale-bale berperan dalam menarik dan mengumpulkan telur ikan terbang, nelayan menggunakan alat ini karena kecenderungan alami ikan terbang untuk bertelur pada benda-benda yang terapung di permukaan laut (Ehrlich, 2010; Hasaruddin et al., 2015) sehingga dianggap sebagai alat perangkap yang menjerat telur setelah induknya melepaskan telurnya. Jika penggunaan bale-bale atau rumpon hanyut tidak diatur atau dikelola dengan baik, kita akan menghadapi risiko di masa depan. Dalam sepuluh atau dua puluh tahun, kemungkinan besar kita hanya akan mampu menceritakan tentang telur ikan terbang kepada generasi berikutnya, tanpa mereka dapat mengamati secara langsung bagaimana bentuk telurnya. Kondisi ini mengisyaratkan kebutuhan akan pengelolaan yang efektif terhadap penggunaan bale-bale tersebut, untuk memastikan kelangsungan dan pelestarian sumber daya ikan terbang bagi masa depan.

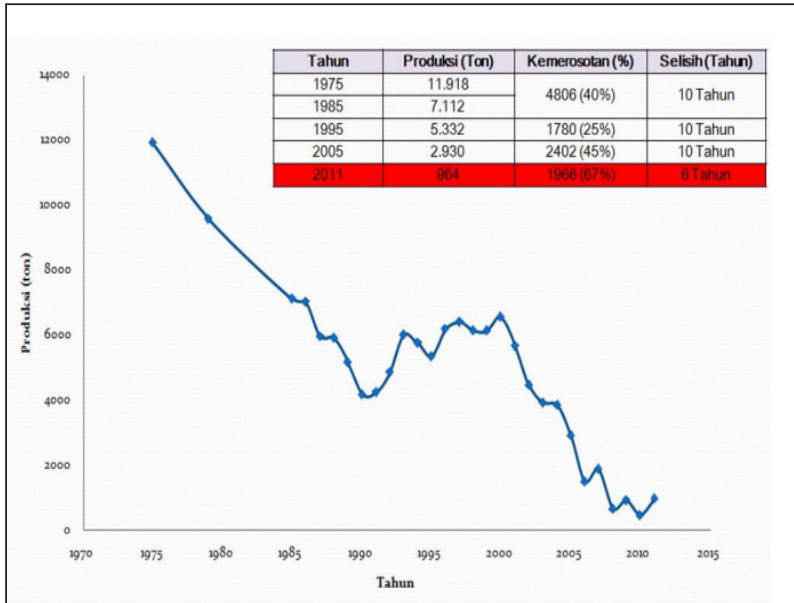
Tanda-tanda kelebihan penangkapan pada sumber daya ikan terbang sudah mulai terlihat di beberapa wilayah perairan Indonesia. Contohnya, di Laut Flores (Ali et al., 2005), Selat Makassar (Ali, 2019), Fakfak Papua Barat (Tuapetel et al., 2015; Boli et al., 2019; Sari et al., 2024), dan Kei Maluku Tenggara (Retraubun et al., 2023). Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan berlebihan sudah menjadi masalah serius dalam keberlanjutan sumber daya ikan terbang di wilayah-wilayah ini karena ikan terbang bukanlah peruaya jauh, tetapi hanya sekitar perairan habitatnya saja (Pierucci & Suaria, 2023), juga kehilangan populasi pada wilayah perairan tertentu tidak dapat tergantikan oleh populasi dari perairan lain (Tuapetel et al., 2024a).

Kondisi ini menegaskan bahwa tekanan terhadap populasi ikan terbang bersifat lokal tetapi berdampak besar, mengingat keterbatasan daya jelajah spesies ini untuk berpindah atau memulihkan diri dari satu wilayah ke wilayah lain (Kritsky et al., 2011). Oleh karena itu, setiap wilayah perairan memerlukan perhatian khusus dan pendekatan pengelolaan yang spesifik, berbasis pada kondisi aktual di lapangan. Dalam konteks tersebut, ketersediaan data yang akurat dan menyeluruh menjadi sangat krusial. Tanpa dukungan informasi ilmiah yang memadai mengenai status stok, tingkat pemanfaatan, dan dinamika populasi lokal, upaya pengelolaan akan cenderung bersifat reaktif dan berisiko gagal dalam menjawab tantangan keberlanjutan sumber daya ikan terbang.

Menjaga keberlanjutan pengelolaan sumber daya ikan terbang, penting bagi para pengelola untuk memiliki akses terhadap informasi yang lengkap dan akurat mengenai kondisi stok ikan terbang. Hal ini meliputi data tentang tingkat pemanfaatan sumber daya tersebut (Tuapetel et al., 2015a), keberagaman dan dominasi jenis ikan, serta pola produksi hasil tangkapan dan waktu penangkapan yang efektif. Informasi ini merupakan landasan yang sangat penting bagi pengambilan keputusan yang tepat dalam upaya pengelolaan yang berkelanjutan. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai dinamika populasi dan pola penangkapan, para pengelola dapat merancang strategi yang lebih efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut dan memastikan bahwa sumber daya ikan terbang dapat dinikmati oleh generasi sekarang dan masa depan. Melalui kerja sama antara akademisi, pemerintah, swasta, dan pemangku kepentingan lainnya, informasi yang komprehensif dan terkini dapat diperoleh serta digunakan secara efektif dalam upaya konservasi dan pengelolaan yang berkelanjutan.

Sangatlah penting diperhatikan bahwa sumber daya ikan terbang perlu dikelola dengan baik (Oliveira et al., 2015) sehingga penangkapan berkelanjutan dapat terwujud bukan hanya omong belaka. Kajian yang mendalam terkait ketersediaan stok yang dimiliki oleh wilayah perairan tertentu, terutama daerah penangkapan baru yang dieksploitasi oleh nelayan torani sungguh “mendesak” untuk dikaji secara mendalam

demi untuk menghindari atau mencari solusi “perladangan berpindah patorani”. Belajar dari pengalaman, setiap *new fishing ground* yang ditempati nelayan patorani selama 20 tahun perairan tersebut akan mengalami *colaps/fully* eksploitasi seperti yang terjadi di Selat Makassar (lihat Gambar 3.2).



Keterangan: Data diolah dari Statistik Sulawesi Selatan Tahun 1975–2011.

Sumber: Tuapetel (2020)

Gambar 3.2 Penurunan Produksi Telur Ikan Terbang Sulawesi Selatan 36 Tahun

Oleh karena itu, sebelum tekanan penangkapan yang berlebihan kembali terulang, penting bagi pengelola dan peneliti untuk melakukan antisipasi sejak dini melalui kajian ilmiah yang komprehensif terhadap wilayah perairan yang baru dimanfaatkan. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengetahui kapasitas stok ikan terbang di daerah tersebut, tetapi juga untuk merumuskan strategi pengelolaan yang adaptif dan berkelanjutan. Dengan mengenali lebih awal karakteristik wilayah, potensi sumber daya, serta pola penangkapan yang berlangsung

maka risiko terjadinya eksploitasi berlebih seperti yang terjadi di wilayah-wilayah sebelumnya dapat diminimalkan. Dalam konteks ini, Perairan Kei sebagai salah satu lokasi *new fishing ground* perlu segera dipetakan secara menyeluruh, baik dari segi biologis, teknis, maupun sosial-ekonomi, guna menjawab berbagai pertanyaan mendasar yang menjadi kunci dalam menyusun kebijakan pengelolaan perikanan yang berbasis ilmu pengetahuan dan berorientasi pada keberlanjutan.

Fenomena terbaru saat ini, perairan Maluku secara keseluruhan termasuk Perairan Kei Maluku Tenggara dan sekitarnya, merupakan daerah penangkapan yang baru (*new fishing ground*) untuk ikan terbang di Provinsi Maluku. Sebagai *new fishing ground*, tentu ada banyak pertanyaan yang belum terjawab di lokasi ini, misalnya bagian wilayah Perairan Kei yang mana saja yang dimanfaatkan untuk perikanan tangkap ikan terbang, bagaimana jenis armada dan teknologi penangkapannya, serta seperti apa kondisi sediaan berdasarkan hasil tangkapan dan prinsip-prinsip manajemen perikanan tangkap berbasis ketersediaan stok. Menjawab berbagai pertanyaan mendasar terkait kondisi dan karakteristik perairan Kei sebagai wilayah penangkapan baru menjadi langkah awal yang sangat penting dalam menyusun arah pengelolaan yang tepat. Pemahaman mendalam terhadap aspek spasial wilayah penangkapan, jenis alat dan teknologi yang digunakan, serta kondisi stok berdasarkan hasil tangkapan tidak hanya akan mengisi kekosongan data, tetapi juga menjadi dasar dalam merumuskan kebijakan pengelolaan yang berorientasi jangka panjang. Dengan tersedianya informasi tersebut, akan lebih mudah bagi para pengambil kebijakan untuk menilai potensi manfaat ekonomi yang dapat diperoleh, sekaligus mengantisipasi dampak ekologis yang mungkin timbul. Hal ini sangat relevan mengingat nilai ekonomi telur ikan terbang yang tinggi sehingga pengelolaan yang berbasis data akan mendukung pemanfaatan yang tidak hanya produktif, tetapi juga bertanggung jawab dan berkelanjutan bagi masyarakat dan pemerintah daerah. Perlu juga diketahui dan diungkap manfaat jangka pendek serta jangka panjang yang diperoleh pemerintah dan masyarakat setempat jika ketersediaan stok sumber daya ikan terbang di perairan Maluku secara keseluruhan telah diketahui. Pengetahuan ini akan sangat membantu dalam membuat regulasi, baik oleh pemerintah pusat maupun daerah.

Informasi ini sangat menunjang pemanfaatan sumber daya ikan terbang secara baik dan bertanggungjawab sehingga diharapkan sumber daya ikan ini dapat dikelola secara berkelanjutan. Mempertimbangkan nilai jual telur ikan terbang yang tinggi dibandingkan produksi laut lainnya seperti tercatat pada Tabel 3.1. Meskipun terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai jual telur ikan terbang yang tercatat dan harga yang diterapkan di pasar, data dari wawancara dengan nelayan dan pedagang menunjukkan bahwa telur ikan terbang dalam kondisi kasar biasanya dijual dengan harga berkisar antara 150 hingga 200 ribu per kilogram kering, sementara telur ikan terbang yang lebih halus dan berwarna kuning mengkilap dijual dengan harga 300 hingga 400 ribu per kilogram. Harga tersebut jauh lebih tinggi daripada harga produk-produk laut lainnya, termasuk berbagai jenis ikan dan cumi-cumi. Hingga saat ini, fluktuasi harga setiap tahunnya tidak terlalu signifikan, dengan telur ikan terbang tetap menjadi salah satu produk unggulan di pasar hasil laut.

Tabel 3.1 Nilai Jual Produksi Laut Maluku

Tahun	Jenis produk	Produksi (kg)	Nilai Jual (Rupiah)	
			Satuan per kg	Total (Rp)
2019	Teri	528.326	4.751	2.510.076.826
	Ikan lainnya	276.893	23.695	6.560.979.635
	Kembung Lelaki	262.450	16.538	4.340.398.100
	Layang Deles	228.830	13.000	2.974.790.000
	Layang Benggol	209.705	11.060	2.319.337.300
	Tongkol Banyar	35.011	9.167	320.945.837
	Tongkol Abu-Abu	31.679	9.778	309.757.262
	Telur Ikan Terbang	68.230	103.657	7.072.517.110

Tahun	Jenis produk	Produksi (kg)	Nilai Jual (Rupiah)	
			Satuan per kg	Total (Rp)
2020	Teri	1.137.190	6.430	7.312.131.700
	Ikan lainnya	546.585	14.247	7.787.196.495
	Manyung, Jahan	84.478	11.571	977.494.938
	Tetengkek	79.268	4.333	343.468.244
	Cumi-Cumi	54.770	45.000	2.464.650.000
	Tongkol Banyar	80.330	9.545	766.749.850
	Manyung	54.203	13.500	731.740.500
	Telur Ikan Terbang	108.476	99.792	10.825.036.992

Data hasil tangkapan tahun 2019 dan 2020 (Tabel 3.1) menunjukkan bahwa telur ikan terbang merupakan komoditas bernilai tinggi dibandingkan dengan komoditas laut lainnya. Pada tahun 2019, produksi telur ikan terbang mencapai 68.230 kg dengan nilai jual per kilogram sebesar Rp103.657, menghasilkan total nilai transaksi sebesar Rp7,07 miliar. Angka ini meningkat signifikan pada tahun 2020, di mana volume produksinya naik menjadi 108.476 kg meskipun harga jual sedikit menurun menjadi Rp99.792/kg. Total nilai transaksi pun melonjak menjadi Rp10,83 miliar. Jika dibandingkan dengan komoditas, seperti teri, layang, atau tongkol, telur ikan terbang memiliki nilai ekonomi per kilogram yang jauh lebih tinggi, menandakan potensi keuntungan besar dari sisi ekonomi, khususnya untuk daerah-daerah penghasil seperti Maluku. Namun demikian, peningkatan produksi ini perlu dicermati secara hati-hati dalam konteks keberlanjutan sumber daya. Penelitian-penelitian terbaru (Tuapetel et al., 2024; Pierucci & Suaria, 2023) menunjukkan bahwa ikan terbang memiliki pola migrasi yang terbatas dan sangat bergantung pada kondisi lokal habitatnya. Oleh karena itu, tekanan penangkapan yang tinggi di suatu wilayah tidak akan dapat dikompensasi oleh migrasi dari populasi perairan lain, yang berarti stok lokal rentan mengalami overeksploitasi jika tidak dikelola dengan baik. Di beberapa wilayah, seperti Selat Makassar, Laut Flores, dan Fakfak Papua Barat, fenomena eksploitasi berlebih telah menyebabkan penurunan drastis stok telur ikan terbang dalam kurun

waktu dua dekade terakhir (Ali, 2019; Boli et al., 2019; Sari et al., 2024).

Studi terbaru menunjukkan bahwa telur ikan terbang merupakan salah satu komoditas ekspor bernilai tinggi yang mendominasi transaksi hasil laut di sejumlah pelabuhan utama Indonesia. Saeki et al. (2022) melaporkan bahwa lebih dari 50% nilai ekspor produk perikanan berasal dari rumput laut dan telur ikan terbang, dengan pasar utama mencakup Jepang dan negara-negara di kawasan Asia Timur. Temuan ini tidak hanya mencerminkan besarnya potensi ekonomi yang dapat digarap, tetapi juga menegaskan pentingnya pengelolaan sumber daya secara ilmiah dan berkelanjutan. Indeks Musim Penangkapan (IMP) di Kabupaten Kepulauan Tanimbar, yang tercatat berada pada kisaran 100% hingga 300%, mengindikasikan tekanan eksploitasi yang sangat tinggi. Tanpa adanya sistem pengawasan dan regulasi yang memadai, kondisi ini berpotensi menyebabkan penurunan stok secara drastis dan permanen. Kekhawatiran inilah yang mendorong Bupati Kabupaten Kepulauan Tanimbar, Maluku Tenggara, mengirimkan surat resmi kepada Gubernur Maluku pada tanggal 25 April 2025, dengan Nomor 500.5.6/917/2025, yang berisi permohonan untuk segera mengendalikan dan mengelola kegiatan penangkapan telur ikan terbang secara lebih terarah dan berkelanjutan. Dengan demikian, pengelolaan telur ikan terbang perlu diarahkan pada pendekatan berbasis stok lokal dan prinsip kehati-hatian. Pengumpulan data produksi, ukuran tangkapan, musim bertelur, dan pemetaan lokasi tangkap harus menjadi bagian dari sistem monitoring terpadu yang melibatkan pemerintah, akademisi, dan masyarakat nelayan. Strategi seperti pembatasan musim tangkap, penetapan kuota, dan pengaturan alat bantu penangkapan (seperti bale-bale) harus segera dirancang dan diterapkan. Tanpa langkah-langkah ini, peluang ekonomi dari komoditas bernilai tinggi seperti telur ikan terbang justru berisiko merugikan generasi mendatang akibat penurunan daya dukung ekosistem dan stok ikan yang tidak lagi produktif.

B. Pengelolaan Ikan Terbang

Perikanan tangkap di Indonesia dianggap sebagai salah satu sektor yang penting untuk mendorong percepatan dan peningkatan pembangunan

ekonomi, seperti yang telah diungkapkan oleh Timisela et al. (2017) dan Susanto et al. (2017). Namun, ketika pemanfaatan sumber daya perikanan lebih difokuskan pada pertumbuhan ekonomi semata, seperti yang terjadi pada sumber daya ikan terbang di perairan Maluku, berbagai ketimpangan dapat muncul, seperti kerusakan habitat dan penangkapan berlebihan, sebagaimana disoroti oleh Fabinyi et al. (2015) dan Davidson et al. (2016). Dampak dari interaksi kedua masalah ini secara jelas memengaruhi penurunan produksi ikan secara luas, baik dalam skala global, regional, maupun lokal, seperti yang dibahas oleh Jacques (2015) dan Bennett et al. (2021). Terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan pendekatan yang lebih seimbang dalam pengelolaan sumber daya perikanan, yang tidak hanya memperhitungkan aspek ekonomi tetapi juga memperhatikan keseimbangan ekologi dan keberlanjutan sumber daya ikan dalam jangka panjang.

Oleh karena itu, untuk menjembatani ketegangan antara dorongan pertumbuhan ekonomi dan perlindungan ekologis, dibutuhkan pendekatan manajemen perikanan yang adaptif dan integratif. Pendekatan ini harus mampu mengakomodasi dinamika sosial-ekonomi masyarakat nelayan tanpa mengabaikan prinsip keberlanjutan sumber daya. Dalam konteks sumber daya ikan terbang di perairan Maluku, tekanan eksploitasi yang muncul akibat orientasi ekonomi perlu diimbangi dengan strategi pengelolaan berbasis ekosistem yang mempertimbangkan kapasitas regeneratif stok ikan dan fungsi ekologis habitatnya. Pendekatan semacam ini menempatkan aspek konservasi dan produktivitas sebagai satu kesatuan yang saling menguatkan. Dengan demikian, pengembangan manajemen perikanan tangkap tidak hanya berfokus pada aspek teknis pemeliharaan stok, tetapi juga mencerminkan tanggapan terhadap tantangan sosial dan lingkungan yang terus berkembang, sebagaimana tergambar dalam evolusi kebijakan dan strategi yang dikemukakan dalam berbagai studi terbaru.

Manajemen perikanan tangkap awalnya ditujukan untuk memelihara stok ikan, tetapi seiring waktu, pendekatan ini berkembang sesuai kebutuhan masyarakat. Meskipun demikian, tujuan utama manajemen perikanan adalah memastikan pemanfaatan sumber

daya ikan secara berkelanjutan di dalam populasi alaminya. Tujuan tersebut meliputi pemeliharaan ukuran stok, pencegahan penurunan rekrutmen, dan perlindungan ukuran stok induk. Berbagai tindakan telah diusulkan untuk mencapai tujuan ini, termasuk pengaturan alat tangkap, pembatasan waktu penangkapan, rotasi wilayah penangkapan, penggunaan rumpong, dan program *restocking*. Studi McClanahan et al. (2015) dan Di Franco et al. (2016) menunjukkan evolusi manajemen perikanan dari fokus pelestarian stok menjadi responsif terhadap kebutuhan masyarakat, sementara Dawood (2021) menegaskan pentingnya memastikan pemanfaatan yang berkelanjutan dari sumber daya ikan. Dalam hal ini, Liang et al. (2018), Atmaja & Nugroho (2017), Nurdin & Yusfiandayani (2016), dan Nurfarini et al. (2016) menawarkan berbagai strategi untuk mencapai tujuan tersebut.

Dalam konteks penerapan strategi manajemen perikanan yang berkelanjutan, penting untuk mempertimbangkan peran pengetahuan lokal dan praktik penangkapan tradisional yang berkembang di masyarakat nelayan. Meskipun kerangka manajemen modern menawarkan berbagai pendekatan ilmiah dan teknis, efektivitasnya di lapangan sangat dipengaruhi oleh pemahaman dan kebiasaan nelayan dalam memanfaatkan sumber daya. Hal ini terlihat jelas dalam perikanan ikan terbang di perairan Maluku, di mana praktik eksploitasi lebih banyak ditentukan oleh kearifan lokal dan pengalaman turun-temurun. Dengan kata lain, keberhasilan manajemen tidak hanya bergantung pada kebijakan yang dirancang secara *top-down*, tetapi juga pada integrasi antara pendekatan ilmiah dan sistem pengetahuan lokal. Oleh sebab itu, penting untuk mengakui dan memberdayakan peran nelayan sebagai pelaku utama dalam menjaga keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestarian sumber daya ikan terbang di wilayah perairan yang dieksploitasi tanpa batas.

Meskipun sumber daya ikan terbang di perairan Maluku lebih sering dieksploitasi oleh nelayan yang memiliki pengetahuan mendalam tentang daerah penangkapan, musim tangkap, dan teknik operasional, situasi ini terutama teramati dalam konteks perikanan ikan terbang di wilayah tersebut, sebagaimana dikemukakan oleh Tuapetel *et al.* (2017). Nelayan-nelayan ini secara umum telah mengembangkan keterampilan yang memungkinkan mereka untuk efektif mengelola sumber daya ikan terbang, beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan kondisi

pasar, serta memaksimalkan hasil tangkapan tanpa memperhatikan aspek keberlanjutan (Berkes & Shaw 1986). Dalam konteks ini, penelitian oleh Tuapetel *et al.* (2017) memberikan pemahaman yang mendalam tentang dinamika eksploitasi sumber daya ikan terbang di perairan Maluku, menggambarkan bagaimana pengetahuan lokal dan pengalaman nelayan menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan perikanan tangkap di wilayah tersebut.

Fenomena ini menunjukkan bahwa praktik dan pengetahuan lokal yang dimiliki oleh nelayan di perairan Maluku tidak dapat dipisahkan dari dinamika eksploitasi yang lebih luas, terutama yang dilakukan oleh kelompok nelayan luar daerah seperti nelayan patorani. Meskipun nelayan lokal telah beradaptasi dengan lingkungan dan mengembangkan strategi penangkapan yang efektif, kedatangan nelayan patorani dengan skala operasi yang lebih besar dan orientasi pasar ekspor turut memengaruhi tekanan terhadap sumber daya ikan terbang. Interaksi antara nelayan lokal dan nelayan pendatang ini menciptakan lanskap sosial-ekonomi yang kompleks, di mana kompetisi ruang dan sumber daya menjadi tantangan tersendiri. Oleh karena itu, pemahaman terhadap kontribusi dan dampak aktivitas nelayan patorani sangat penting untuk merumuskan strategi pengelolaan yang inklusif dan adil, guna memastikan keberlanjutan sumber daya ikan terbang di tengah meningkatnya tekanan eksploitasi di wilayah perairan Maluku.

Nelayan patorani, sebuah istilah yang merujuk kepada nelayan yang menangkap sumber daya ikan terbang, secara signifikan mendominasi eksploitasi sumber daya ikan terbang di sebagian besar perairan Indonesia. Mayoritas nelayan patorani berasal dari Takalar, Sulawesi Selatan, dan telah menguasai alat tangkap serta teknik operasional yang diperlukan, menjadikan mereka spesialis dalam mengejar ikan terbang, terutama telurnya yang memiliki nilai ekspor tinggi. Awalnya, kegiatan penangkapan ikan terbang oleh nelayan patorani terutama terfokus di sekitar Selat Makassar dan Laut Flores (Tahara & Rusli, 2020). Namun, karena menurunnya produksi telur ikan terbang akibat praktik penangkapan berlebihan, perburuan telah bergeser ke wilayah penangkapan baru, terutama di perairan Maluku dan sekitarnya. Ali *et al.* (2005) menggarisbawahi dampak negatif dari penangkapan berlebihan terhadap produksi telur ikan terbang, yang mendorong

perubahan pola penangkapan oleh nelayan patorani, seperti yang dibahas oleh Budiman et al. (2012). Hal ini mencerminkan adaptasi nelayan terhadap perubahan kondisi sumber daya ikan terbang (Asis et al., 2018) dan potensi penangkapan baru untuk mempertahankan mata pencaharian mereka (Yusuf et al., 2014).

Perpindahan aktivitas penangkapan nelayan patorani ke perairan Maluku merupakan respons adaptif terhadap menurunnya produktivitas di wilayah asal mereka, tetapi kondisi ini sekaligus membawa tantangan baru bagi keberlanjutan sumber daya ikan terbang di wilayah tujuan. Ketergantungan yang tinggi terhadap eksploitasi oleh nelayan luar daerah berpotensi menciptakan tekanan yang serupa dengan yang pernah terjadi di Selat Makassar dan Laut Flores. Di sisi lain, minimnya keterlibatan nelayan lokal dalam pemanfaatan sumber daya ini menimbulkan dilema pemanfaatan: antara risiko eksploitasi berlebih oleh pihak luar dan kerugian akibat potensi sumber daya yang tidak dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu, dibutuhkan kebijakan pengelolaan yang mampu menyeimbangkan antara perlindungan stok ikan terbang dan pemberdayaan nelayan lokal, agar keberlanjutan ekosistem laut dan manfaat ekonominya dapat dinikmati secara adil dan berkelanjutan di masa mendatang.

Pertanyaan krusial dalam pengelolaan ikan terbang di perairan Maluku di masa depan adalah apakah sumber daya tersebut akan mengalami keruntuhan seperti yang terjadi di Selat Makassar dan Laut Flores akibat tingginya tingkat penangkapan seperti yang terjadi saat ini. Selama sekitar dua puluh tahun terakhir, nelayan patorani telah melakukan eksploitasi terhadap sumber daya ikan terbang di perairan Kepulauan Maluku. Namun, jika kekayaan sumber daya perikanan ini tidak dimanfaatkan oleh nelayan patorani maka sumber daya ikan terbang di perairan Maluku akan terbuang percuma, karena nelayan lokal sedikit saja yang memanfaatkannya. Dengan demikian, penting untuk mengevaluasi dampak dari tingkat penangkapan yang tinggi terhadap kelangsungan sumber daya ikan terbang di wilayah tersebut, serta mempertimbangkan potensi kerugian yang dapat terjadi jika sumber daya ini tidak dimanfaatkan secara optimal oleh nelayan lokal.

Permasalahan ini menjadi semakin kompleks ketika dikaitkan dengan kesiapan generasi muda dalam mengambil alih peran strategis

dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan terbang secara berkelanjutan. Di tengah risiko eksploitasi berlebihan oleh nelayan luar dan rendahnya partisipasi nelayan lokal, muncul urgensi untuk mendorong keterlibatan generasi muda sebagai pelaku utama dalam menjaga dan mengelola potensi laut Maluku. Mereka tidak hanya dituntut memahami aspek teknis penangkapan, tetapi juga harus memiliki kemampuan adaptif terhadap kondisi laut yang ekstrem, seperti pada musim timur. Oleh karena itu, pertanyaan mengenai kesiapan generasi muda dalam menghadapi tantangan ini sangat relevan dan mendesak. Masa depan keberlanjutan perikanan ikan terbang sangat bergantung pada seberapa jauh mereka dapat diberdayakan, dibekali pengetahuan, teknologi, serta akses terhadap armada yang memadai untuk dapat bersaing sekaligus menjaga kelestarian sumber daya secara bertanggung jawab.

Pertanyaan berikutnya, Apakah generasi muda kita telah mempersiapkan diri secara memadai untuk mengelola dan mengoptimalkan potensi sumber daya ikan terbang, terutama saat mencapai puncak penangkapan selama musim timur yang sering kali ditandai dengan ombak besar dan cuaca tidak mendukung? Apakah kita memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup untuk mengendalikan area penangkapan, memiliki armada yang memadai, dan menggunakan teknologi penangkapan yang sesuai dengan kondisi tersebut? Dalam menghadapi tantangan ini, apakah generasi muda telah siap untuk menjaga keberlanjutan eksploitasi sumber daya ikan terbang dan memastikan keberlanjutan ekonomi dan ekologi di masa depan? Sungguh ini pertanyaan yang realistis dan menantang.

Menjawab tantangan tersebut tentu tidak dapat dilakukan secara spontan, melainkan membutuhkan proses yang terarah, terukur, dan didukung oleh informasi serta data yang akurat. Kesiapan generasi muda dalam mengelola sumber daya ikan terbang perlu dibentuk melalui pendidikan, pelatihan, dan akses terhadap pengetahuan yang memadai tentang dinamika sumber daya laut, khususnya dalam menghadapi kondisi perairan yang keras selama musim puncak penangkapan. Di sinilah pentingnya peran literasi kelautan dan penyediaan referensi yang komprehensif. Untuk itu, diperlukan suatu media yang mampu menjembatani kesenjangan antara tantangan di lapangan dan kebutuhan akan solusi yang berbasis pengetahuan. Maka dari itu, penyusunan

buku ini menjadi langkah strategis untuk menyajikan informasi yang tidak hanya bersifat akademik, tetapi juga aplikatif bagi generasi muda, pengambil kebijakan, dan seluruh pemangku kepentingan yang terlibat dalam pengelolaan perikanan ikan terbang secara berkelanjutan.

Salah satu pendekatan terbaik untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan perikanan ikan terbang adalah dengan melakukan evaluasi yang cermat serta pemantauan yang terus-menerus terhadap kondisi armada, teknologi penangkapan, dan status sumber daya ikan terbang itu sendiri. Oleh karena itu, buku ini disusun dengan tujuan menjadi sebuah sumber pengetahuan yang dapat memberikan gambaran menyeluruh dan kontribusi yang berarti dalam menemukan solusi terbaik terhadap salah satu masalah utama yang dihadapi oleh bangsa kita, yaitu bagaimana menjaga keberlanjutan pengelolaan sumber daya ikan terbang. Melalui buku ini, diharapkan pembaca dapat memperoleh wawasan yang lebih baik mengenai kompleksitas permasalahan yang ada dan berpartisipasi aktif dalam mencari solusi yang tepat guna untuk menjaga keberlanjutan eksploitasi ikan terbang secara berkelanjutan demi kepentingan bersama. Dengan demikian, buku ini diharapkan dapat menjadi sebuah panduan yang bermanfaat bagi para pemangku kepentingan dalam upaya menjaga kelestarian sumber daya laut yang sangat berharga ini.

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa pengelolaan yang efektif memerlukan evaluasi dan pemantauan terus-menerus. Pengelolaan ini melibatkan beberapa langkah penting, termasuk pemantauan kondisi populasi ikan terbang, habitatnya, dan faktor lingkungan lainnya. Evaluasi adalah proses yang penting karena membantu mengidentifikasi perubahan dan masalah yang mungkin timbul dalam pengelolaan. Dengan evaluasi yang tepat, kita dapat mengetahui apakah ada penurunan atau peningkatan stok populasi ikan terbang, perubahan dalam kualitas habitat, atau adanya ancaman lingkungan serta pengendalian penangkapan yang perlu segera ditangani. Dengan demikian, evaluasi dan pemantauan bukanlah dua proses yang berdiri sendiri, melainkan saling melengkapi dalam kerangka pengelolaan sumber daya yang adaptif dan responsif terhadap dinamika perairan. Evaluasi memberikan landasan analitis atas kondisi dan efektivitas kebijakan yang telah diterapkan, sementara pemantauan rutin menyediakan data empiris yang relevan dan terkini untuk mendukung

proses evaluatif tersebut. Keduanya penting untuk memastikan bahwa setiap keputusan manajerial didasarkan pada bukti nyata, bukan sekadar asumsi. Dalam konteks pengelolaan ikan terbang, sinergi antara evaluasi dan pemantauan memungkinkan penyesuaian kebijakan secara dinamis—seiring dengan perubahan kondisi lingkungan dan tekanan eksploitasi—sehingga tujuan keberlanjutan tidak hanya menjadi wacana, tetapi benar-benar terwujud dalam praktik pengelolaan yang berbasis data serta realitas yang terjadi dilapangan, oleh sebab itu pengawasan kontinu sangatlah penting.



Keterangan: (a) Pemantauan di laut; (b) Evaluasi di darat, (c) Sosialisasi peraturan kepala nelayan lokal.

Foto: Friesland Tuapetel (2023)

Gambar 3.3 PengelolFaan ikan terbang di perairan Maluku memerlukan evaluasi, pemantauan, dan sosialisasi secara kontinu.

Pemantauan rutin adalah langkah yang tidak kalah pentingnya. Pemantauan ini diperlukan untuk memastikan bahwa strategi pengelolaan yang diterapkan berjalan dengan baik dan mencapai tujuan yang diinginkan. Pemantauan rutin melibatkan pengukuran parameter-parameter kunci, seperti jumlah hasil tangkapan ikan terbang, kapasitas alat tangkap yang digunakan oleh nelayan, dan jenis serta jumlah kapal yang beroperasi. Pemantauan yang berkelanjutan memungkinkan kita untuk mengambil tindakan korektif jika diperlukan. Misalnya, jika data menunjukkan penurunan drastis dalam populasi ikan terbang, kita bisa segera mengambil langkah-langkah konservasi tambahan atau memperketat peraturan penangkapan ikan. Dengan demikian, pemantauan yang berkelanjutan berfungsi sebagai sistem peringatan dini yang membantu menjaga keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, penting untuk memahami bahwa keberhasilan pengelolaan tidak hanya bergantung pada satu pendekatan tunggal, tetapi pada integrasi yang erat antara evaluasi dan pemantauan. Setelah pemantauan rutin memberikan data yang akurat dan terukur terkait kondisi lapangan, evaluasi menjadi langkah lanjutan yang menganalisis informasi tersebut untuk menentukan efektivitas strategi yang diterapkan. Sinergi antara keduanya memastikan bahwa respons terhadap dinamika populasi ikan terbang dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Hal ini sangat penting mengingat ikan terbang memiliki peran ekologis dan ekonomi yang strategis sehingga setiap perubahan dalam populasinya harus segera ditangani agar tidak berdampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem maupun keberlanjutan mata pencaharian masyarakat pesisir.

Menggabungkan evaluasi dan pemantauan adalah kunci untuk memastikan bahwa populasi ikan terbang tetap ada dan berkontribusi pada ekosistem secara berkelanjutan. Evaluasi memberikan informasi mendalam tentang kondisi terkini, sementara pemantauan memastikan bahwa setiap perubahan dapat segera diidentifikasi dan ditangani. Dengan strategi ini, kita bisa mencapai pengelolaan yang efektif dan memastikan keberlanjutan populasi ikan terbang serta keseimbangan ekosistem di mana mereka hidup.

BAB IV

Kondisi Lingkungan dan Habitat Ikan Terbang

Bab IV membahas secara komprehensif kondisi lingkungan dan habitat ikan terbang sebagai dasar ekologis dalam memahami dinamika populasi dan distribusi spasial spesies ini di wilayah, perairan Maluku. Letak geografis dan topografi perairan; dan parameter oseanografi, seperti suhu, salinitas, nutrien (nitrat dan fosfat), oksigen terlarut, dan klorofil-a; hingga keberadaan zooplankton menjadi faktor utama yang memengaruhi ketersediaan pakan, keberhasilan reproduksi, serta migrasi ikan terbang. Keterkaitan dengan Bab III terlihat jelas, di mana pemahaman tentang eksploitasi dan pengelolaan ikan terbang membutuhkan landasan ilmiah mengenai habitat alaminya. Dengan demikian, analisis ekologi perairan dalam bab ini menjadi pijakan penting untuk merancang strategi pemanfaatan yang berkelanjutan dan adaptif terhadap dinamika lingkungan laut.

A. Letak Geografis dan Topografi Perairan

Letak geografis perairan Maluku sama strategisnya dengan posisi Indonesia secara umum, yaitu terletak di antara Benua Asia dan

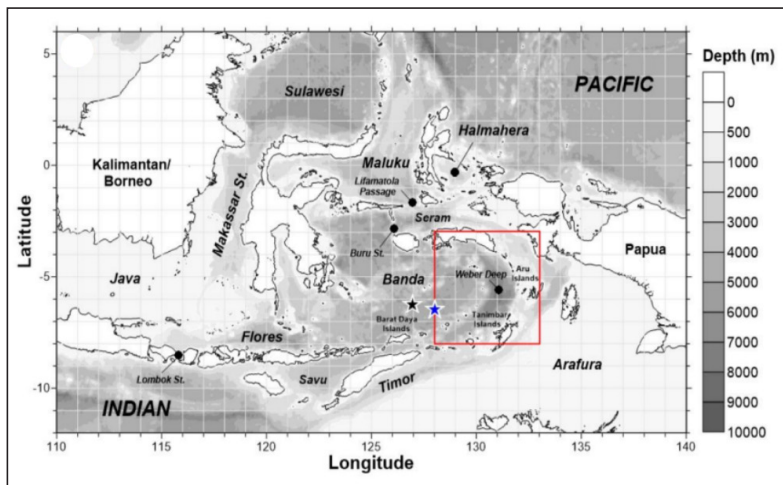
Australia (Genske & Pradipta, 2022) dengan posisi yang lebih jauh ke arah timur. Perairan Maluku dikelilingi oleh gugusan pulau-pulau, memiliki palung laut dalam dan daerah dangkalan pesisir. Kombinasi kontur topografi ini membentuk sirkulasi massa air laut yang unik (Satrioajie et al., 2018) dan khusus Laut Banda merupakan perairan yang bersifat semi tertutup.

Pergerakan massa air (Arus Lintas Indonesia/Arlindo) dari Samudra Pasifik di sebelah utara menuju Laut Banda, Laut Timor, hingga Samudra Hindia di bagian selatan, turut membentuk pola arus laut yang khas di wilayah ini. Keunikan oseanografi tersebut menjadikan perairan Maluku berbeda secara signifikan dibandingkan wilayah perairan Indonesia lainnya (Hautala et al., 1996). Ciri khas ini tidak hanya membentuk ekosistem laut yang unik, menciptakan habitat laut yang dinamis dan sangat produktif (Wyrтки, 1961; Wijaya et al., 2018) tetapi juga berdampak besar terhadap sebaran dan kelimpahan sumber daya ikan.

Bentuk topografi yang rumit di Laut Banda memiliki peran yang sangat signifikan dalam mengatur pertukaran massa air di wilayah tersebut. Sejak penelitian awal pada tahun 1930-an oleh ekspedisi Snellius dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada tahun 1950-an, telah disimpulkan bahwa Laut Banda memiliki peranan sentral dalam dinamika perairan Indonesia. Studi yang dilakukan oleh Wyrтки pada tahun 1958 dan 1961 juga menegaskan hal ini. Laut Banda diakui sebagai salah satu laut semi-tertutup yang unik di kawasan ekuator. Dalam konteks ini, semi-tertutup mengacu pada keterbatasan akses menuju laut lepas, yang membuatnya memiliki karakteristik yang berbeda dari laut-laut lainnya. Liang et al. (2019) juga mencatat peran kunci Laut Banda dalam konteks geografis dan oseanografi wilayah tersebut. Dengan kekhasannya yang unik, Laut Banda menjadi pusat penting dalam regulasi aliran massa air di sekitar Indonesia.

Keunikan topografi Laut Banda sebagai laut dalam tidak hanya memengaruhi pola sirkulasi massa air, tetapi juga berkontribusi secara langsung terhadap proses-proses oseanografi yang berdampak pada produktivitas perairan di sekitarnya (Gambar 4.1). Dalam konteks ini, interaksi antara struktur fisik Laut Banda dan aliran massa air dari

Arlindo menciptakan kondisi lingkungan yang dinamis, terutama dalam hal distribusi nutrisi dan kesuburan perairan. Aliran tersebut tidak hanya mengatur pergerakan air, tetapi juga membawa dampak nyata terhadap ekosistem perairan, termasuk dalam menentukan kelimpahan dan persebaran sumber daya ikan pelagis di wilayah Maluku. Massa air dari Arlindo memiliki dampak yang bervariasi terhadap dinamika oseanografi, yang turut berperan dalam menentukan kelimpahan dan sebaran sumber daya ikan di wilayah perairan Maluku. Salah satu dampak utamanya adalah pengaruh terhadap tingkat kesuburan perairan, yang dapat diamati dari peningkatan nilai sebaran klorofil-a dan nutrisi pada periode tertentu, terutama saat terjadi fenomena *upwelling*. Fenomena ini secara langsung memengaruhi jumlah sumber daya ikan pelagis yang tersedia. Karena itu, perairan di sekitar Kepulauan Maluku, seperti Laut Banda (Hesty et al., 2023) dan Laut Seram (Radjak et al., 2021), dikenal sebagai area yang kaya akan ikan pelagis dan sering dijadikan lokasi penangkapan ikan yang signifikan.



Sumber: Purwandana et al. (2023)

Gambar 4.1 Topografi Khas Laut Banda sebagai Laut Dalam

B. Suhu Perairan

Suhu perairan merupakan salah satu parameter lingkungan oseanografi yang diyakini memiliki dampak signifikan pada keberadaan dan distribusi ikan terbang (Motta et al., 2020; Michael et al., 2025). Beberapa kajian terkait parameter oseanografi, menunjukkan peran penting dari suhu yang diduga menjadi salah satu penentu utama dalam distribusi dan kelimpahan ikan terbang (Boli et al., 2019). Pola sebaran dan migrasi ikan terbang yang beragam di berbagai wilayah Indonesia, menunjukkan adanya keterkaitan erat antara dinamika suhu bersama paramater oseanografi lainnya dalam berbagai tahapan siklus hidup ikan ini (Zainuddin, 2011; Putri et al., 2023). Fenomena berpengaruhnya suhu perairan ini tidak hanya terlihat di perairan Indonesia (Rehatta et al., 2021), tetapi juga tercermin pada pola migrasi spesies serupa di wilayah lain (Randall et al., 2015; Khokiattiwong et al., 2000). Tabel 4.1 dan Gambar 4.2 menyajikan rentang parameter oseanografi pada berbagai wilayah penangkapan ikan terbang.

Tabel 4.1 Parameter lingkungan pada beberapa daerah penangkapan.

Parameter	Wilayah Penangkapan Ikan Terbang							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Oseanografi								
Suhu (°C)	26–30	27–28	25–31	28–30	28–30	26–27	24–32	23–27
Salinitas (ppt)	33–34	33–34	33–35	32–34	-	30–34	-	30–32
Nitrat (µg/l)	-	0.5–1.0	-	-	-	-	-	-
Fosfat (µg/l)	-	0.1–0.2	-	-	-	0.1–0.5	-	-
Oksigen (ml/l)	3.8–4.8	4.0–4.5	3.6–5.1	-	-	4.0–4.3	-	-
Khlorofil a (mg/m ³)	-	0.1	-	-	0.3–0.7	0.5–2.0	0.1–3.1	-
Kecerahan (m)	11–15	20–30	14–21	-	-	-	-	-
Kecepatan Arus (m/det)	0.2–0.3	0.2–0.5	0.2–0.3	-	0.3–0.4	-	-	-
Zooplankton (cm ³ /cm ²)	-	-	-	-	-	10–40	-	-
Radiasi Matahari (%)	-	-	-	44–91	-	-	-	3,2–66,8
Curah Hujan (mm)	-	-	-	10–655	-	-	-	130–453
Kecepatan Angin (knot)	-	-	-	4.0–6.0	-	-	-	6,3–22,7

Keterangan:

A = Selat Makassar (Syahailatua et al. 2006)

B = Laut Flores Musim Timur (Abd Rasyid et al. 2014)

C = Laut Flores (Fitrianti et al. 2014)

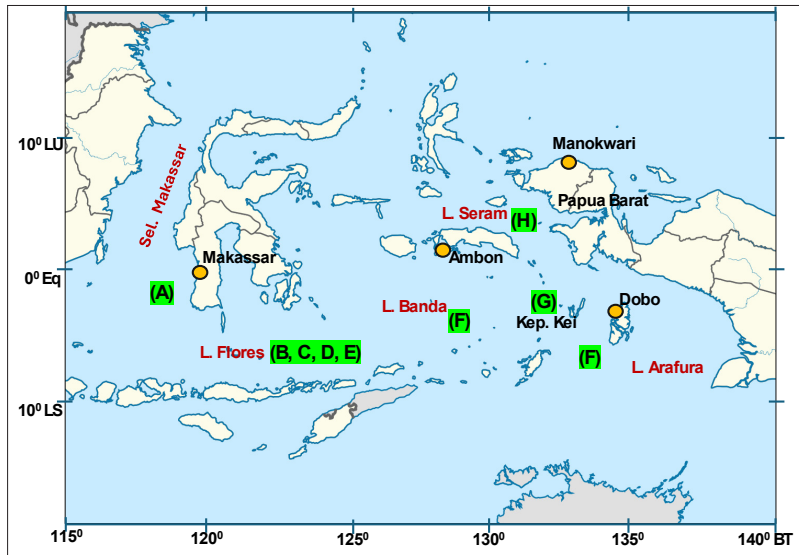
D = Laut Flores (Ali et al. 2005)

E = Laut Flores (Zainuddin 2011)

F = Laut Banda & Utara Laut Arafura Musim Timur (Amin & Nugroho 1990)

G = Perairan Kepulauan Kei, Maluku Tenggara (Retraubun et al, 2023)

H = Perairan Seram Timur dan Papua Barat (Tuapetel et al. 2024a)



Sumber: Amin & Nugroho (1990); Ali et al. (2005); Syahailatua et al. (2006); Abd Rasyid et al. (2014); Fitrianti et al. (2014); Retraubun et al. (2023); Tuapetel et al. (2024a).

Gambar 4.2 Sampling parameter oseanografi di lokasi *fishing ground* ikan terbang.

Suhu perairan berkisar antara 23°C hingga 32°C, merupakan kondisi yang optimal bagi aktivitas biologis dan keberhasilan pemijahan ikan terbang. Hal ini terungkap berdasarkan hasil temuan beberapa peneliti pada beragam lokasi seperti yang tersaji pada Tabel 4.1. Namun, dalam kondisi tertentu seperti *upwelling*, suhu perairan dapat mengalami penurunan secara drastis hingga 20–22°C, bahkan mencapai 12°C seperti pada peristiwa *upwelling* ekstrem di Perairan Alor (Wirasatriya et al., 2023). Nilai sebaran suhu yang mengalami penurunan drastis

tersebut, diduga memicu ikan terbang untuk mencari perairan lainnya yang suhunya lebih sesuai (optimum). Kendati penurunan suhu akibat *upwelling* ini umumnya disertai peningkatan kandungan nutrisi dan ketersediaan plankton, tetapi ikan terbang akan membutuhkan upaya yang besar untuk bisa mencoba beradaptasi (Brodeur et al., 2019).

Secara umum, suhu permukaan laut di berbagai wilayah penangkapan ikan terbang di Indonesia menunjukkan variasi yang mencerminkan dinamika khas oseanografi perairan setempat. Kisaran suhu perairan di Selat Makassar antara 26–30°C (Syahailatua et al., 2006), sedangkan di Laut Flores pada musim timur relatif stabil antara 27–28°C (Abd Rasyid et al., 2014). Wilayah lain di Laut Flores menunjukkan kisaran suhu yang lebih luas, yakni 25–31°C (Fitrianti et al., 2014), 28–30°C (Ali et al., 2005), dan 28–30°C (Zainuddin, 2011), yang semuanya mendukung kelangsungan hidup ikan terbang. Di sisi lain, Laut Banda dan bagian utara Laut Arafura pada musim timur memiliki suhu lebih rendah, yaitu 26–27°C (Amin & Nugroho, 1990). Sementara itu, perairan Kepulauan Kei mengalami fluktuasi suhu yang lebih ekstrem, dengan rentang antara 24–32°C (Retraubun et al., 2023), dan suhu terendah tercatat di perairan Seram Timur hingga Papua Barat, yaitu 23–27°C (Tuapetel et al., 2024a). Data ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa ikan terbang memiliki kemampuan adaptasi terhadap rentang suhu yang luas. Namun, bukti dari penyebarannya menunjukkan preferensi kesesuaian terhadap perairan tropis dengan suhu yang lebih hangat dan relatif stabil sebagai habitat yang ideal bagi pertumbuhan dan reproduksinya.

C. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu parameter oseanografi yang berperan penting dalam menentukan distribusi, habitat, dan proses fisiologi ikan pelagis (Brun et al., 2024), termasuk ikan terbang (Olivar & Beckley 2022). Ikan terbang umumnya memiliki toleransi fisiologi terhadap salinitas dalam rentang 30–35 ppt (Tabel 4.1), yang juga merupakan kisaran ideal bagi kehidupan dan reproduksinya (Stevens et al., 2003; Agarwal et al., 2024). Namun, variasi salinitas yang disebabkan oleh

arus laut dan curah hujan dapat memengaruhi persebaran spasial spesies ini di perairan laut (Brehmer et al., 2013).

Data dari beberapa wilayah penangkapan ikan terbang di Indonesia (Tabel 4.1) menunjukkan bahwa salinitas umumnya berada dalam kisaran 30–35 ppt. Wilayah seperti Selat Makassar (A), Laut Flores (B, C, D), dan Laut Banda (F) memiliki salinitas yang relatif stabil antara 33–35 ppt. Kondisi ini mencerminkan karakteristik perairan laut terbuka yang memiliki tingkat penguapan tinggi dan sedikit masukan air tawar (Yamanouchi & Takata 2020; Jacoby et al., 2025), sangat sesuai bagi habitat pelagis epipelagik seperti ikan terbang (Belmonte 2025). Sebaliknya, wilayah perairan Kepulauan Kei (G) dan Seram Timur sampai Papua Barat (H) menunjukkan nilai salinitas yang lebih rendah, berkisar antara 30–32 ppt. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh dari curah hujan tinggi atau aliran air tawar yang masuk dari daratan, sebagaimana umum terjadi di wilayah kepulauan yang banyak memiliki estuari dan sungai (Abdelrehim et al., 2025). Meskipun masih dalam batas toleransi, kondisi ini dapat memengaruhi pola migrasi atau preferensi habitat ikan terbang, terutama saat terjadi perubahan musim.

D. Nutrien (Nitrat dan Fosfat)

Konsentrasi nitrat dan fosfat memiliki peran penting dalam mendukung produktivitas primer di laut melalui pertumbuhan fitoplankton, yang menjadi dasar rantai makanan di suatu perairan (Thiagarajan et al., 2024; Shaked et al., 2025). Kandungan nutrien yang tinggi, seperti yang ditemukan di wilayah *upwelling* (Xiao et al., 2024), menjadikan area tersebut sebagai habitat yang ideal bagi proses pemijahan ikan (Randal & Rooker, 2013; Wang et al., 2025). Berdasarkan data dari berbagai lokasi penangkapan ikan terbang (Tabel 4.1), diketahui bahwa kandungan nitrat dan fosfat yang terukur hanya tercatat di beberapa wilayah, khususnya pada musim timur. Konsentrasi nitrat di Laut Flores (lokasi B), berkisar antara 0,5–1,0 µg/l dan fosfat antara 0,1–0,2 µg/l (Abd Rasyid et al., 2014). Sementara itu, wilayah Laut Banda dan bagian utara Laut Arafura (lokasi F) juga menunjukkan kandungan fosfat yang relatif serupa, yaitu antara 0,1–0,5 µg/l (Amin & Nugroho, 1990).

Temuan ini mengindikasikan bahwa distribusi spasial nutrisi anorganik di habitat penangkapan ikan terbang tidak merata, dan hanya wilayah tertentu yang menunjukkan kandungan nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton secara optimal. Hal ini penting karena fitoplankton sebagai produsen utama di laut menjadi penentu utama ketersediaan makanan bagi zooplankton dan ikan pelagis kecil. Kedua kelompok ini sangat bergantung pada produktivitas primer perairan laut untuk mendukung siklus hidup dan proses pemijahan ikan terbang untuk menjamin ketersediaan pakan bagi benih hasil pemijahan (Mao et al., 2021; Konik et al., 2024).

E. Oksigen Terlarut

Kadar oksigen terlarut antara 3,6 hingga 5,1 ml/l dibutuhkan untuk mendukung aktivitas metabolik ikan terbang secara optimal (Tabel 4.1). Konsentrasi oksigen di perairan tropis, pada lapisan permukaan umumnya ≥ 4 ml/l, cukup untuk menopang kehidupan ikan pada level tropik di atasnya (Dalaut et al., 2025). Namun, penurunan oksigen di wilayah tertentu, terutama di lapisan perairan yang lebih dalam, dapat membatasi pergerakan vertikal dan aktivitas makan spesies ikan terbang (Shakhovskoy, 2018).

Analisis kadar oksigen di beberapa wilayah penangkapan menunjukkan bahwa konsentrasinya masih berada dalam kisaran ideal. Kadar oksigen terlarut di perairan Selat Makassar (lokasi A) berkisar 3,8–4,8 ml/l (Syahailatua et al., 2006), di Laut Flores (lokasi B) berkisar 4,0–4,5 ml/l (Abd Rasyid et al., 2014), sedangkan lokasi C sebesar 3,6–5,1 ml/l (Fitrianti et al., 2014). Sementara itu, Laut Banda dan bagian utara Laut Arafura (lokasi F) menunjukkan kisaran 4,0–4,3 ml/l (Amin & Nugroho, 1990). Secara umum, kadar oksigen permukaan laut tropis masih mendukung kehidupan ikan terbang (Lewallen et al., 2018). Namun, di lokasi dengan nilai mendekati batas bawah (sekitar 3,6 ml/l), terdapat risiko stres metabolik, apalagi jika terjadi penurunan musiman atau vertikal (Häfker et al., 2017). Penurunan kadar oksigen terlarut berpotensi membatasi ruang gerak ikan terbang dan memengaruhi sebaran serta dinamika populasinya di wilayah penangkapan (Pierucci & Suaria, 2023).

F. Kecerahan dan Radiasi Matahari

Penetrasi cahaya di kolom air laut merupakan faktor penting yang menentukan seberapa tinggi produktivitas primer dan sejauh mana plankton dapat tumbuh secara optimal. Nilai kecerahan perairan berupa transparansi antara 11 hingga 30 m, dengan intensitas radiasi matahari sekitar 40–91%, terbukti mampu mendukung proses fotosintesis di wilayah tropis (Rose, 2024). Cahaya yang mampu menembus lebih dalam memungkinkan fitoplankton sebagai produsen utama dalam rantai makanan laut melakukan fotosintesis secara lebih efektif (Halsey & Jones, 2015). Meskipun data pengukuran langsung tentang kecerahan masih terbatas, tingginya radiasi matahari bahkan mencapai lebih dari 90% sering berkaitan erat dengan peningkatan kadar klorofil-a, yang menjadi indikator melimpahnya fitoplankton dan tingginya produktivitas perairan (Babin et al., 1996; Häder & Gao, 2015).

Berdasarkan hasil pengamatan di beberapa lokasi penangkapan ikan terbang, tingkat kecerahan perairan bervariasi (Tabel 4.1). Kecerahan perairan di Selat Makassar (lokasi A) berkisar 11–15 m (Syahailatua et al., 2006); di Laut Flores (lokasi B dan C), berkisar 20–30 m dan 14–21 m (Abd Rasyid et al., 2014; Fitrianti et al., 2014). Pada lokasi dengan nilai kecerahan perairan seperti di atas menunjukkan cahaya dapat menembus cukup dalam, memperluas zona fotosintetik di perairan tersebut. Sementara itu, data radiasi matahari di lokasi D (Laut Flores) menunjukkan intensitas 44–91% (Ali et al., 2005), dan di lokasi H (Perairan Seram Timur dan Papua Barat) antara 3,2–66,8% (Tuapetel et al., 2024a). Radiasi di atas 40% menunjukkan energi cahaya yang cukup tersedia untuk mendukung aktivitas fotosintesis. Tingginya tingkat kecerahan dan kuatnya radiasi matahari secara langsung meningkatkan kelimpahan fitoplankton, yang tercermin dari tingginya kadar klorofil-a. Kondisi pencahayaan yang optimal ini menjadikan perairan tersebut sebagai habitat penting bagi ikan terbang, terutama pada tahap awal kehidupannya seperti telur dan larva, yang sangat bergantung pada ketersediaan produsen primer (Pierucci & Suaria, 2023).

G. Kecepatan Arus

Arus laut, terutama arus permukaan dengan kecepatan antara 0,2 hingga 0,5 m/detik, memainkan peran penting dalam menyebarkan telur dan larva ikan terbang di wilayah tropis (Tabel 4.1). Salah satu proses fisik yang turut memengaruhi dinamika laut adalah terbentuknya pusaran arus atau dikenal dengan eddies (Zhang et al., 2025b). Pusaran ini tidak hanya membantu pergerakan organisme laut, tetapi juga meningkatkan produktivitas perairan dengan membawa nutrisi dari lapisan dalam ke permukaan. Nutrien tersebut sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton, yang merupakan produsen utama dalam rantai makanan laut (Koterayama et al., 2000; Lewallen et al., 2018).

Peningkatan fitoplankton ini kemudian berdampak pada bertambahnya populasi zooplankton, yang menjadi makanan utama bagi larva dan juvenil ikan (Miyamoto et al., 2024). Selain itu, pusaran arus juga membantu menjaga konsentrasi zooplankton di suatu area, menciptakan kondisi lingkungan yang stabil dan mendukung proses pemijahan ikan terbang, terutama dengan menjaga ketersediaan substrat di permukaan laut (Hasaruddin et al., 2015). Oleh karena itu, keberadaan pusaran arus menjadi elemen penting dalam struktur ekosistem laut karena berperan langsung dalam menentukan sebaran, kelimpahan, dan kelangsungan hidup populasi ikan terbang (Randall et al., 2015).

Hasil penelitian di berbagai lokasi penangkapan ikan terbang menunjukkan bahwa kecepatan arus permukaan kategori kecepatan sedang, yaitu berkisar antara 0,2 hingga 0,5 m/detik. Kecepatan arus di Laut Flores pada musim timur (lokasi B) tercatat dalam kisaran optimal tersebut (Abd Rasyid et al., 2014). Begitu pula di Selat Makassar (lokasi A) dan bagian lain Laut Flores (lokasi C), kecepatan arus berada pada rentang 0,2–0,3 m/detik (Syahailatua et al., 2006; Fitrianti et al., 2014), dan sedikit lebih tinggi di Laut Flores bagian timur (lokasi E), yakni 0,3–0,4 m/detik (Zainuddin, 2011).

Arus dengan kecepatan sedang dinilai ideal untuk menyebarkan telur dan larva, tetapi tidak terlalu kuat hingga menyebabkan mereka terseret menjauh dari habitat pemijahan. Sebaliknya, arus yang terlalu lemah bisa menyebabkan kekurangan nutrisi dan membatasi

sebaran larva, sedangkan arus yang terlalu kuat dapat mengganggu proses rekrutmen alami. Dengan demikian, arus permukaan yang moderat berperan penting dalam menjaga konektivitas antarhabitat, menjamin ketersediaan pakan alami seperti plankton, dan mendukung pertumbuhan populasi ikan terbang di perairan tropis yang subur terutama di timur Indonesia (Retraubun et al., 2023).

H. Kecepatan Angin dan Curah Hujan

Kecepatan angin yang tercatat berkisar antara 4,0–22,7 knot memiliki peran penting dalam membentuk dinamika fisik laut, seperti arus permukaan, suhu, dan pencampuran kolom air (Boli et al., 2019). Selama musim angin timur (muson tenggara), angin dapat bertiup hingga 7 m/s, mendorong terjadinya *coastal upwelling* di sejumlah wilayah pesisir Indonesia, khususnya pada musim timur (Rachman et al., 2018). Proses ini mengangkat air laut kaya nutrisi dari lapisan dalam ke permukaan sehingga meningkatkan kesuburan laut. Di sisi lain, curah hujan musiman juga memengaruhi kondisi kolom air melalui proses stratifikasi dan limpasan dari daratan, yang membawa tambahan nutrisi ke laut (Cabral & Fonseca, 2019). Kombinasi antara pola angin dan curah hujan ini menciptakan kondisi oseanografi yang ideal bagi pertumbuhan plankton (Bi et al., 2022) dan mendukung kehidupan ikan pelagis seperti ikan terbang (Shakhovskoy, 2023).

Faktor atmosfer seperti hujan dan angin terbukti berpengaruh langsung terhadap distribusi dan kelimpahan ikan terbang (Tabel 4.1). Data dari beberapa lokasi penangkapan menunjukkan variasi iklim yang mencerminkan kondisi lokal. Misalnya, di Laut Flores (lokasi D), curah hujan sangat bervariasi, antara 10–655 mm (Ali et al., 2005), sementara di wilayah Seram Timur dan Papua Barat (lokasi H), berkisar antara 130–453 mm (Tuapetel et al., 2024a). Perbedaan ini berdampak pada stratifikasi air laut dan suplai nutrisi dari darat, yang pada akhirnya memengaruhi produktivitas perairan. Kecepatan angin pun bervariasi, dari 4,0–6,0 knot di lokasi D hingga 6,3–22,7 knot di lokasi H. Angin yang lebih kuat, terutama pada musim timur, memicu *upwelling* dan memperkuat produksi primer di laut (Varghese et al., 2024). Dengan demikian, kombinasi antara curah hujan yang cukup tinggi dan angin

yang mendukung *upwelling* menjadi faktor kunci dalam menciptakan kondisi laut yang subur bagi ikan terbang di wilayah tropis Indonesia Timur.

I. Klorofil-a

Klorofil-a merupakan indikator utama produktivitas primer di laut karena mencerminkan kelimpahan fitoplankton, yaitu produsen dasar dalam rantai makanan laut. Wilayah yang memiliki konsentrasi klorofil-a tinggi, biasanya antara 0,3–3,1 mg/m³, umumnya menjadi pusat aktivitas biologis, termasuk tempat berkumpulnya ikan pelagis kecil seperti ikan terbang. Konsentrasi klorofil-a di perairan Kepulauan Kei bervariasi antara 0,05–3,09 mg/m³ (Retraubun et al., 2023). Kisaran konsentrasi yang demikian ini ditemukan pada saat kondisi normal. Sebagai pembanding, pada saat terjadi anomali iklim, misalnya seperti di perairan Bengkulu, nilainya dapat meningkat drastis hingga 16,2 mg/m³ selama peristiwa IOD (dipol mode positif) atau El Niño (Johan & Lizalidiawati, 2025), yang menandakan terjadinya ledakan populasi fitoplankton. Pengetahuan ini sangat penting dipahami karena secara ekologis, peningkatan nilai sebaran klorofil-a mendukung pertumbuhan telur dan larva ikan terbang serta memengaruhi keberhasilan rekrutmen alaminya.

Penelitian di berbagai wilayah penangkapan ikan terbang juga menunjukkan variasi konsentrasi klorofil-a yang mencerminkan tingkat kesuburan perairan (Tabel 4.1). Misalnya, di Laut Flores bagian timur (lokasi B), klorofil-a tercatat sebesar 0,1 mg/m³ (Abd Rasyid et al., 2014), sedangkan di lokasi E mencapai 0,3–0,7 mg/m³ (Zainuddin, 2011). Konsentrasi lebih tinggi ditemukan di Laut Banda dan utara Laut Arafura (lokasi F) yang berkisar antara 0,5–2,0 mg/m³ (Amin & Nugroho, 1990), serta di Kepulauan Kei (lokasi G) dengan kisaran 0,1–3,1 mg/m³ (Retraubun et al., 2023). Tingginya klorofil-a di wilayah F dan G menunjukkan potensi produktivitas yang mendukung keberadaan ikan terbang, terutama pada tahap awal kehidupannya. Dengan kata lain, dapat dinyatakan bahwa perairan yang kaya fitoplankton cenderung menjadi area penting bagi pemijahan dan

pertumbuhan ikan pelagis kecil (Asch & Checkley Jr, 2013), termasuk ikan terbang.

J. Zooplankton

Kelimpahan zooplankton di Laut Banda, yang volumenya berkisar antara 10–40 cm³/cm² (Tabel 4.1), mencerminkan tingginya tingkat produktivitas perairan di kawasan tersebut. Kondisi ini menjadi indikator penting bagi lokasi pemijahan ikan terbang, karena zooplankton merupakan sumber pakan utama bagi larva (Do Souto et al., 2025) dan ikan dewasa (Masiá et al., 2024). Ketersediaan zooplankton yang cukup berperan langsung dalam menentukan distribusi dan kelimpahan populasi ikan terbang secara keseluruhan (Oxenford et al., 1995; Churnside et al., 2017; Lewallen et al., 2018).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari delapan wilayah penangkapan ikan terbang yang dianalisis (A–H), hanya wilayah F—yang mencakup Laut Banda dan bagian utara Laut Arafura pada musim timur (Tabel 4.1) yang memiliki data kuantitatif tentang kelimpahan zooplankton, yakni sebesar 10–40 cm³/cm² (Amin & Nugroho, 1990). Angka ini menunjukkan tingginya daya dukung perairan terhadap keberlangsungan larva dan ikan terbang dewasa di wilayah tersebut. Sementara itu, wilayah lainnya, seperti Selat Makassar (A), Laut Flores (B, C, D, E), Perairan Kepulauan Kei (G), serta Seram Timur dan Papua Barat (H), belum tersedia data kuantitatif terkait volume zooplankton. Ketimpangan data ini menunjukkan pentingnya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengukur dan membandingkan ketersediaan zooplankton di berbagai wilayah penangkapan. Mengingat peran zooplankton yang sangat vital dalam rantai makanan laut (Latuconsina, 2020; Lomartire et al., 2021).

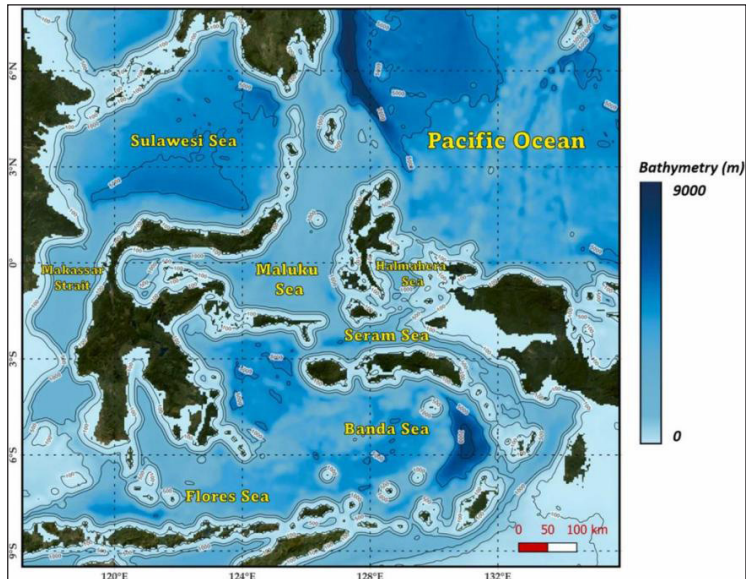
K. Fenomena *Upwelling* dan Arlindo

Upwelling di wilayah Indonesia Timur, terjadi pada musim timur, antara bulan Mei hingga September (Khider et al., 2011; Wattimena

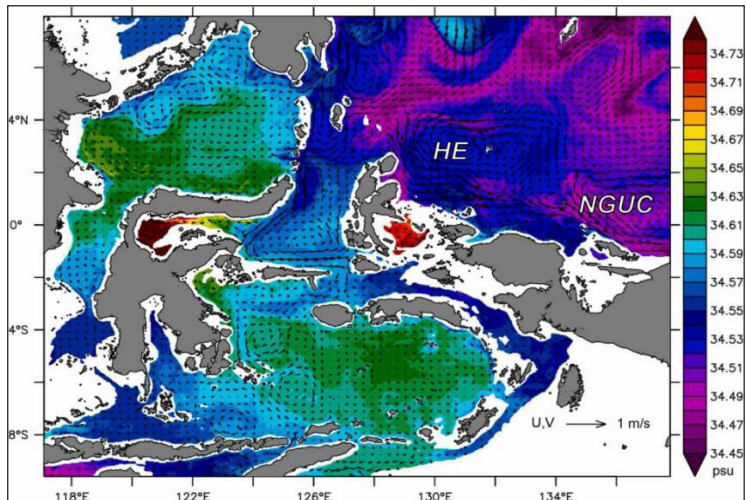
& Salamena, 2025), dan sangat berperan dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton serta memperkuat rantai makanan laut. Selain itu, pergerakan Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia juga memainkan peran penting dalam membawa nutrisi (Edwards & Yukio, 2020). Kedua proses oseanografis ini menjadikan perairan timur Indonesia sangat subur dan mendukung kelimpahan ikan terbang (Frölicher et al., 2015; Palo et al., 2019; Retraubun et al., 2023).

Kajian menunjukkan bahwa ikan terbang bermigrasi ke Selat Makassar untuk memijah saat Musim timur, meskipun arah migrasi mereka setelah pemijahan belum sepenuhnya diketahui (Ali, 2019). Pola serupa ditemukan pada *Hirundichthys oxycephalus* di Rusia, yang berpindah ke Laut Jepang bagian selatan pada akhir Juli mengikuti arus hangat (Kharin & Saveliev, 2011). Fenomena ini juga diperkirakan terjadi pada populasi ikan terbang di perairan Maluku, meskipun datanya masih terbatas. Namun, beberapa indikasi menunjukkan bahwa kelimpahan ikan terbang sering berkaitan erat dengan kejadian *upwelling* (Zainuddin, 2011).

Kenaikan massa air laut akibat *upwelling* memperkaya ketersediaan nutrisi dan makanan, yang sangat penting bagi siklus hidup ikan terbang (Putri et al., 2023), khususnya pada tahap larva (Randal et al., 2014). Pemijahan di daerah *upwelling* diyakini sebagai strategi adaptif, karena ikan terbang mampu menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan dan memanfaatkan melimpahnya pakan alami (Syahailatua et al., 2008; Oliveira et al., 2015; Febyanty & Syahailatua, 2017).



a



b

Keterangan: (a) Batimetri perairan Maluku; (b) sirkulasi laut dan distribusi salinitas.

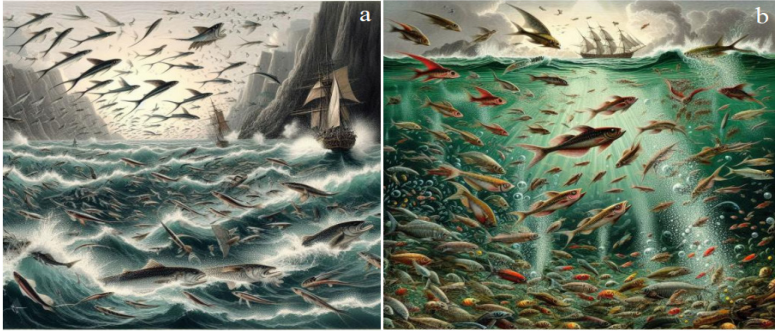
Sumber: Suryadarma et al. (2025)

Gambar 4.3 Batimetri dan sirkulasi laut serta distribusi salinitas di perairan Maluku.

L. Pola Musim

Musim di sekitar perairan Maluku memiliki ciri khas yang terdiri dari dua periode utama, yakni musim angin Tenggara yang berlangsung sekitar pertengahan April hingga September, dan musim angin Barat Laut yang terjadi mulai Oktober hingga Maret. Dua musim ini ditandai oleh angin yang bertiup dari arah yang berlawanan serta perbedaan suhu yang mencolok. Angin Tenggara dan Barat Laut membawa udara yang hangat dan kaya akan uap air karena melintasi samudra. Selain itu, pasang surut di perairan Maluku dapat mencapai ketinggian hingga empat meter, menyebabkan variasi dalam kondisi lingkungan. Fenomena lain, seperti arus laut, pola angin, dan ombak juga mengalami perubahan yang signifikan selama musim transisi II dan musim timur. Data yang dikutip dari penelitian (Wijaya et al., 2018; Purba et al., 2015) menunjukkan bahwa karakteristik oseanografis di wilayah ini dipengaruhi oleh dinamika musiman yang kompleks.

Dinamika musiman yang berlangsung di perairan Maluku tidak hanya memengaruhi pola angin, pasang surut, dan ombak, tetapi juga berkaitan erat dengan pola arus laut yang membawa massa air lintas wilayah. Aliran massa air ini menjadi bagian dari mekanisme yang lebih luas, yang menjelaskan bagaimana perubahan musiman berskala lokal terkait langsung dengan sirkulasi laut berskala global. Selama musim Timur, kondisi oseanografis di Perairan Kepulauan Maluku sangat dipengaruhi oleh arus massa air dari Laut Banda.



Keterangan: (a) Arlindo; (b) Upwelling

Foto: Friesland Tuapetel (2024) dengan bantuan Copilot dari Microsoft

Gambar 4.4 Ilustrasi Faktor lingkungan memengaruhi kelimpahan dan distribusi ikan terbang di perairan Maluku.

BAB V

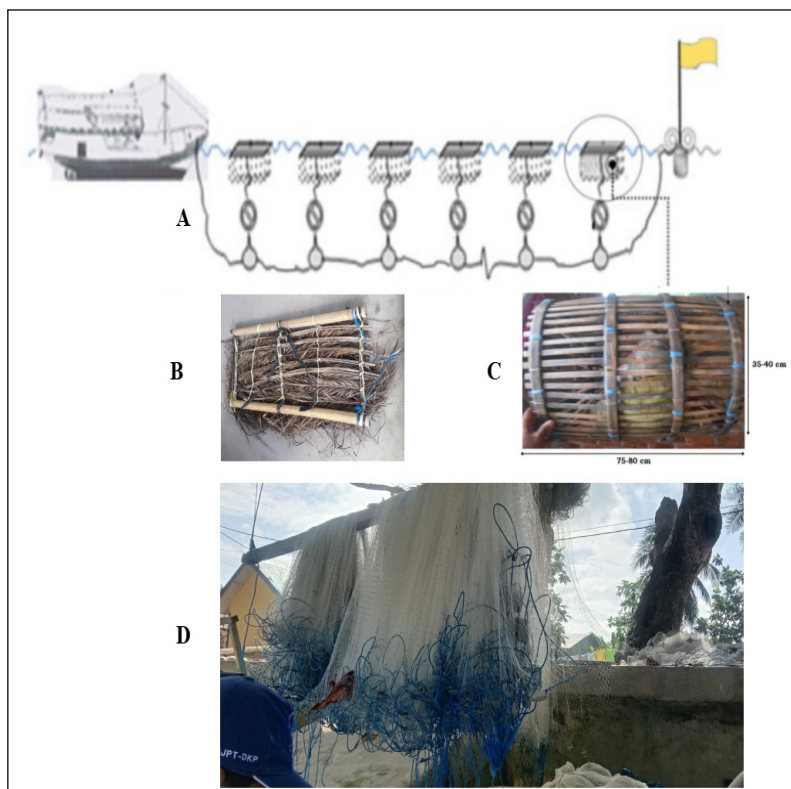
Teknologi Penangkapan, *Fishing Ground*, dan Musim Penangkapan

Bab IV telah membahas berbagai aspek lingkungan dan kondisi habitat yang memengaruhi keberadaan dan kelimpahan ikan terbang di perairan Maluku. Pemahaman terhadap karakteristik ekosistem dan dinamika habitat ini penting sebagai dasar untuk menilai kesesuaian wilayah tangkap dan menjaga keberlanjutan sumber daya. Selanjutnya, Bab V akan mengulas teknologi penangkapan yang digunakan, baik untuk telur maupun induk ikan terbang, jenis armada kapal yang terlibat dalam aktivitas perikanan ini, lokasi-lokasi penangkapan utama di perairan Maluku, serta musim-musim penangkapan yang dominan. Rangkaian bahasan ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang aktivitas penangkapan ikan terbang di lapangan, sekaligus mengaitkannya dengan kondisi lingkungan yang telah dijelaskan sebelumnya guna mendukung praktik penangkapan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

A. Teknik Penangkapan Telur dan Induk Ikan Terbang

Hingga saat ini, nelayan patorani dari Sulawesi Selatan masih mendominasi dalam memanfaatkan sumber daya ikan terbang, khususnya telur, mengungguli nelayan andon lainnya maupun nelayan lokal. Menurut penelitian Kasri et al. (2019), nelayan patorani cenderung mencari induk dan telur ikan secara terpisah, walaupun harus diakui telur ikan menjadi sasaran utama dalam pemanfaatan sumber daya ikan terbang. Telur ikan terbang menjadi primadona di kalangan masyarakat karena kandungan gizi serta lebih bernilai secara ekonomis (Tavakoli et al., 2021). Hal ini menunjukkan pangsa pasar yang besar, terutama dalam pasar ekspor, untuk penjualan telur ikan terbang dibandingkan dengan ikannya sendiri yang hanya pada skala lokal saja (Tuapetel et al., 2024b).

Dominasi nelayan patorani dalam pemanfaatan telur ikan terbang tidak terlepas dari pengetahuan mereka yang lebih mendalam mengenai perilaku reproduksi ikan terbang dan teknik penangkapan yang tepat sasaran. Pengetahuan ini berkontribusi pada pemilihan alat tangkap yang sesuai dengan target, baik telur maupun induknya. Pemisahan strategi penangkapan antara telur dan induk menjadi penting karena perbedaan karakteristik biologis dan nilai ekonominya sehingga nelayan menyesuaikan metode dan alat tangkap yang digunakan agar lebih efektif dan efisien. Penangkapan telur dan induk ikan terbang melibatkan penggunaan alat tangkap yang berbeda. Telur ikan terbang sering kali ditangkap bersamaan dengan induk menggunakan bubu hanyut, seperti yang diungkapkan oleh Risa et al. (2016) dan Tuapetel et al. (2024a). Sebaliknya, untuk menangkap secara khusus induk ikan terbang, nelayan menggunakan jaring insang hanyut, sebagaimana dijelaskan oleh Palo et al. (2019). Proses pengumpulan telur ikan terbang sendiri umumnya melibatkan perangkap, seperti rumpung atau rumpun, yang menurut Ali (2019) dikenal dengan nama bala-bala atau bale-bale. Alat tangkap induk dan telur ikan terbang serta sketsa gambar penempatannya di perairan laut tersaji pada Gambar 5.1.



Keterangan: (A) Sketsa gambar penempatan alat tangkap telur dan induk ikan terbang di perairan; (B) Bale-bale; (C.) Pakaja; (D) Jaring insang hanyut.

Sumber: Tuapetel *et al.*, (2024a); Foto: Friesland Tuapetel (2023)

Gambar 5.1 Alat Tangkap Induk dan Telur Ikan Terbang

Perbedaan alat tangkap yang digunakan tidak hanya mencerminkan strategi penangkapan yang spesifik, tetapi juga menunjukkan adanya inovasi lokal yang disesuaikan dengan perilaku reproduksi ikan terbang. Salah satu inovasi tersebut adalah penggunaan bubu hanyut yang dimodifikasi dengan bahan-bahan alami, seperti daun kelapa dan sargasum. Modifikasi ini bertujuan untuk menarik ikan terbang agar memijah sekaligus memfasilitasi pelekatan telur sehingga bubu tidak hanya berfungsi sebagai alat penangkap, tetapi juga sebagai media

agregasi yang mendukung produktivitas perikanan secara berkelanjutan. *Aggregation* bubu hanyut (*drift traps*) adalah alat perangkap ikan berbentuk silinder yang terbuat dari *bila-bila* bambu. Bagian mulut dari perangkap ini dilengkapi dengan daun kelapa dan sargasum yang bertujuan sebagai tempat pelekatan telur sehingga mampu menghasilkan tangkapan berupa ikan dan telur. Sargasum tidak hanya berperan sebagai tempat pelekatan telur, tetapi juga memiliki fungsi tambahan, yaitu memberikan aroma khas yang dapat merangsang ikan untuk memijah. Metode ini, sebagaimana dijelaskan oleh Ali et al. (2005), memungkinkan nelayan untuk meningkatkan hasil tangkapan mereka dengan cara menciptakan lingkungan yang mengundang bagi ikan terbang untuk bertelur dan menghasilkan regenerasi berikutnya.

Pendekatan inovatif seperti penggunaan bubu hanyut yang dilengkapi sargasum mencerminkan adaptasi lokal yang efektif dalam menangkap ikan terbang secara berkelanjutan. Namun, praktik penangkapan ikan terbang tidak terbatas pada satu jenis alat saja. Seiring berkembangnya kebutuhan dan kondisi perairan, berbagai alat tangkap lain juga telah dikaji untuk mengetahui efektivitas dan dampaknya. Studi-studi terdahulu memberikan landasan penting dalam memahami keberagaman metode penangkapan yang digunakan, termasuk selektivitas alat serta kontribusinya terhadap efisiensi tangkapan dan pelestarian sumber daya ikan terbang. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan studi tentang alat tangkap ikan terbang, termasuk diantaranya penelitian tentang selektivitas *gillnet* di Barbados (Mahon et al., 2000), serta penelitian mengenai selektivitas *gillnet* di perairan Naku Pulau Ambon oleh Hutubessy & Syahailatua (2010), dan studi tentang selektivitas *gillnet* di perairan Majene oleh Dermawati et al. (2019). Selain *gillnet* dan pakaja, alat tangkap lain seperti setnet dan bagan juga telah terbukti mampu menangkap ikan terbang, sebagaimana dikemukakan oleh Chang et al. (2012). Dengan demikian, penelitian-penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang berbagai metode tangkap yang dapat digunakan untuk menangkap ikan terbang, serta dampaknya terhadap keberlanjutan sumber daya perikanan.

Temuan dari berbagai penelitian tersebut tidak hanya memperkaya pengetahuan mengenai efektivitas alat tangkap, tetapi juga memberikan dasar bagi pengembangan teknik penangkapan yang lebih adaptif terhadap perilaku biologis ikan terbang. Salah satu implikasinya adalah pemanfaatan alat tangkap yang tidak hanya bersifat pasif dalam menangkap ikan, tetapi juga aktif dalam menarik ikan untuk memijah. Dalam konteks ini, jaring insang hanyut dan rumpung menjadi contoh penting dari strategi penangkapan yang memadukan aspek teknis dan ekologis sehingga mampu meningkatkan efisiensi penangkapan sekaligus mendukung regenerasi sumber daya secara alami. Jaring insang hanyut merupakan alat tangkap yang terdiri dari tali nilon monofilamen dengan ukuran umumnya berkisar antara 1 hingga 1.25 inci. Fungsi utama dari alat ini adalah untuk menangkap ikan terbang yang sedang bergerak (Pangauan et al., 2020), sambil juga berperan sebagai tempat bagi ikan terbang untuk meletakkan telur mereka, sesuai dengan penjelasan yang disajikan oleh Ali et al. (2005). Di sisi lain, rumpung adalah perangkap telur ikan terbang yang terbuat dari daun kelapa, yang dirancang untuk menarik perhatian ikan terbang agar memijah dan menempatkan telur mereka di atas daun kelapa tersebut. Penggunaan rumpung merupakan salah satu taktik yang dimanfaatkan untuk menangkap ikan terbang, khususnya yang memiliki kecenderungan untuk meletakkan telur pada sisa-sisa tumbuhan terapung, seperti daun kelapa dan *Sargassum*, sebagaimana dijelaskan oleh Taylor et al. (2017) dan Tuapetel et al. (2017). Dengan menggunakan alat-alat ini, nelayan dapat lebih efektif dalam menangkap ikan terbang maupun telurnya dengan memanfaatkan perilaku alami ikan terbang tersebut.

Pemanfaatan bahan alami seperti daun kelapa dan *Sargassum* dalam alat tangkap menunjukkan bahwa praktik penangkapan ikan terbang sangat dipengaruhi oleh pengetahuan tradisional dan adaptasi terhadap perilaku spesifik ikan. Pendekatan ini tidak hanya terbatas di Indonesia, tetapi juga ditemukan di berbagai wilayah tropis lainnya, seperti di Barbados, di mana bahan organik juga digunakan untuk menarik ikan. Dengan demikian, integrasi antara bahan alami dan desain alat tangkap modern, seperti *gillnet* memberikan fleksibilitas bagi nelayan dalam meningkatkan hasil tangkapan, baik melalui penangkapan aktif maupun dengan memanfaatkan kebiasaan ikan terbang dalam memilih

tempat bertelur. Penggunaan daun pisang, daun kelapa, dan *Sargassum* dalam perikanan komersial untuk mengumpulkan telur ikan terbang di Sulawesi Selatan telah diungkapkan dalam penelitian oleh Ali et al. (2005). Di sisi lain, di Barbados, nelayan ikan terbang tidak hanya menggunakan jaring insang, tetapi juga memanfaatkan daun kelapa kering atau daun tebu kering sebagai alat untuk menarik ikan, seperti yang dicatat oleh Khokiattiwong et al. (2000). Ada tiga metode di mana ikan dapat tertangkap dengan menggunakan *gillnet*, pertama, ikan dapat terjepit atau seluruh tubuhnya berada di tengah mata jaring; kedua, ikan dapat tertangkap dengan insangnya terjerat di belakang tutup insang; dan ketiga, ikan bisa terperangkap dengan maxillariesnya dalam jaring, seperti yang dijelaskan oleh Anggreini et al. (2017).

Variasi penggunaan bahan alami sebagai pemikat serta teknik penangkapan dengan *gillnet* menunjukkan bahwa efektivitas alat tangkap sangat dipengaruhi oleh interaksi antara perilaku ikan dan karakteristik teknis dari alat itu sendiri. Oleh karena itu, pemahaman tentang mekanisme ikan tertangkap dalam jaring insang menjadi penting sebagai dasar untuk mengevaluasi dan meningkatkan selektivitas alat tangkap. Hal ini sejalan dengan kajian lebih lanjut yang menyoroti berbagai faktor teknis dan biologis yang menentukan keberhasilan penangkapan secara selektif, termasuk ukuran mata jaring, sifat bahan jaring, hingga perilaku alami ikan target. Beberapa faktor yang memengaruhi selektivitas jaring insang dapat diidentifikasi, antara lain karakteristik fisik jaring itu sendiri, seperti ukuran mesh, elastisitas bahan, warna jaring, koefisien tarik, kekuatan dan kelenturan benang, serta visibilitas benang; karakteristik ikan, seperti kecenderungan mereka untuk tertangkap pada bagian tubuh selain dada, dan perilaku alami mereka yang dapat dipengaruhi oleh metode penangkapan. Penelitian yang dilakukan oleh Dermawati et al. (2019) memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai bagaimana berbagai faktor saling berinteraksi dan memengaruhi tingkat efektivitas jaring insang dalam menangkap ikan secara selektif.

Pemahaman terhadap berbagai faktor yang memengaruhi selektivitas jaring insang menjadi dasar penting dalam menentukan konfigurasi alat tangkap yang paling sesuai dengan kondisi spesifik di

lapangan. Salah satu aspek teknis yang paling krusial adalah ukuran mata jaring, karena secara langsung memengaruhi jenis dan ukuran ikan yang tertangkap. Oleh karena itu, berbagai studi di lokasi berbeda telah dilakukan untuk mengidentifikasi ukuran mata jaring yang paling optimal dalam menangkap ikan terbang secara selektif, sekaligus meminimalkan tangkapan sampingan dan dampak ekologis. Pada perairan Barbados, *gillnet* dengan ukuran mata jaring 3,18 cm dan 3,81 cm terbukti paling efektif dalam menangkap ikan terbang, dengan ukuran yang paling optimal adalah 3,81 cm, sesuai penelitian oleh Mahon et al. (2000). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa ukuran mata jaring yang selektif untuk menangkap ikan terbang di perairan Naku, Pulau Ambon adalah 1,5 inci, sebagaimana dijelaskan oleh Hutubessy & Syahailatua (2010). Di Sulawesi Selatan, ukuran mata jaring yang paling efektif dalam menangkap ikan terbang adalah 3,18 cm, berdasarkan penelitian oleh Palo et al. (2019). Mengetahui ukuran mata jaring yang tepat sangat penting karena dapat memengaruhi tingkat keberhasilan tangkapan dan juga tingkat selektivitas.

Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa efektivitas ukuran mata jaring dapat bervariasi tergantung pada kondisi ekologis perairan setempat dan karakteristik populasi ikan terbang yang ditangkap. Dengan demikian, pendekatan berbasis lokasi menjadi sangat penting dalam menentukan standar ukuran jaring yang ideal. Data empiris dari berbagai wilayah, seperti Barbados, Ambon, dan Sulawesi Selatan menjadi rujukan berharga untuk mengembangkan kebijakan penangkapan yang adaptif dan berkelanjutan, yang mempertimbangkan keseimbangan antara produktivitas tangkapan dan konservasi sumber daya ikan terbang. Lebih lanjut, Najamuddin et al. (2018) menyarankan bahwa ukuran mata jaring *gillnet* yang optimal untuk menangkap ikan terbang adalah 1,25–1,50 inci, dengan tujuan untuk memastikan keberlanjutan sumber daya ikan terbang di habitat alaminya. Terlepas dari jaring *gillnet* untuk menangkap induk, informasi terkait alat tangkap rumpong hanyut beserta teknis operasionalnya dalam memanfaatkan telur ikan terbang di perairan Maluku masih minim. Keberadaan informasi yang terperinci mengenai kapal dan alat tangkap sumber daya ini serta bagaimana cara penggunaannya, dapat menjadi kunci dalam meningkatkan pemahaman dan efisiensi dalam

pemanfaatan sumber daya perikanan terbang di wilayah perairan timur Indonesia khususnya Maluku.

B. Armada Kapal Penangkap

Umumnya, kapal yang dipergunakan oleh nelayan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya ikan terbang serupa dengan kapal yang digunakan oleh nelayan torani di Perairan Selat Makassar, Laut Flores, dan Perairan Fakfak (Laut Seram). Terdapat dua model kapal yang digunakan (Gambar 5.2), yaitu Joloro atau tipe A dan Padewakang (tipe B), masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan yang berbeda. Kapal tipe A memiliki kelebihan dalam hal kecepatan dan efisiensi bahan bakar, tetapi cenderung lebih rentan terhadap gelombang laut. Di sisi lain, kapal tipe B memiliki kelebihan dalam luas dek dan ketahanan terhadap gelombang, tetapi cenderung lebih boros dalam penggunaan bahan bakar. Kapal tipe A umumnya dapat menampung sekitar 40–60 buah bale-bale, sementara kapal tipe B dapat menampung lebih dari 60 buah tergantung ukuran kapal. Dimensi rata-rata kapal berkisar antara 10 hingga 20 meter panjangnya, dengan lebar 2 hingga 3 meter, dan tinggi 2 hingga 4 meter. Secara umum, kapal-kapal ini dilengkapi dengan mesin Yanmar TF 300 atau Tandon 300 untuk mendukung operasional mereka di perairan yang beragam kondisinya.

Perbedaan karakteristik kapal yang digunakan tentu sangat berpengaruh terhadap distribusi operasional di berbagai wilayah perairan. Pemilihan tipe kapal tidak hanya ditentukan oleh efisiensi dan kapasitas angkut bale-bale, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografi setempat. Dalam hal ini, adaptasi terhadap lingkungan laut menjadi faktor kunci, terutama ketika nelayan harus berhadapan dengan gelombang tinggi dan arus kuat seperti yang ditemui di perairan Kepulauan Kei. Oleh karena itu, kehadiran kapal tipe B yang lebih tangguh menjadi pilihan utama bagi nelayan yang beroperasi di wilayah tersebut, khususnya nelayan torani dari luar daerah yang telah terbiasa menghadapi tantangan perairan yang lebih ekstrem. Kapal tipe A jarang terlihat beroperasi di wilayah perairan Kepulauan Kei, Maluku Tenggara. Mayoritas kapal yang beroperasi di sana adalah kapal tipe

B, yang dikenal dengan model Padewakang. Hal ini diyakini karena kondisi perairan di Kepulauan Kei cenderung ekstrem, dengan ombak tinggi dan arus yang kuat sehingga memerlukan kapal torani yang lebih besar seperti tipe B untuk dapat bertahan dalam kondisi tersebut. Terdapat dua jenis nelayan torani yang melakukan penangkapan di perairan Kepulauan Kei, yaitu nelayan dari Sulawesi Selatan (Galesong-Takalar) dan Sulawesi Tenggara (Buton). Jumlah nelayan lokal hanya sedikit, sekitar 5% dari total. Selain itu, tipologi nelayan dari kedua daerah tersebut juga berbeda, yang kemungkinan memengaruhi teknik dan cara operasional yang mereka gunakan dalam menangkap ikan terbang di perairan tersebut.

Perbedaan penggunaan kapal berdasarkan kondisi perairan dan asal-usul nelayan menjadi penting untuk dipahami dalam konteks operasional di wilayah timur Indonesia. Informasi ini tidak hanya dijelaskan secara naratif, tetapi juga didukung oleh dokumentasi visual pada Gambar 5.2. Gambar tersebut memberikan representasi visual yang mempertegas keberadaan dan karakteristik kedua tipe kapal yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu Joloro (tipe A) dan Padewakang (tipe B), serta penggunaannya oleh nelayan di Perairan Kei dan Laut Seram. Dengan demikian, gambar ini berfungsi sebagai pelengkap untuk memperjelas perbedaan struktur dan fungsi dari masing-masing kapal dalam aktivitas penangkapan ikan terbang. Gambar 5.2 menjelaskan dokumentasi kapal patorani di Perairan Kei dan Laut Seram. Terdapat dua jenis kapal yang digambarkan dalam gambar ini, yaitu tipe A dan tipe B. Keterangan A pada gambar tersebut merujuk pada penjelasan mengenai jenis-jenis kapal yang digunakan. Kapal tipe A disebut juga sebagai Joloro, sedangkan kapal tipe B dikenal sebagai Padewakang. Penyebutan tipe A dan tipe B memperjelas perbedaan antara kedua jenis kapal yang digunakan dalam aktivitas di perairan tersebut. Secara sistematis, gambar tersebut memberikan informasi visual tentang kapal-kapal yang digunakan di perairan Kei dan Laut Seram, serta memberikan penjelasan singkat mengenai jenis-jenis kapal yang digambarkan, yaitu tipe A (Joloro) dan tipe B (Padewakang).



Keterangan: A. Kapal tipe A (Joloro), tipe B (Padewakang)

Sumber: Tuapetel (2015); Foto: Friesland Tuapetel (2021)

Gambar 5.2 Kapal *Patorani* di Perairan Kei dan Laut Seram

Nelayan torani yang berasal dari Buton cenderung melakukan penangkapan di daerah perairan yang tidak terlalu jauh dari pantai, dengan tempat pendaratan hasil tangkapan biasanya berlokasi di Ur Pulau. Kapal yang mereka gunakan umumnya tidak dilengkapi dengan palka sehingga hasil tangkapan dari rumpon hanyut (*bale-bale*) yang telah dipasang diletakkan di atas kapal. Secara umum, ukuran *bale-bale* yang digunakan oleh nelayan dari Buton lebih besar daripada nelayan dari Galesong. Mereka menargetkan jenis ikan terbang telur kasar dengan ukuran tubuh yang besar dalam penangkapan mereka. Waktu operasional penangkapan biasanya berlangsung selama 12 jam, dimulai dari peletakan alat (*setting*) sekitar pukul 18.00–19.00 WIT, dilanjutkan dengan masa menunggu (*soaking time*) antara pukul 19.00–04.00 WIT, dan terakhir proses pengangkatan alat (*hauling*) berlangsung dari jam 04.00–06.00 WIT. Tipologi nelayan lokal di wilayah tersebut mirip dengan nelayan dari Buton karena sebenarnya mereka juga berasal dari Buton, tetapi mereka telah dikenal sebagai nelayan setempat karena sudah berstatus sebagai warga kelahiran di sana.

Perbedaan asal-usul nelayan torani tampaknya turut memengaruhi pola operasi penangkapan, jenis ikan target, serta teknik dan durasi penggunaan alat tangkap. Strategi penangkapan yang dilakukan oleh nelayan Buton lebih bersifat singkat dan dekat dari pantai, disesuaikan dengan spesifikasi kapal dan ukuran bale-bale yang mereka gunakan. Sebaliknya, nelayan dari Galesong menunjukkan pendekatan yang lebih intensif dan berjangka waktu lebih lama, mencerminkan pengalaman serta orientasi pasar yang lebih komersial. Perbedaan ini menunjukkan adanya diversifikasi praktik penangkapan ikan terbang di perairan Kei, yang tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi geografis, tetapi juga oleh kebiasaan dan preferensi masing-masing komunitas nelayan. Berbeda dengan nelayan torani dari Galesong, Sulawesi Selatan, yang melakukan operasi penangkapan selama sekitar 22 hingga 24 jam, waktu operasional mereka terperinci sebagai berikut, proses peletakan alat (*setting*) dimulai pada pukul 06.00 WIT, diikuti dengan masa menunggu (*soaking time*) dari pukul 06.00 hingga 04.00 WIT, dan akhirnya proses pengangkatan alat (*hauling*) dilakukan antara pukul 04.00 hingga 06.00 WIT. Sasaran utama penangkapan mereka adalah ikan terbang kecil yang disebut torani (*Hirundichthys oxycephalus*), yang memiliki warna keemasan dan nilai jual yang tinggi, minimal sekitar 400 ribu per kilogram kering. Selain itu, mereka juga menangkap jenis ikan terbang lain yang dikenal sebagai banggulong, yang umumnya tersebar di sekitar pesisir. Banggulong memiliki tubuh dan telur yang agak besar dibandingkan dengan torani asli, serta telur dengan warna kuning yang sedikit lebih buram. Harga jual banggulong berkisar antara 150 hingga 200 ribu per kilogram kering.

Perbedaan dalam pola waktu operasional dan jenis ikan yang ditargetkan oleh nelayan Galesong tidak terlepas dari dukungan fasilitas dan strategi yang mereka miliki. Keberadaan palka di kapal memberikan keuntungan logistik yang signifikan, memungkinkan pengelolaan alat tangkap menjadi lebih efisien dan tertata. Selain itu, ukuran bale-bale yang lebih kecil serta kemampuan melaut hingga ke wilayah yang lebih jauh menunjukkan kesiapan teknis dan pengalaman nelayan Galesong dalam mengejar ikan torani asli yang bernilai tinggi. Dengan strategi yang lebih terencana, mereka mampu menyesuaikan pilihan lokasi dan alat tangkap secara optimal demi memperoleh hasil

tangkapan yang lebih berkualitas dan ekonomis. Kapal yang digunakan oleh nelayan dari Galesong, Sulawesi Selatan, dilengkapi dengan fasilitas palka di bagian depan. Fasilitas ini memungkinkan mereka untuk menyimpan alat tangkap, yang disebut bale-bale, secara teratur di dalam palka sebelum atau setelah penggunaan. Umumnya, bale-bale yang mereka gunakan cenderung lebih kecil daripada yang digunakan oleh nelayan dari Buton. Lokasi penangkapan nelayan Galesong biasanya terletak jauh dari pesisir karena mereka menargetkan ikan torani asli yang memiliki harga jual lebih tinggi daripada ikan terbang di perairan dekat pulau. Strategi ini bertujuan untuk memaksimalkan hasil tangkapan dengan mengejar spesies yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Selain itu, nelayan asal Galesong memiliki pengalaman melaut yang lebih matang dibandingkan dengan nelayan dari Buton atau lokal. Faktor ini memengaruhi desain alat tangkap, pemilihan lokasi operasional alat tangkap, serta target tangkapan telur ikan terbang sehingga mereka dapat menggunakan waktu dan sumber daya yang mereka miliki dengan lebih efisien dan efektif.

C. Operasional Rumpung Hanyut (Bale-Bale)

Penggunaan rumpung hanyut dalam pemanfaatan sumber daya ikan terbang dapat diuraikan dengan perinci sesuai dengan komponen yang menjadi satu kesatuan. Alat tangkap ini terdiri dari beberapa elemen utama, termasuk bale-bale, pakaja, bendera penanda, kili-kili peniti swivel, pemberat, tali-temali, dan tanda belakang. Bale-bale bertindak sebagai fasilitator dalam proses penangkapan, dirancang untuk memberikan tempat yang nyaman bagi induk ikan, baik betina maupun jantan untuk bergerombol sambil melepaskan telur maupun spermanya. Sel telur ini diletakkan dengan cara induk ikan masuk maupun keluar melewati bale-bale sambil melepaskan telur oleh ikan betina dan langsung dibuahi oleh sperma ikan jantan sehingga membentuk seperti sarang laba-laba, yang dapat menjadi perangkap bagi pasangan induk ikan terbang yang terakhir meletakkan telurnya akan terperangkap dalam kumpulan telur tersebut. Menjembatani

uraian fungsi alat tangkap dengan penjelasan konstruksinya, penting untuk memahami bahwa efektivitas pemanfaatan rumpung hanyut sangat bergantung pada desain dan material dari masing-masing komponen, terutama bale-bale sebagai elemen inti. Oleh karena itu, setelah memahami peran biologis bale-bale dalam memfasilitasi proses pemijahan ikan terbang, perlu dilanjutkan dengan penjelasan mengenai bagaimana struktur fisik bale-bale dirancang secara teknis untuk menunjang fungsi tersebut. Desain dan jumlah bale-bale yang digunakan dalam satu operasi tangkap mencerminkan strategi nelayan dalam mengoptimalkan peluang perolehan telur ikan secara berkelanjutan.

Selanjutnya, konstruksi bale-bale terbuat dari rangka bambu atau kayu terapung, berbentuk persegi panjang dengan ukuran standar 50 x 100cm atau 100 x 150cm, ditutupi dengan 8–10 lembar daun kelapa. Biasanya, sekitar 70 bale-bale digunakan dalam operasi, dengan 60 di antaranya digunakan secara aktif, sementara sisanya dijadikan cadangan jika terjadi kegagalan atau terputus pada saat pengoperasiannya. Dengan demikian, setiap komponen memiliki peran yang jelas dalam efisiensi dan keberhasilan penangkapan telur ikan terbang menggunakan alat rumpung hanyut atau bale-bale (Gambar 5.3). Meskipun konstruksi dan jumlah bale-bale telah dirancang sedemikian rupa untuk menunjang efektivitas penangkapan telur ikan terbang, tidak semua komponen alat tangkap selalu digunakan secara bersamaan dalam setiap operasi. Salah satu contohnya adalah penggunaan pakaja, yang bersifat opsional dan lebih ditujukan untuk keperluan konsumsi awak kapal daripada sebagai bagian utama dalam penangkapan telur. Perbedaan tujuan penggunaan ini menunjukkan bahwa dalam praktik lapangan, nelayan kerap melakukan penyesuaian berdasarkan kebutuhan dan kondisi operasional. Oleh karena itu, penting untuk membedakan fungsi tiap komponen, baik yang berperan langsung dalam penangkapan telur seperti bale-bale, maupun yang digunakan secara situasional seperti pakaja.



Keterangan: (a) Desain bale-bale yang terlihat dari atas; (b) Desain bale-bale terlihat dari samping pada saat hauling.

Foto: Friesland Tuapetel (2022); Sumber: Tuapetel (2015)

Gambar 5.3 Bale-Bale Alat Perangkap Telur Ikan Terbang

Tidak semua kapal patorani yang beroperasi membawa pakaja, karena pakaja digunakan pada saat kondisi ABK kehabisan ikan untuk dikonsumsi sebagai “ikan makan”. Umumnya mereka pancing sendiri pada saat kapal sementara menuju ke daerah penangkapan, atau menangkap cumi dengan bantuan lampu pijar di malam hari. Oleh sebab itu, pakaja jarang digunakan bersamaan dengan beroperasinya bale-bale, karena merepotkan pada waktu penurunan dan pengangkatan alat tangkap (*hauling*). Di samping itu pula sasaran penangkapan bukanlah pada ikan, tetapi teluranya. Alat ini digunakan hanya untuk kepentingan penelitian, selain mengoleksi telur juga digunakan untuk mengumpulkan induk ikan yang ikut terperangkap setelah memijah di dalam pakaja (Peranginangin, 2008) maupun bale-bale (Anwar, 2023).

Dalam praktiknya, perbedaan penggunaan antara pakaja dan bale-bale mencerminkan fleksibilitas nelayan dalam menyesuaikan alat tangkap dengan kebutuhan operasional di laut. Ketika bale-bale difokuskan untuk penangkapan telur, sedangkan pakaja lebih bersifat pendukung atau digunakan dalam kondisi tertentu maka keberadaan komponen pelengkap lain, seperti bendera tanda, menjadi sangat penting. Bendera tanda berfungsi sebagai penanda posisi alat tangkap di laut, termasuk bale-bale sehingga meskipun alat tangkap utama yang digunakan berbeda, sistem penandaan tetap harus tersedia demi menjaga keteraturan di wilayah penangkapan. Keberadaan bendera ini tidak hanya membantu identifikasi lokasi alat oleh awak kapal sendiri,

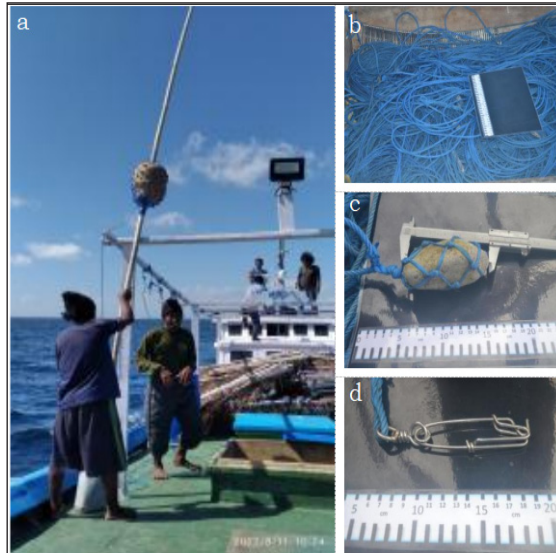
tetapi juga menjadi bentuk komunikasi visual dengan nelayan lain untuk menghindari tumpang tindih dan konflik wilayah.

Bendera tanda umumnya terdiri atas kain sebagai bendera yang berwarna mencolok (kuning, oranye, dan putih), yang disambungkan dengan tiang kayu/bambu setinggi $\pm$ 4 meter. Dilengkapi pula dengan dua pelampung dan pemberat yang telah disemen dengan tiang tersebut untuk menjaga posisinya tetap stabil di laut, serta menjadi penanda supaya mudah dikontrol, baik oleh ABK kapal sendiri maupun nelayan tetangga yang juga hendak meletakkan bale-bale di perairan sehingga akan mengurangi konflik penggunaan area penangkapan dan menumbuhkan rasa saling menjaga dan sepenanggungan di laut. Keberadaan bendera tanda yang mencolok dan stabil di permukaan laut bukan hanya sebagai alat navigasi visual, tetapi juga merupakan bagian integral dari keseluruhan sistem rumpung hanyut yang saling terhubung. Dalam sistem ini, tali-temali memegang peranan penting sebagai penghubung antara komponen-komponen utama, seperti bale-bale, bendera tanda, pelampung, dan pemberat. Tanpa dukungan tali utama yang kuat dan panjang yang memadai, penempatan serta pengoperasian bale-bale dalam jumlah banyak tidak akan efektif. Oleh karena itu, keterpaduan antara penanda visual dan sistem tali-temali menjadi kunci dalam menjamin kelancaran operasional di laut, sekaligus memudahkan awak kapal dalam mengelola alat tangkap secara efisien dan aman.

Tali-temali merupakan penghubung dengan komponen lainnya. Panjang tali utama sangat menentukan berapa buah bale-bale yang akan digunakan. Misalnya, 60 bale-bale berarti tali yang harus disediakan minimal 2.500 meter. Nomor talipun bervariasi sesuai dengan fungsinya, misalnya nomor 10 untuk tali utama, nomor 7 untuk tali cabang dan nomor 5 untuk anak tali. kili-kili peniti swivel berfungsi untuk memudahkan saat operasional. Dengan menggunakan pengait maka akan lebih efisien waktu dan tenaga karena tidak perlu lagi diikat secara manual pada waktu disambungkan dengan bale-bale, tetapi langsung dikaitkan dengan Kili-kili peniti swivel hal ini membuat pengoperasian alat lebih mudah. Walaupun demikian, penggunaan kili-kili peniti swivel maupun tali pengingat tergantung dengan kebiasaan nelayan

dan akan nyaman sesuai dengan kebiasaan mereka. Setelah tali-temali dan kili-kili peniti swivel berperan penting dalam menyambungkan dan menata bale-bale secara efisien maka aspek kestabilan alat di perairan menjadi perhatian berikutnya yang tak kalah penting. Dalam hal ini, pemberat memegang fungsi krusial untuk memastikan agar setiap bale-bale yang terhubung melalui sistem tali dapat tetap berada pada posisi yang diinginkan, meskipun menghadapi tantangan arus, angin, atau gangguan dari lalu lintas kapal lain. Dengan kombinasi pengaturan tali yang presisi dan pemberat yang tepat, konfigurasi bale-bale dapat terentang sempurna sesuai jarak yang diatur sehingga mempermudah proses pemantauan dan pengoperasian di lapangan.

Pemberat berfungsi untuk menjaga posisi bale-bale tetap stabil di dalam kolom air. Jarak antara bale-bale sekitar 25–35 meter, dengan bantuan pemberat, bale-bale akan tetap terentang sempurna sehingga memudahkan dalam operasional maupun menjaga dari terjangan angin badai, maupun arus permukaan ataupun dari mesin kapal yang sementara melintas pada arena pengoperasian bale-bale tersebut. Komponen bahan pendukung bale-bale tersaji pada Gambar 5.4. Penjelasan mengenai fungsi pemberat dalam menjaga kestabilan bale-bale di kolom air memberikan gambaran penting tentang bagaimana setiap komponen bekerja secara sinergis untuk memastikan keberhasilan operasi alat tangkap. Untuk memperjelas hubungan antarkomponen tersebut, Gambar 5.4 disajikan sebagai ilustrasi visual yang menunjukkan bahan-bahan pendukung utama dalam sistem bale-bale. Melalui gambar ini, pembaca dapat memahami secara lebih konkret peran masing-masing elemen—mulai dari bendera tanda hingga kili-kili peniti swivel—dalam menjaga efektivitas dan efisiensi alat tangkap. Pemahaman ini menjadi dasar yang penting sebelum melangkah ke pembahasan berikutnya mengenai struktur lengkap satu unit alat tangkap yang digunakan secara nyata di perairan target (Gambar 5.4).

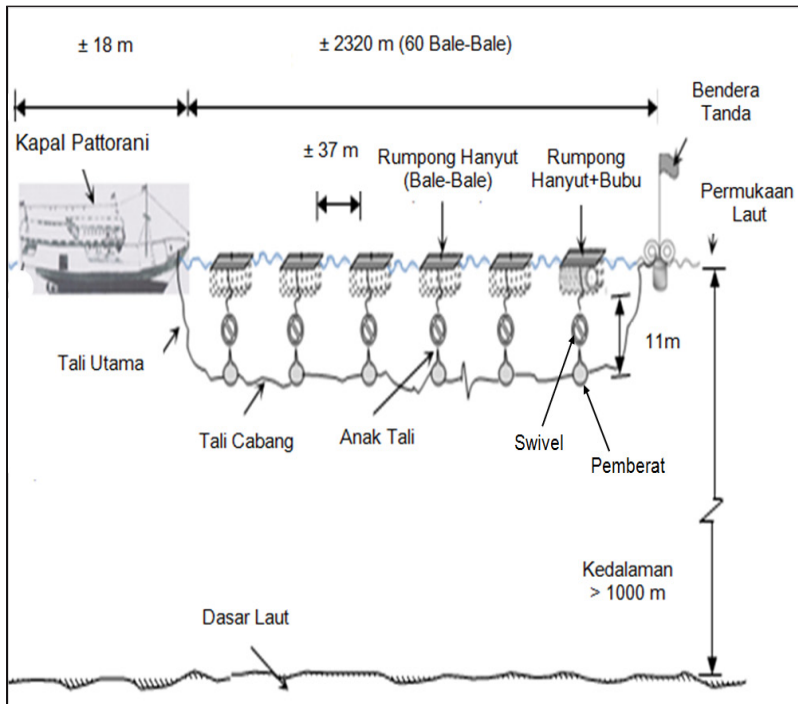


Keterangan: (a) Bendera tanda; (b) Tali-temali; (c) Pemberat; dan (d) Kili-kili peniti swivel.

Foto: Friesland Tuapetel (2022)

Gambar 5.4 Komponen Bahan Pendukung Bale-Bale

Gambar 5.4 menunjukkan komponen bahan pendukung bale-bale yang terdiri dari beberapa elemen penting. Pertama, bendera tanda (a) berfungsi sebagai penanda visual yang memudahkan identifikasi lokasi bale-bale. Kedua, tali-temali (b) digunakan untuk mengikat dan menstabilkan struktur bale-bale, serta memastikan keamanan dan kekokohan. Ketiga, pemberat (c) berfungsi untuk menjaga keseimbangan dan kestabilan bale-bale di air, serta mencegah pergeseran yang tidak diinginkan. Terakhir, kili-kili peniti swivel (d) memungkinkan rotasi bebas, mencegah tali terpelintir dan memastikan kelancaran operasi serta penanganan bale-bale. Komponen-komponen ini bekerja bersama untuk mendukung fungsi optimal bale-bale. Selanjutnya, pada Gambar 5.5 terdapat deskripsi lengkap mengenai satu unit alat tangkap yang digunakan untuk menangkap telur ikan terbang di Perairan Kepulauan Kei Maluku Tenggara dan Laut Seram.



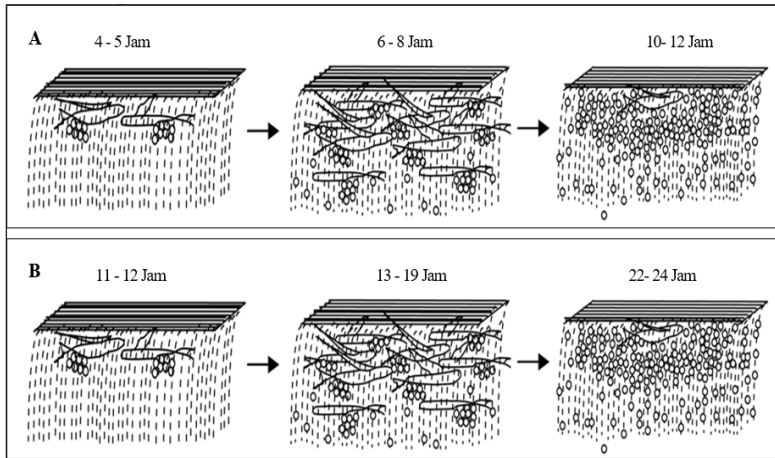
Sumber: Tuapetel et al. (2015)

Gambar 5.5 Deskripsi Alat Tangkap yang Dioperasikan Kapal Patorani

Setelah memahami fungsi masing-masing komponen pendukung bale-bale pada Gambar 5.3, penting untuk melihat bagaimana seluruh elemen tersebut dirangkai secara terpadu dalam satu kesatuan alat tangkap yang digunakan di lapangan. Gambar 5.5 memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana komponen-komponen, seperti bale-bale, tali-temali, pemberat, kili-kili peniti swivel, hingga pelampung dan pakaja disusun dan dioperasikan oleh kapal patorani. Dengan visualisasi ini, pembaca dapat memahami bahwa keberhasilan penangkapan telur ikan terbang tidak hanya bergantung pada satu bagian, tetapi pada keterpaduan dan efektivitas seluruh sistem alat tangkap yang saling mendukung dalam kondisi perairan yang dinamis. Berdasarkan Gambar 5.5, bale-bale yang dioperasikan oleh kapal

patorani mencakup beberapa komponen utama. Pertama, terdapat rumpom hanyut atau bale-bale sebagai elemen utama. Beberapa kapal juga dilengkapi dengan bubu permukaan, atau pakaja, meskipun penggunaan pakaja kini jarang. Sistem ini meliputi tali utama, tali cabang, dan anak tali, yang semuanya terhubung dengan pemberat dan kili-kili peniti menggunakan swivel. Terakhir, terdapat pelampung tanda yang berfungsi sebagai penanda di laut, memudahkan identifikasi lokasi bale-bale dan memastikan keamanan serta efisiensi operasional. Pemahaman mengenai struktur dan komponen utama alat tangkap pada Gambar 5.5 memberikan dasar yang kuat untuk menilai efektivitas operasional bale-bale di lapangan. Namun, efektivitas tersebut tidak hanya ditentukan oleh desain dan kelengkapan alat, melainkan juga oleh hasil tangkapan yang diperoleh selama operasi. Oleh karena itu, penting untuk meninjau gambaran nyata dari hasil penggunaan alat ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7. Kedua gambar tersebut menyajikan sketsa hasil tangkapan dari satu unit bale-bale, yang menggambarkan seberapa besar kontribusi masing-masing unit dalam menghasilkan telur ikan terbang serta jumlah induk ikan yang ikut terjatuh sehingga memberikan gambaran kuantitatif atas kinerja sistem bale-bale yang digunakan oleh nelayan di berbagai wilayah.

Sketsa hasil tangkapan unit bale-bale saat operasi penangkapan digambarkan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7. Satu unit rumpom hanyut dapat menghasilkan telur rata-rata 3 kg/*hauling* dengan jumlah ikan yang terjatuh di dalamnya 1–2 ekor. Tidaklah semua rumpom yang terpasang yang jumlahnya 60 buah menghasilkan. Rata-rata dari total bale-bale ini yang menghasilkan hanyalah sekitar 13–21% dari total rumpom tersebut atau sekitar 8–13 buah. Rata-rata rumpom hanyut menghasilkan telur ikan terbang terbanyak adalah pada pemasangan dalam waktu paling lama 22 jam untuk nelayan Galesong, sedangkan nelayan Buton 12 jam pemasangan.



Keterangan: (A) Nelayan Buton; (B) Nelayan Galesong.

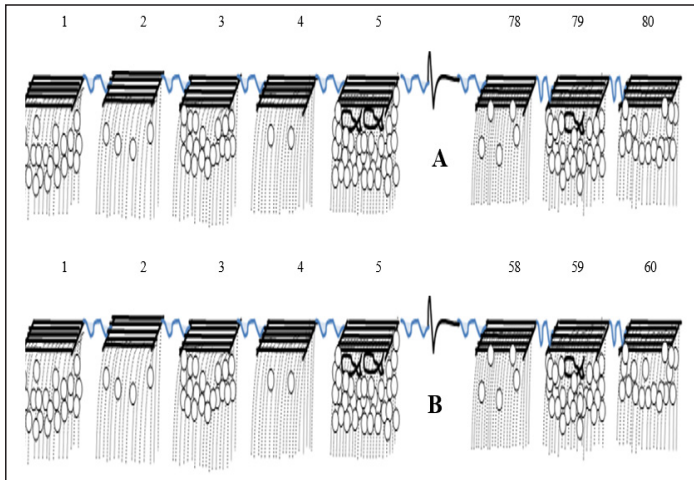
Foto: Friesland Tuapetel (2023)

Gambar 5.6 Sketsa hasil tangkapan satu unit *bale-bale* nelayan patorani berdasarkan lamanya waktu pemasangan alat.

Data hasil tangkapan yang ditampilkan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 menunjukkan variasi produktivitas berdasarkan jumlah *bale-bale* yang efektif serta lamanya waktu pemasangan di laut. Perbedaan durasi rendaman alat antara nelayan Galesong dan Buton menjadi faktor penting yang memengaruhi jumlah telur yang dikumpulkan. Untuk lebih memahami bagaimana proses ini berlangsung secara teknis di lapangan, uraian berikutnya menjelaskan tahapan operasional dari pemasangan hingga pengangkatan alat (*hauling*). Penjelasan ini penting agar pembaca memperoleh gambaran utuh mengenai praktik penggunaan *bale-bale* mulai dari awal hingga akhir operasi, termasuk pembagian tugas di atas kapal yang mendukung kelancaran kegiatan penangkapan. Alat dipasang pada pukul 06.00 pagi, selanjutnya dibiarkan hanyut mengikuti arus dengan posisi *bale-bale* di depan kapal sekaligus berfungsi sebagai jangkar gantung. Setelah dibiarkan

terendam sekitar 10 atau 22 jam maka tepat pukul 04.00 atau 05.00 subuh dilakukan pengangkatan alat (*hauling*) yang dengan pembagian tugas sebagai berikut: dua ABK bertugas menarik tali, dua lagi sebagai pemeriksa bale-bale, serta kapten kapal bertugas untuk mengarahkan kapal untuk memudahkan penarikan alat dan mempertahankan posisi kapal supaya tidak jauh dari alat tangkap.

Proses pemasangan dan pengangkatan alat tangkap yang dilakukan dengan pembagian tugas yang terstruktur mencerminkan pentingnya koordinasi antarwaki kapal dalam operasi penangkapan telur ikan terbang. Namun, keberhasilan operasi tidak hanya ditentukan oleh peran masing-masing ABK, melainkan juga oleh pengaturan waktu yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan laut. Oleh karena itu, strategi waktu operasional menjadi aspek krusial yang diperhitungkan oleh nelayan. Perbedaan kebiasaan antara nelayan torani asal Makassar dan Buton dalam menentukan durasi dan waktu pemasangan alat mencerminkan adaptasi terhadap faktor cuaca dan dinamika arus lokal, yang berpengaruh langsung terhadap efektivitas dan keamanan kegiatan penangkapan. Pengaturan waktu operasional ini sangatlah terkait dengan hasil tangkapan rumput yang diprediksi sudah ada serta untuk menghindari kencangnya ombak dan angin musim timur. Oleh sebab itu alat tangkap harus dipastikan sudah terpasang sebelum pukul 07.30 dan itu teramati pada semua nelayan torani asal Makassar. Berbeda dengan nelayan torani dari Buton, waktu operasional mereka hampir sama dengan nelayan *purse seine*, yang mana total waktu yang digunakan hanya pada waktu sore sampai keesokan paginya, dengan waktu operasional sekitar ± 12 jam.



Keterangan: Patorani Buton (A); Galesong Makassar (B)

Foto: Friesland Tuapetel (2023)

Gambar 5.7 Sketsa hasil tangkapan telur dan ikan terbang per *bale-bale* saat operasi penangkapan.

Perbedaan strategi waktu operasional antara nelayan torani asal Makassar dan Buton tidak hanya mencerminkan adaptasi terhadap kondisi lingkungan, tetapi juga memengaruhi hasil tangkapan yang diperoleh dari setiap unit *bale-bale*. Variasi dalam durasi rendaman alat serta waktu pemasangan memberikan dampak terhadap efektivitas penangkapan, sebagaimana tergambar pada Gambar 5.7. Hasil tangkapan ini menunjukkan bahwa tidak semua *bale-bale* memberikan hasil yang optimal, tetapi ketika jumlah telur yang ditemukan cukup banyak, sering kali diikuti dengan tertangkapnya induk ikan terbang yang telah memijah. Hal ini memberikan indikasi biologis penting mengenai siklus hidup ikan terbang dan mendukung temuan ilmiah sebelumnya terkait fenomena kematian pasca pemijahan (*post spawning mortality*). Berdasarkan hasil tangkapan dari setiap *bale-bale* secara keseluruhan, terdapat perbedaan jumlah *bale-bale* yang dioperasikan

oleh nelayan (Gambar 5.7). Tidak semua bale-bale menghasilkan tangkapan yang signifikan. Jika ditemukan bahwa satu bale-bale memiliki jumlah telur yang melimpah, kemungkinan besar terdapat ikan terbang yang terjebak di dalamnya, yang diperkirakan merupakan induknya, dan sudah mati karena terperangkap oleh telur-telurnya sendiri. Fenomena ini konsisten dengan pandangan yang dinyatakan oleh Khokiattiwong et al. (2000), yang menyatakan bahwa ikan terbang mengalami kematian setelah memijah (*post spawning mortality*) dan memiliki masa hidup yang pendek sekitar dua tahun.

Fenomena tertangkapnya induk ikan terbang dalam bale-bale yang kaya akan telur tidak hanya menjadi indikator keberhasilan alat tangkap, tetapi juga membuka pemahaman baru mengenai aspek biologis ikan terbang, khususnya terkait perilaku dan siklus hidupnya setelah pemijahan. Temuan ini menjadi dasar penting untuk mengkaji lebih lanjut dampak ekologis dari metode penangkapan menggunakan bale-bale. Oleh karena itu, penting untuk meninjau hasil-hasil penelitian sebelumnya yang mendukung adanya *post spawning mortality* dan masa hidup pendek pada ikan terbang. Dukungan literatur ini memperkuat bahwa praktik penangkapan dengan bale-bale tidak sekadar memanen telur dan indukan, tetapi juga berpotensi memengaruhi dinamika populasi dan keseimbangan ekosistem secara lebih luas. Beberapa penelitian sebelumnya mendukung klaim ini, seperti studi oleh Campana et al. (1993), Yoneyama (2001), Ichimaru et al. (2006), dan Chang et al. (2012). Observasi hasil tangkapan bale-bale menunjukkan adanya dampak signifikan pada siklus hidup dan populasi ikan terbang. Penelitian-penelitian tersebut memperkuat temuan bahwa metode penangkapan ini memengaruhi jumlah dan distribusi ikan terbang di perairan. Dengan demikian, hasil tangkapan bale-bale bukan hanya berdampak pada jumlah ikan yang ditangkap, tetapi juga berimplikasi pada keseimbangan ekosistem laut dan keberlanjutan populasi ikan terbang di masa depan.



Keterangan: (a) Induk ikan terbang yang terperangkap dalam telurnya sendiri; (b) Nelayan membersihkan telur dari rumbai daun kelapa.

Foto: Friesland Tuapetel (2022)

Gambar 5.8 Pemanfaatan telur ikan terbang dengan menggunakan rumbai daun kelapa.

Implikasi ekologis dari penangkapan ikan terbang menggunakan bale-bale semakin terlihat jelas ketika dikaitkan dengan mekanisme terperangkapnya induk ikan dalam kumpulan telur yang mereka hasilkan. Fenomena ini tidak hanya tercatat dalam literatur, tetapi juga dapat diamati secara langsung di lapangan, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 5.8. Visualisasi tersebut memberikan bukti nyata bahwa struktur bale-bale dan cara telur menempel pada rumbai daun kelapa dapat menciptakan jebakan alami bagi induk ikan. Hal ini memperkuat pemahaman bahwa metode penangkapan ini, meskipun efektif dalam mengumpulkan telur, memiliki dampak langsung terhadap kelangsungan hidup induk ikan. Selain itu, proses pengumpulan telur yang dilakukan secara manual juga menunjukkan bagaimana nelayan berinteraksi dengan alat tangkap secara hati-hati untuk memaksimalkan hasil tanpa merusak telur yang telah terkumpul. Gambar 5.8 (a) menggambarkan bagaimana serat-serat telur ikan terbang dapat menyerupai sarang laba-laba, yang menyebabkan induk ikan terjebak setelah bertelur dan kesulitan untuk melepaskan diri dari bale-bale yang berfungsi sebagai perangkap telur ikan terbang. Dengan demikian, gambar tersebut mengilustrasikan bagaimana fenomena ini dapat terjadi dan mengapa ikan terbang cenderung terjebak dalam bale-bale setelah melakukan pemijahan. Kemudian Gambar 5.8 (b)

menjelaskan bagaimana proses melepaskan telur ikan terbang dari rumbai daun kelapa, yakni dengan menggaruk pelan-pelan dengan jari seperti sementara menyisir rambut, hanya dengan menggunakan tangan yang telah dilengkapi dengan pelindung tangan.

D. Bale-bale Tunggal, Campuran, dan Ganda

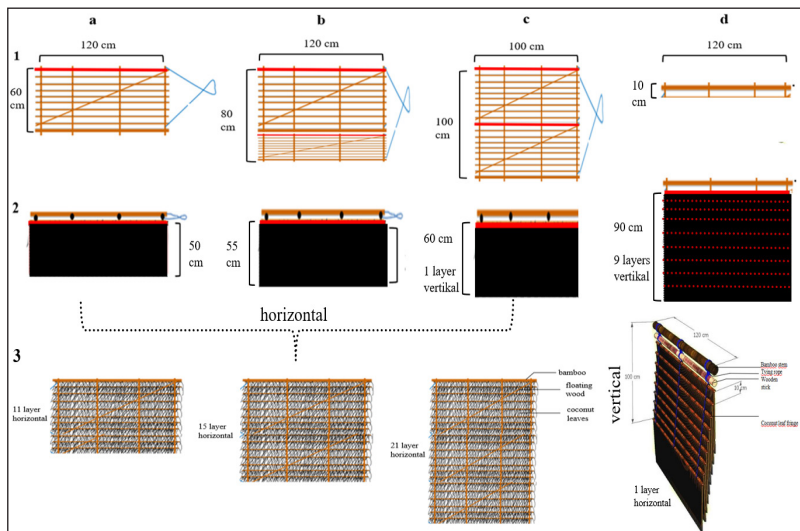
Hasil studi yang dilakukan oleh Retraubun et al. (2024) di perairan Kepulauan Aru, Dobo Maluku Tenggara, menyajikan uji coba yang melibatkan berbagai desain bale-bale untuk penangkapan telur ikan terbang. Desain yang diuji mencakup bale-bale tunggal vertikal, horizontal, campuran, dan ganda. Penelitian ini menyoroti bahwa penggunaan bale-bale tunggal vertikal lebih efektif dan ramah lingkungan dalam menangkap telur ikan terbang. Hasil tangkapannya menunjukkan rata-rata sebesar 2,8 kg per unit telur ikan terbang. Selain itu, pendekatan ini juga melibatkan pemanfaatan bahan alami, seperti daun kelapa dan bambu, yang memiliki efisiensi dan keberlanjutan dalam prosesnya. Penelitian ini memberikan wawasan mendalam mengenai desain dan konstruksi bale-bale tunggal vertikal, horizontal, campuran, dan ganda, serta menekankan manfaat dari penggunaan desain yang lebih ramah lingkungan dan efektif dalam menjaga kelangsungan ekosistem perairan, desain secara terperinci tersaji pada Gambar 5.9.

Temuan dari studi Retraubun et al. (2024) tidak hanya memberikan informasi teknis tentang efektivitas berbagai desain bale-bale, tetapi juga membuka peluang penting untuk pengembangan kebijakan pengelolaan yang lebih berkelanjutan. Efektivitas bale-bale tunggal vertikal dalam menangkap telur ikan terbang secara ramah lingkungan menjadi dasar kuat bagi perlunya pengaturan teknis yang terstandar di lapangan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menjadi pijakan bagi perlunya standarisasi desain serta pengawasan terhadap penggunaan bale-bale oleh nelayan patorani. Dengan demikian, integrasi antara inovasi teknis dan kebijakan pengelolaan menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan sumber daya ikan terbang, khususnya di wilayah perairan Maluku yang termasuk dalam WPP 714, 715, dan 718. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pentingnya standarisasi dan pengawasan ketat

terhadap desain dan konstruksi bale-bale yang digunakan oleh nelayan patorani. Langkah ini bertujuan untuk memastikan keberlanjutan dalam pemanfaatan telur ikan terbang. Temuan tersebut memberikan kontribusi yang signifikan terhadap implementasi Rencana Pengelolaan Perikanan Ikan Terbang, khususnya dalam wilayah perairan Maluku yang mencakup WPP 714, 715, dan 718. Selain itu, pengategorian rumpon hanyut, yang dikenal sebagai bale-bale, sebagai alat tangkap perangkap, menjadi langkah penting dalam mendukung kebijakan pemerintah dalam mengendalikan pemanfaatan telur ikan terbang secara lebih terarah dan adil. Ini akan membantu pemerintah daerah maupun pusat dalam menerapkan kebijakan yang lebih efektif sesuai konteks lapangan.

Pentingnya standarisasi dan pengawasan terhadap desain bale-bale sebagaimana diuraikan sebelumnya menjadi semakin relevan ketika melihat keragaman bentuk dan fungsi dari bale-bale yang digunakan oleh nelayan patorani. Variasi desain ini menunjukkan adanya adaptasi teknis yang berkembang secara organik di kalangan nelayan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan. Oleh karena itu, Gambar 5.8 menjadi penjelasan visual yang memperkaya pemahaman tentang bentuk-bentuk bale-bale yang beragam, mulai dari desain horizontal sederhana hingga inovasi vertikal yang lebih efisien. Keanekaragaman ini menegaskan perlunya pendekatan pengelolaan yang fleksibel tetapi tetap dalam koridor aturan yang terstandarisasi, agar pemanfaatan telur ikan terbang tetap berjalan secara berkelanjutan tanpa mengorbankan kenyamanan dan keselamatan nelayan. Berdasarkan Gambar 5.9, kita dapat melihat bahwa nelayan patorani menggunakan berbagai jenis desain bale-bale, yang merupakan tempat peristirahatan atau tempat beristirahat di atas perahu. Desain bale-bale ini terbagi menjadi tiga jenis utama, yaitu bale-bale tunggal horizontal, campuran, dan ganda. Bale-bale tunggal horizontal adalah desain sederhana yang terdiri dari satu platform datar di atas perahu, sedangkan bale-bale campuran adalah kombinasi dari bale-bale tunggal horizontal dengan beberapa elemen tambahan, seperti “sandaran kursi” atau dinding kecil untuk meningkatkan kenyamanan atau keamanan. Selanjutnya, bale-bale ganda adalah desain yang memiliki dua platform datar yang terpisah di atas perahu, biasanya disusun secara vertikal untuk memberikan ruang

lebih banyak. Di sisi lain, terdapat juga inovasi dalam bentuk bale-bale vertikal tunggal yang merupakan pengembangan dari desain bale-bale tunggal horizontal. Desain ini dirancang dan diuji coba oleh Retaubun et al. pada tahun 2024. Bale-bale vertikal tunggal menawarkan alternatif yang lebih efisien dalam penggunaan ruang di atas kapal patorani dengan memanfaatkan dimensi vertikal secara optimal. Dengan demikian, melalui berbagai jenis desain bale-bale ini, nelayan patorani dapat memilih opsi yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka, baik dari segi ruang, kenyamanan, maupun keamanan.



Keterangan: (a) Horizontal tunggal; (b) Campuran; (c) Ganda; dan (d) Vertikal tunggal (pengembangan bale-bale). Selanjutnya (1) Bingkai bale-bale, Tampilan atas terbuat dari bambu; (2) Lapisan platform, Tampilan samping terbuat dari daun kelapa; (3) Tampilan tiga dimensi dari bale-bale.

Sumber: Retaubun et al. (2024)

Gambar 5.9 Beragam Desain Bale-Bale

Keragaman desain bale-bale yang digunakan oleh nelayan patorani tidak hanya mencerminkan kebutuhan akan kenyamanan dan efisiensi ruang di atas kapal, tetapi juga menunjukkan adanya inovasi yang terus berkembang untuk menyesuaikan dengan kondisi operasional di

laut. Untuk melengkapi pemahaman mengenai perbedaan jenis desain tersebut, penting juga untuk meninjau lebih dalam struktur fisik dari masing-masing bale-bale. Oleh karena itu, Gambar 5.9 menyajikan penjelasan visual mengenai konstruksi teknis bale-bale, mulai dari bingkai utama, lapisan platform, hingga tampilan tiga dimensinya. Visualisasi ini memberikan gambaran konkret tentang bagaimana bahan-bahan alami seperti bambu dan daun kelapa dimanfaatkan, serta bagaimana tiap bagian saling berperan dalam menciptakan bale-bale yang efektif, stabil, dan ramah lingkungan dalam mendukung pemanfaatan telur ikan terbang secara berkelanjutan. Setiap variasi bale-bale memiliki ciri khas konstruksi yang membedakannya. Pertama-tama, bingkai bale-bale, yang merupakan elemen utama dari struktur tersebut, memegang peranan penting. Biasanya, bingkai ini dibuat dari bahan ringan seperti bambu atau kayu agar memiliki sifat mengapung sehingga dapat mengambang di atas permukaan air dengan stabil. Selanjutnya, lapisan platform bale-bale adalah bagian yang menyediakan ruang untuk meletakkan telur ikan terbang. Lapisan ini umumnya terbuat dari daun kelapa yang telah melalui proses pengolahan selama 3–5 hari. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan daya tahan daun kelapa agar dapat bertahan lebih lama di dalam air, sambil memberikan lingkungan yang nyaman bagi telur ikan terbang untuk menetas dan berkembang biak. Selain itu, tampilan tiga dimensi dari bale-bale memberikan gambaran menyeluruh tentang struktur dan penempatan komponen-komponennya. Visualisasi ini membantu untuk memahami secara lebih baik bagaimana bale-bale tersebut dirancang dan ditempatkan di perairan. Dengan melihat tampilan ini, dapat dipahami dengan jelas bagaimana elemen-elemen bale-bale tersusun dan berinteraksi satu sama lain dalam lingkungan perairan sehingga informasi ini dapat menjadi panduan yang berguna bagi para nelayan dalam memahami dan mengoptimalkan penggunaan bale-bale dalam aktivitas mereka di laut.

Pengembangan desain model bale-bale vertikal tunggal sangat disarankan untuk dikembangkan dengan uji coba lapisan platform yang beragam. Tidak hanya daun kelapa saja, tetapi bisa menggunakan rumbai sintesis menyerupai daun kelapa dari bahan yang mudah terurai di alam. Dengan pengembangan inovasi ini ke depan, selain

penghematan pemanfaatan daun kelapa dan bambu, juga tetap menjaga habitat pesisir karena bahannya mudah terurai dan ramah lingkungan.

E. Lokasi Penangkapan di perairan Maluku

Saat ini, hampir seluruh perairan di Provinsi Maluku telah menjadi daerah penangkapan telur ikan terbang oleh nelayan patorani. Daerah yang paling banyak digunakan dan populer sebagai lokasi penangkapan adalah perairan di sekitar Laut Seram dan Laut Arafura. Dominasi nelayan patorani di berbagai wilayah perairan Maluku tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan melalui proses eksplorasi dan adaptasi yang panjang terhadap wilayah penangkapan yang baru. Penemuan lokasi *fishing ground* di Laut Seram oleh Daeng Ngerang menjadi tonggak awal ekspansi nelayan patorani ke wilayah timur Indonesia, khususnya Maluku. Keberhasilan awal ini kemudian mendorong kedatangan armada-armada andon lainnya, yang pada akhirnya menjadikan Laut Seram dan Laut Arafura sebagai pusat aktivitas penangkapan telur ikan terbang di Provinsi Maluku.

Pada tahun 2001, Daeng Ngerang, seorang nelayan patorani dari Galesong, Takalar, Sulawesi Selatan, pertama kali menemukan lokasi *fishing ground* di perairan Laut Seram (Tuapetel et al., 2015a). Lokasi ini terletak di perbatasan antara perairan Fak-Fak, Papua Barat, dan Laut Seram, sebelah timur Perairan Kepulauan Maluku. Pada tahun-tahun berikutnya, dari 2002 hingga 2007, banyak kapal andon dari Sulawesi Selatan yang tiba untuk menangkap telur ikan terbang di lokasi tersebut yang disambut hangat oleh pemerintah setempat. Puncak aktivitas penangkapan telur ikan terbang oleh nelayan patorani terjadi di lokasi ini, ditandai dengan eksploitasi hampir 1000 kapal penangkap pada suatu waktu (Suwarso et al., 2008).

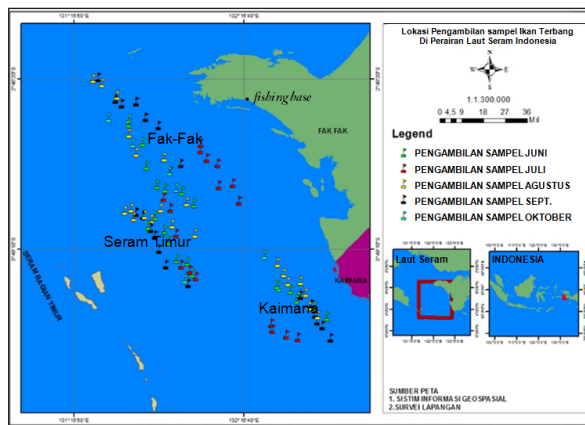
Keberhasilan penemuan lokasi *fishing ground* di Laut Seram mendorong terjadinya lonjakan aktivitas penangkapan oleh kapal-kapal andon, yang memanfaatkan potensi sumber daya secara intensif selama beberapa tahun. Namun, tingginya intensitas penangkapan dalam jangka waktu yang relatif singkat diduga memberikan tekanan besar terhadap populasi ikan terbang di wilayah tersebut. Akibatnya, nelayan patorani mulai menghadapi penurunan hasil tangkapan

sehingga diperlukan penyesuaian strategi eksploitasi untuk menjaga kesinambungan usaha penangkapan dan menghindari kerugian ekonomi yang lebih besar. Pada tahun 2008, meskipun jumlah upaya penangkapan di perairan Seram meningkat menjadi lebih dari 1000 kapal, produksi telur ikan terbang di Laut Seram tidak lagi sebanyak pada tahun-tahun sebelumnya. Kemungkinan besar, telah mencapai titik maksimal pemanfaatan sumber daya. Oleh karena itu, strategi eksploitasi yang dilakukan oleh kapal andon adalah dengan mengubah lokasi dan menyebar untuk mencari *fishing ground* baru, dimulai dari lintang enam hingga lintang sembilan. Hal ini dicatat oleh Tuapetel dan rekan pada tahun 2015. Strategi ini bertujuan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi sumber daya dan meningkatkan peluang penangkapan.

Perpindahan lokasi penangkapan ini kemudian diikuti oleh pemetaan wilayah-wilayah baru yang dianggap potensial berdasarkan pengalaman dan pengamatan langsung para nelayan. Informasi dari nelayan Galesong dan Takalar menjadi sumber penting dalam mengidentifikasi *fishing ground* alternatif yang tersebar di lintang selatan perairan Maluku. Dengan menysar wilayah-wilayah baru yang sebelumnya belum banyak dijangkau, nelayan patorani berupaya menjaga kesinambungan hasil tangkapan mereka, sekaligus merespons tekanan sumber daya yang mulai dirasakan di Laut Seram. Hasil wawancara dengan nelayan yang menangkap telur ikan terbang dari Galesong dan Takalar, Sulawesi Selatan, memberikan informasi mengenai daerah penangkapan berdasarkan lintang geografis. Daerah penangkapan tersebut terbagi pada lintang enam (06 derajat LS) terletak perairan Dobo, pada lintang tujuh (07 derajat LS) terdapat perairan Tanimbar Kei, pada lintang delapan (08 derajat) terdapat perairan Saumlaki, dan pada lintang sembilan (09 derajat) terdapat perairan di sepanjang perbatasan dengan Australia. Semua daerah ini terletak di wilayah perairan Maluku bagian selatan, khususnya perairan Laut Arafura.

Informasi dari nelayan Galesong dan Takalar tidak hanya memperluas pemahaman mengenai persebaran wilayah penangkapan di lintang selatan, tetapi juga melengkapi data spasial mengenai sebaran

fishing ground yang telah lebih dahulu dikenal di kawasan Laut Seram. Dalam konteks ini, pemetaan lokasi penangkapan menjadi penting untuk mengidentifikasi dinamika pergeseran wilayah eksploitasi dari waktu ke waktu. Gambar 5.9 kemudian memperjelas secara visual bagaimana lokasi-lokasi utama, seperti Kaimana, Fakfak, dan Seram Timur menjadi pusat kegiatan penangkapan sebelumnya, sekaligus menjadi dasar pembandingan terhadap ekspansi wilayah tangkap menuju perairan selatan Maluku dan Laut Arafura. Gambar 5.10 adalah sebuah ilustrasi yang memperlihatkan lokasi *fishing ground* penangkapan telur ikan terbang di perairan Laut Seram. Lokasi ini berpusat di sekitar perairan Kaimana, Fakfak, dan Seram Timur. Berdasarkan gambar ini, memberikan informasi visual tentang area-area di perairan Laut Seram yang menjadi fokus utama untuk penangkapan telur ikan terbang. Penyebutan lokasi, seperti Kaimana, Fakfak, dan Seram Timur membantu dalam memahami wilayah-wilayah yang menjadi pusat aktivitas penangkapan. Penjelasan ini secara mudah dipahami karena menggambarkan secara jelas di mana lokasi *fishing ground* tersebut berada. Dengan demikian, gambar ini memberikan panduan visual bagi para pelaut atau peneliti yang tertarik dengan aktivitas penangkapan telur ikan terbang di perairan Laut Seram.



Sumber: Tuapetel (2015)

Gambar 5.10 Lokasi *fishing ground* penangkapan telur ikan terbang di perairan Laut Seram.

Setelah memahami sebaran lokasi utama penangkapan di kawasan Laut Seram melalui ilustrasi pada Gambar 5.10, perhatian juga perlu diarahkan ke wilayah lain yang turut berkembang sebagai daerah tangkapan strategis, salah satunya adalah Perairan Kepulauan Kei. Pergerakan kapal dari berbagai daerah, khususnya dari luar Maluku, menunjukkan adanya pergeseran atau perluasan wilayah eksploitasi telur ikan terbang ke arah selatan. Hal ini mencerminkan dinamika spasial penangkapan yang tidak hanya terpusat di satu kawasan, tetapi juga merespons ketersediaan sumber daya dan peluang ekonomi di wilayah perairan sekitarnya. Perairan Kepulauan Kei, yang terletak di bagian selatan jazirah kepala burung Papua, berbatasan dengan Kepulauan Aru di sebelah barat dan Kepulauan Tanimbar di timur laut (Saraswati et al., 2019). Pada periode antara bulan Maret hingga September, tercatat masuknya kapal penangkap ke Perairan Kepulauan Kei. Kapal-kapal ini umumnya bertujuan untuk menangkap telur ikan terbang, yang kemudian akan dibawa ke luar wilayah Maluku, terutama ke Sulawesi Selatan.

Kehadiran kapal penangkap yang rutin masuk ke Perairan Kepulauan Kei setiap musim penangkapan menunjukkan bahwa wilayah ini telah menjadi bagian penting dari jaringan *fishing ground* ikan terbang di Maluku. Fenomena ini bukanlah sesuatu yang terjadi secara tiba-tiba, melainkan berakar dari proses awal eksplorasi oleh nelayan patorani. Penemuan lokasi penangkapan oleh Daeng Pasak pada tahun 2004 menjadi titik awal berkembangnya aktivitas penangkapan di kawasan ini. Sejak saat itu, wilayah selatan Kepulauan Kei secara bertahap berkembang menjadi salah satu pusat penangkapan telur ikan terbang, meskipun pencatatan resmi produksi baru dimulai beberapa tahun kemudian. Daerah penangkapan ikan terbang di Kepulauan Kei, Maluku Tenggara pertama kali ditemukan oleh Daeng Pasak dari Makassar pada tahun 2004 dengan nama kapal Cahaya Rachmat (wawancara pribadi dengan nelayan patorani), selanjutnya pada tahun-tahun berikutnya mulai berdatangan nelayan patorani lainnya. Selama tahun-tahun tersebut produksi ikan maupun telur ikan terbang tidak pernah dilaporkan dan baru tercatat jumlah produksinya sejak tahun 2011 (wawancara dengan pegawai DKP Kab, Maluku Tenggara). Upaya penangkapan nelayan ini sangatlah terkait dengan jumlah

kapal dan alat tangkap yang digunakan, tetapi sayangnya informasi mendasar tentang tingkat pemanfaatan berdasarkan perkembangan jumlah kapal dan kapasitas alat tangkap yang digunakan di perairan ini belum diketahui. Daerah penangkapan (*fishing ground*) meliputi wilayah Selatan Perairan Kepulauan Kei Maluku Tenggara, dengan tiga pangkalan pendaratan ikan (*fishing base*), yakni Ohoi Langgiar Fer, Ur Pulau, dan Tanimbar Kei.

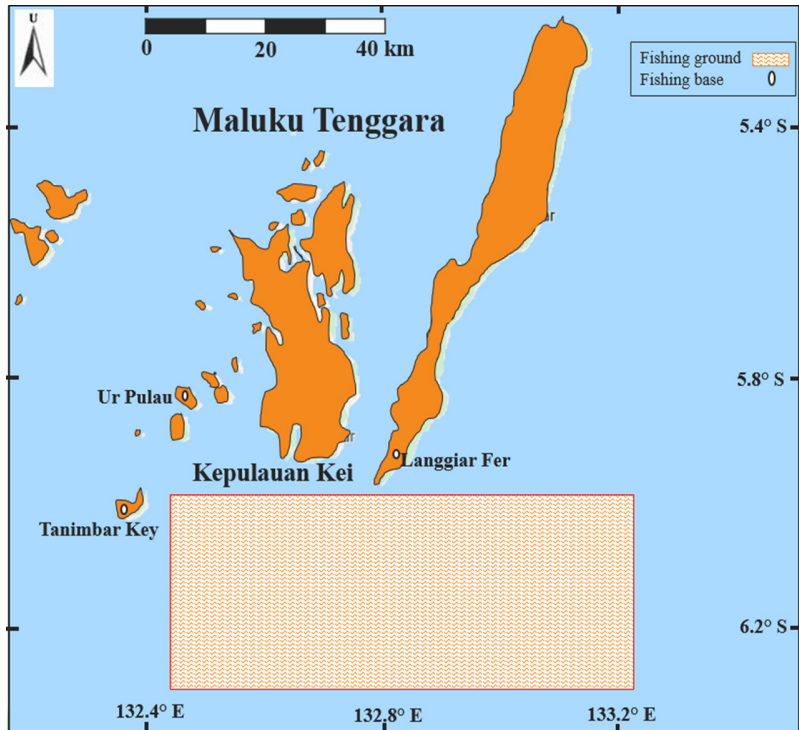


Foto: Friesland Tuapetel (2022)

Gambar 5.11 *Fishing ground* dan *fishing base* pemanfaatan sumber daya ikan terbang di Perairan Kepulauan Kei, Maluku Tenggara.

Seiring meningkatnya aktivitas penangkapan dan kedatangan nelayan patorani dari berbagai daerah, tekanan terhadap sumber daya telur ikan terbang di wilayah selatan Kepulauan Kei pun semakin

besar. Kurangnya data historis mengenai jumlah kapal dan alat tangkap yang digunakan membuat evaluasi pemanfaatan sulit dilakukan secara menyeluruh. Namun, dinamika spasial penangkapan yang terekam dalam Gambar 5.11 mulai memberikan gambaran awal tentang dampak intensifikasi tersebut. Pergeseran lokasi *fishing ground* ke arah perairan yang lebih jauh dari pesisir setelah tahun 2012 mencerminkan adanya respons terhadap tekanan pemanfaatan yang berlebihan di wilayah dekat pantai, sekaligus mengindikasikan pentingnya pengelolaan perikanan yang lebih adaptif dan berbasis data. Berdasarkan Gambar 5.11, terlihat bahwa daerah penangkapan telur ikan terbang awalnya berpusat di sekitar pesisir Tanimbar Kei ke arah timur. Namun, setelah tahun 2012, terjadi pergeseran daerah pemanfaatan telur ikan terbang yang lebih jauh dari pesisir Kepulauan Kei. Fenomena ini menunjukkan adanya indikasi *overfishing*, yang mungkin disebabkan oleh peningkatan jumlah kapal yang terus bertambah. Selain itu, belum terdapat upaya konkret terkait pengendalian atau pembatasan jumlah produksi telur ikan terbang yang diizinkan untuk dimanfaatkan oleh nelayan patorani. Pergeseran ini menandai perlunya tindakan pengelolaan yang lebih efektif dalam mengatur aktivitas penangkapan telur ikan terbang, demi menjaga keberlanjutan sumber daya dan memastikan bahwa penangkapan dilakukan secara bertanggung jawab tanpa merusak ekosistem laut.

F. Musim Penangkapan Telur Ikan Terbang

Musim penangkapan telur ikan terbang di perairan Maluku berlangsung pada musim timur, yaitu dari bulan Mei hingga Agustus setiap tahunnya. Periode ini menjadi momen penting bagi aktivitas nelayan patorani yang memanfaatkan telur ikan terbang sebagai komoditas bernilai ekonomis tinggi. Musim tersebut bertepatan dengan waktu di mana sebagian besar nelayan lokal di Maluku menghentikan aktivitas melaut karena ombak tinggi dan cuaca ekstrem. Namun, bagi nelayan patorani, kondisi ini justru menciptakan peluang untuk memanfaatkan sumber daya ikan terbang secara intensif, terutama untuk mengeksploitasi telurnya. Kesesuaian antara musim penangkapan dan puncak aktivitas reproduksi ikan terbang menjadi faktor penentu keberhasilan

eksploitasi telur oleh nelayan patorani. Kondisi musim timur yang ditandai dengan gelombang tinggi dan arus laut yang kuat ternyata bukan hanya memberikan peluang secara teknis bagi nelayan, tetapi juga secara ekologis mendukung proses pemijahan alami ikan terbang. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika bulan Mei hingga Agustus menjadi periode krusial, karena pada saat inilah telur-telur ikan, seperti *Cheilopogon abei* dan *Hirundichthys oxycephalus* tersedia melimpah di alam dan siap untuk dimanfaatkan.

Pada bulan-bulan tersebut, diduga kuat bahwa ikan terbang khususnya spesies, seperti *Cheilopogon abei*, berada dalam puncak musim pemijahan. Penelitian oleh Tuapetel (2021a) mengungkapkan bahwa puncak pemijahan ikan terbang terjadi pada bulan Juni hingga Juli. Sama halnya dengan *Hirundichthys ohycephalus* yang dilaporkan oleh Tuapetel et al. (2017). Fenomena ini dipengaruhi oleh kondisi perairan yang mendukung, seperti arus kuat dan ombak tinggi, yang memungkinkan induk ikan terbang melepaskan telurnya secara alami di perairan. Kondisi tersebut menjadi faktor kunci dalam siklus reproduksi ikan terbang, sekaligus menentukan ketersediaan telur untuk dieksploitasi oleh nelayan. Ketersediaan telur yang melimpah selama puncak musim pemijahan memang memberikan keuntungan ekonomis bagi nelayan, tetapi di sisi lain juga menyimpan potensi risiko terhadap kelangsungan stok ikan terbang di masa depan. Intensitas penangkapan yang tinggi pada saat reproduksi berlangsung dapat mengganggu siklus regenerasi alami, terutama jika tidak diimbangi dengan upaya pengelolaan yang tepat. Oleh karena itu, meskipun kondisi perairan mendukung dan aktivitas pemijahan mencapai puncaknya, perlu dipertimbangkan strategi pengelolaan yang mampu menyeimbangkan antara kebutuhan ekonomi dan konservasi sumber daya. Oleh karena itu, penting untuk melihat fenomena puncak pemijahan ini tidak hanya sebagai peluang ekonomi semata, tetapi juga sebagai momen krusial dalam upaya konservasi. Ketika aktivitas penangkapan berlangsung beriringan dengan fase reproduksi, terdapat potensi besar terjadinya tekanan berlebih terhadap populasi induk maupun telur yang belum menetas. Jika hal ini dibiarkan tanpa regulasi yang memadai maka dalam jangka panjang dapat mengakibatkan penurunan stok yang signifikan. Di sinilah urgensi penerapan kebijakan pengelolaan yang

berbasis pada data reproduksi menjadi sangat relevan, sebagai landasan dalam menetapkan batasan pemanfaatan selama periode kritis tersebut.

Meski demikian, eksploitasi sumber daya ikan terbang pada musim pemijahan ini perlu mendapatkan perhatian serius. Sebagai sumber daya hayati, keberlanjutan populasi ikan terbang sangat bergantung pada pengelolaan yang bijaksana. Tuapetel (2021a) merekomendasikan agar penangkapan pada puncak musim pemijahan sebaiknya diminimalkan atau bahkan dihentikan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa stok ikan terbang tetap tersedia secara berkelanjutan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pengelolaan perikanan berkelanjutan yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestarian sumber daya.

Rekomendasi untuk membatasi atau menghentikan penangkapan pada puncak musim pemijahan menjadi sangat relevan apabila dikaitkan dengan dampak ekologis yang mungkin timbul akibat eksploitasi berlebihan. Ketika aktivitas penangkapan terus dilakukan tanpa mempertimbangkan fase kritis dalam siklus hidup ikan terbang, maka risiko penurunan stok secara signifikan tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, perhatian terhadap aspek ekologi harus diintegrasikan dalam kebijakan pengelolaan perikanan yang lebih luas, agar keberlanjutan tidak hanya menjadi slogan, tetapi benar-benar diterapkan melalui tindakan nyata di lapangan. Eksploitasi telur ikan terbang selama musim timur tidak hanya memberikan keuntungan ekonomi bagi masyarakat pesisir, tetapi juga menimbulkan tantangan ekologis. Pengelolaan sumber daya yang kurang optimal dapat mengancam keberlangsungan populasi ikan terbang. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan yang holistik, melibatkan berbagai pihak, mulai dari nelayan, peneliti, hingga pemerintah. Langkah konkret yang dapat diambil, meliputi penetapan zona konservasi, pengaturan waktu penangkapan, dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pelestarian ikan terbang. Selain itu, diperlukan kajian mendalam untuk memahami dinamika populasi ikan terbang selama musim pemijahan. Informasi tentang distribusi telur, jumlah stok, serta faktor lingkungan yang memengaruhi keberhasilan pemijahan sangat penting untuk mendukung pengelolaan yang berbasis data ilmiah. Dengan demikian,

nelayan dapat diberdayakan untuk melakukan praktik penangkapan yang ramah lingkungan dan sesuai dengan prinsip keberlanjutan. Untuk itu, keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestarian menjadi kunci utama dalam merumuskan kebijakan pengelolaan yang efektif.

Tidak cukup hanya menekankan aspek ekologis atau ekonomi secara terpisah, melainkan diperlukan pendekatan terpadu yang juga mempertimbangkan dimensi sosial dan budaya masyarakat pesisir. Dalam konteks Maluku, di mana aktivitas penangkapan telur ikan terbang telah mengakar kuat dalam tradisi lokal, strategi pengelolaan harus dirancang secara inklusif dan adaptif. Pendekatan semacam ini tidak hanya memastikan keberlanjutan stok ikan terbang, tetapi juga menjaga identitas budaya serta ketahanan sosial-ekonomi masyarakat setempat.

Musim penangkapan telur ikan terbang juga memiliki nilai budaya yang unik di Maluku. Aktivitas ini tidak hanya menjadi sumber mata pencaharian, tetapi juga bagian dari tradisi lokal yang diwariskan dari generasi ke generasi. Oleh karena itu, menjaga keberlanjutan sumber daya ikan terbang tidak hanya berdampak pada aspek ekonomi dan ekologi, tetapi juga pada pelestarian budaya masyarakat pesisir. Secara keseluruhan, musim penangkapan telur ikan terbang di Maluku merupakan fenomena yang kompleks, melibatkan interaksi antara faktor lingkungan, sosial, ekonomi, dan budaya. Dengan pengelolaan yang tepat, sumber daya ini dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengorbankan keberlanjutannya. Langkah-langkah strategis yang mengintegrasikan aspek ilmiah dan kearifan lokal perlu terus dikembangkan untuk menjamin bahwa ikan terbang tetap menjadi bagian penting dari ekosistem dan kehidupan masyarakat Maluku di masa depan.

BAB VI

Komposisi Spesies dan Tingkat Pemanfaatan Ikan Terbang

Bab V telah membahas secara rinci mengenai teknologi penangkapan ikan terbang, termasuk cara kerja rumpon hanyut atau bale-bale serta variasi penggunaannya dalam bentuk tunggal, campuran, dan ganda. Selain itu, pembahasan juga mencakup lokasi *fishing ground* dan pola musim penangkapan. Pemahaman terhadap aspek teknis operasional ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai intensitas, metode eksploitasi, serta dinamika pemanfaatan sumber daya di lapangan. Bab VI selanjutnya akan menyoroti status pemanfaatan dan struktur komunitas sumber daya ikan terbang di perairan Maluku. Pembahasan dimulai dari tingkat pemanfaatan sumber daya, dilanjutkan dengan identifikasi kekayaan jenis dan dominansi spesies dalam hasil tangkapan, serta pola produksi yang tercermin dari aktivitas penangkapan. Bagian ini bertujuan untuk menilai kondisi stok secara kuantitatif dan kualitatif, yang sangat penting dalam menyusun strategi pengelolaan berkelanjutan berdasarkan prinsip kehati-hatian.

A. Komposisi Spesies

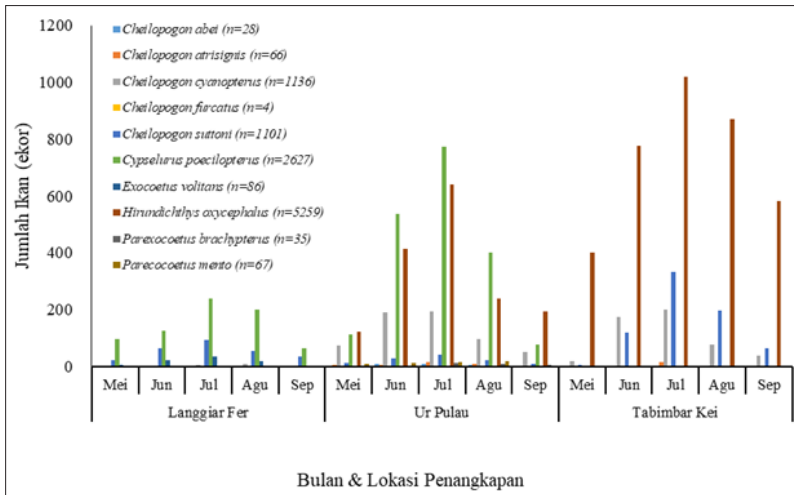
Penyebaran ikan terbang di perairan Maluku Tenggara dapat dianalisis berdasarkan lokasi pengambilan sampel. Sebanyak 10.71% dari total 10.409 ekor ikan terbang yang dikoleksi berasal dari Perairan Langgiar Fer, sementara 42.15% diperoleh dari Ur Pulau, dan 47.14% diambil dari Tanimbar Kei (perincian tercantum di Tabel 6.1). Dari data ini, terlihat bahwa mayoritas ikan terbang dikumpulkan dari Perairan Tanimbar Kei, diikuti oleh Ur Pulau dan Perairan Langgiar Fer secara berurutan. Analisis ini memberikan pemahaman yang jelas tentang sebaran spesies ikan terbang di wilayah tersebut. Ohoi ialah sebutan bagi desa atau negeri di Maluku Tenggara, pada Tabel 6.1 diinformasikan bahwa terdapat sepuluh jenis ikan terbang yang tertangkap pada tiga perairan Ohoi dengan jumlah yang beragam. Sementara Gambar 6.1 menguraikan lebih detail terkait jenis dan jumlah ikan terbang berdasarkan waktu penangkapan yang berbeda. Distribusi jumlah dan jenis ikan terbang berdasarkan lokasi tangkapan sebagaimana tersaji dalam Tabel 6.1 memberikan gambaran awal mengenai penyebaran spasial sumber daya ini di tiga perairan utama Ohoi di Maluku Tenggara. Temuan ini kemudian diperkuat dan diperdalam melalui visualisasi pada Gambar 6.1, yang tidak hanya mengungkap kuantitas tangkapan, tetapi juga menyajikan perbedaan komposisi spesies di tiap wilayah tangkap. Dengan membandingkan ketiga lokasi, analisis dari Gambar 6.1 menegaskan bahwa Perairan Tanimbar Kei tidak hanya mencatatkan jumlah tangkapan tertinggi, tetapi juga menunjukkan dominasi tiga spesies utama yang memiliki karakteristik ukuran berbeda-beda. Perbedaan ini membuka peluang interpretasi lebih lanjut mengenai hubungan antara struktur komunitas ikan terbang dan karakteristik lingkungan setempat, serta memberikan informasi penting untuk pengelolaan berbasis ekosistem yang mempertimbangkan dinamika biologis masing-masing spesies.

Tabel 6.1 Distribusi hasil tangkapan ikan terbang pada tiga Perairan Ohoi.

Jenis ikan	Lokasi penangkapan			Hasil tangkapan (Individu)	Persentase (%)
	Langgiar Fer	Ur Pulau	Tabimbar Kei		
<i>Cheilopogon abei</i> (Parin, 1996)	2	26	0	28	0,27
<i>Cheilopogon atrisignis</i> (Jenkins, 1903)	5	39	22	66	0,63
<i>Cheilopogon cyanopterus</i> (Valenciennes, 1847)	21	606	509	1136	10,91
<i>Cheilopogon furcatus</i> (Mitchill, 1815)	0	0	4	4	0,04
<i>Cheilopogon suttoni</i> (Whitley & Colefax, 1938)	269	113	719	1101	10,58
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (Valenciennes, 1847)	725	1902	0	2627	25,24
<i>Exocoetus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	82	2	2	86	0,83
<i>Hirundichthys oxycephalus</i> (Bleeker, 1853)	0	1608	3651	5259	50,52
<i>Parexocoetus brachypterus</i> (Richardson, 1846)	3	32	0	35	0,34
<i>Parexocoetus mento</i> (Valenciennes, 1847)	8	59	0	67	0,64
Total Hasil Tangkapan (Individu)	1115 8	4387 9	4907 6	10409 10	100
Jumlah spesies ikan terbang (Individu)					

Analisis dari Gambar 6.1 mengungkapkan perbedaan tangkapannya di berbagai lokasi di perairan yang lebih terbuka, seperti Perairan Tanimbar Kei, dibandingkan daerah lain, seperti Ur Pulau dan Langgiar Fer. Meskipun jumlah tangkapan ikan lebih tinggi di Perairan Tanimbar Kei, terdapat tiga spesies utama yang mendominasi tangkapan sepanjang periode pengamatan. Spesies-spesies tersebut adalah *Cheilopogon cyanopterus*, *Cypselurus poecilopterus*, dan *Hirundichthys*

oxycephalus. Masing-masing spesies memiliki rentang ukuran yang berbeda. *Cheilopogon cyanopterus* memiliki panjang antara 24 hingga 32 cm, *Cypselurus poecilopterus* antara 16 hingga 25 cm, dan *Hirundichthys oxycephalus* antara 22 hingga 30 cm. Hal ini menunjukkan variasi dalam ukuran tangkapan antara spesies-spesies tersebut, yang diduga mencerminkan perbedaan dalam tingkah laku, habitat, atau preferensi makanan setiap jenis ikan terbang.



Gambar 6.1 Kekayaan Jenis Ikan Terbang yang Terkoleksi (belum ada sumber)

Variasi ukuran dan dominasi spesies ikan terbang di berbagai lokasi tangkapan, seperti yang tergambar dalam Gambar 6.1, tidak hanya merefleksikan aspek biologis masing-masing jenis ikan, tetapi juga mencerminkan kompleksitas dan keragaman kondisi lingkungan perairan tempat mereka hidup. Perbedaan dalam ukuran tubuh antarspesies tersebut dapat menjadi indikator adanya pengaruh faktor ekologis, seperti kedalaman, suhu, arus laut, maupun ketersediaan pakan yang berbeda-beda di tiap wilayah tangkap. Oleh karena itu, analisis terhadap karakteristik spesies dan sebarannya perlu dilengkapi dengan pemahaman terhadap parameter-parameter lingkungan tersebut agar dapat menjelaskan secara lebih komprehensif pola distribusi dan dominasi yang terjadi. Pendekatan ini penting sebagai dasar dalam

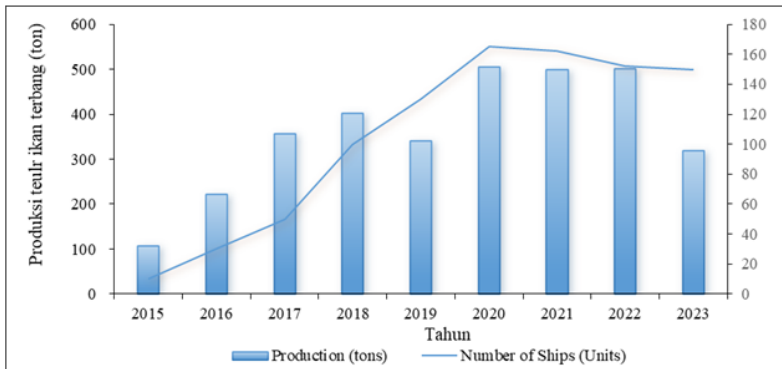
perumusan strategi pengelolaan sumber daya ikan terbang yang berbasis ekosistem dan berkelanjutan. Penemuan ini menggambarkan kompleksitas ekosistem perairan terbuka dan perbedaan dalam distribusi dan kelimpahan spesies ikan di berbagai lokasi. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor, seperti kedalaman perairan, struktur bawah laut, dan ketersediaan makanan. Mengetahui spesies-spesies dominan dan ukuran tangkapannya penting untuk memahami dinamika ekosistem laut serta merencanakan strategi pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Dengan memperhatikan informasi ini, pemantauan terus-menerus terhadap populasi ikan dan lingkungan perairan menjadi penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut dan keberlanjutan sumber daya perikanan di wilayah tersebut. Ini juga menekankan perlunya kerja sama antarberbagai pemangku kepentingan untuk mengembangkan kebijakan yang efektif dalam melestarikan ekosistem laut yang penting ini.

Temuan mengenai dominasi tiga spesies utama ikan terbang di lokasi-lokasi tertentu perlu dilihat sebagai bagian dari gambaran yang lebih luas mengenai komposisi komunitas ikan terbang di perairan Maluku Tenggara. Meskipun fokus utama tertuju pada spesies yang paling melimpah, keberadaan jenis-jenis lainnya yang tertangkap dalam jumlah sedikit juga memberikan informasi penting terkait keanekaragaman hayati dan dinamika populasi secara keseluruhan. Rendahnya jumlah tangkapan dari spesies minor ini tidak bisa diabaikan, karena bisa menjadi indikator adanya ketidakseimbangan ekosistem atau keterbatasan metode penangkapan yang digunakan. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor teknis dan ekologis yang memengaruhi kehadiran maupun ketidakhadiran spesies tertentu, sebagai dasar untuk menyusun strategi konservasi dan pengelolaan yang lebih holistik dan adaptif. Selain ketiga spesies tersebut, terdapat tujuh jenis lainnya yang juga tercatat dalam tangkapan, meskipun dalam jumlah yang sedikit atau jarang. Kemungkinan penyebab rendahnya jumlah tangkapan ini dapat disebabkan oleh perbedaan dalam penggunaan alat tangkap, siklus hidup dari masing-masing jenis ikan terbang, serta pola distribusi dan kelimpahan mereka di wilayah tersebut. Untuk memahami secara lebih mendalam fenomena ini, diperlukan kajian lanjutan melalui survei atau penelitian mendetail

untuk mengeksplorasi faktor-faktor yang memengaruhi hasil tangkapan ikan, termasuk pengaruh dari perbedaan alat tangkap, siklus hidup ikan terbang, serta pola distribusi dan kelimpahan mereka di lingkungan laut.

B. Tingkat Pemanfaatan

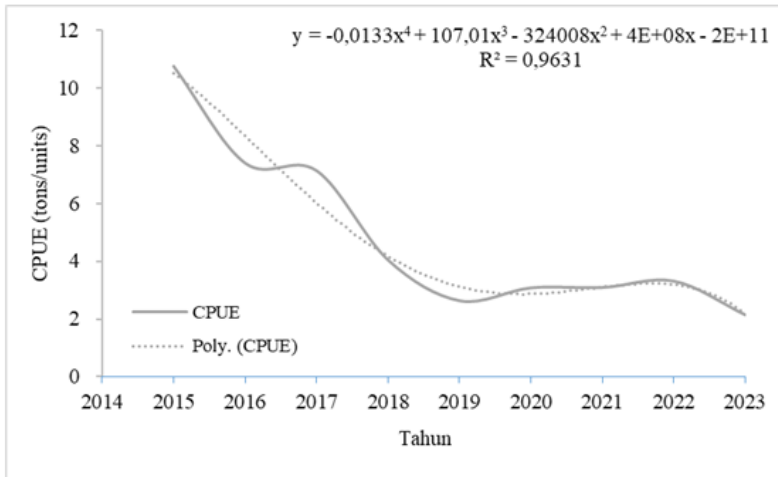
Tingkat pemanfaatan sumber daya ikan terbang terutama telur ikan, telah menjadi perhatian nelayan patorani di perairan Kepulauan Aru sejak tahun 2009. Namun, data terkait produksi dan jumlah kapal yang terlibat baru mulai dicatat sejak tahun 2015 hingga 2023. Pada awalnya, jumlah kapal milik nelayan patorani di perairan Kepulauan Aru berjumlah 10 armada, tetapi pada saat ini telah meningkat drastis menjadi sekitar 180 unit. Sebagian besar, yaitu sekitar 150 kapal, beroperasi di sepanjang pulau-pulau kecil di bagian barat Kepulauan Aru, dari Pulau Warmar hingga Taberfane. Tangkapan telur ikan terbang yang berhasil diperoleh dari setiap kapal bervariasi, berkisar antara 70 kg hingga 2.000 kg per musim penangkapan. Hal ini dipengaruhi oleh faktor-faktor, seperti keberuntungan, pengalaman berlayar awak kapal, dan variasi dalam desain bale-bale. Produksi total telur ikan terbang yang dilaporkan oleh Dinas Perikanan Kep. Aru dan jumlah kapal berdasarkan data Otoritas Pelabuhan Dobo dari tahun 2015 hingga 2023 dianalisis dan disajikan pada Gambar 6.2.



Sumber: DKP Kep. Aru dan Pelabuhan Perikanan Dobo (Data diolah)

Gambar 6.2 Hubungan antara usaha penangkapan dalam produksi telur ikan terbang dan jumlah kapal dari tahun 2015 hingga 2023.

Peningkatan jumlah armada patorani yang signifikan sejak 2009 hingga 2023 mencerminkan tingginya minat dan ketergantungan nelayan terhadap pemanfaatan telur ikan terbang sebagai sumber ekonomi utama di Kepulauan Aru. Namun, dinamika jumlah kapal dan hasil tangkapan yang tercatat dalam Gambar 6.2 mengindikasikan bahwa intensifikasi usaha penangkapan tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan produksi. Meski sempat mengalami lonjakan produksi pada tahun 2020, tren berikutnya menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara jumlah kapal dan hasil tangkapan. Hal ini mengisyaratkan adanya batas produktivitas alami serta potensi tekanan berlebih terhadap sumber daya. Oleh karena itu, analisis terhadap data tersebut menjadi penting untuk mengevaluasi efektivitas upaya modifikasi alat tangkap, termasuk penggunaan desain bale-bale ganda, dan dampaknya terhadap keberlanjutan stok telur ikan terbang di perairan ini. Gambar 6.2 menunjukkan pola penangkapan ikan terbang di Kepulauan Aru, di mana peningkatan jumlah kapal patorani yang beroperasi selama beberapa tahun terakhir berdampak pada produksi telur. Pada tahun 2020, produksi mencapai puncaknya seiring dengan peningkatan kapal. Namun, antara tahun 2021 dan 2023, terjadi penurunan jumlah kapal, meskipun produksi telur cenderung stabil pada tahun 2021–2022 sebelum turun tajam pada tahun 2023. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh penambahan unit bale-bale dan adopsi desain ganda oleh nelayan sejak tahun 2019. Nelayan berusaha meningkatkan efisiensi tangkapan dengan memodifikasi peralatan, tetapi tanpa menyadari potensi ancaman terhadap keberlanjutan sumber daya telur ikan terbang di masa depan. Selanjutnya berdasarkan Gambar 6.2, data tersebut dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh hasil kecenderungan *Catch Per Unit Effort* (CPUE) yang tersaji pada Gambar 6.3.



Sumber: DKP Kep. Aru dan Pelabuhan Perikanan Dobo (Data diolah)

Gambar 6.3 Analisis Tren Penurunan CPUE dalam Penangkapan Telur Ikan Terbang 2015–2023

Dinamika produksi telur ikan terbang yang ditunjukkan pada Gambar 6.3 memberikan indikasi awal bahwa tekanan penangkapan yang terus meningkat dapat berdampak pada hasil tangkapan per unit usaha. Untuk memperjelas kecenderungan ini, analisis dilanjutkan melalui pengukuran CPUE sebagaimana tersaji dalam Gambar 6.3. CPUE menjadi indikator penting untuk menilai efisiensi penangkapan dan kondisi sumber daya secara lebih akurat dari waktu ke waktu. Dengan melihat tren penurunan CPUE yang konsisten selama periode 2015–2023, dapat disimpulkan bahwa meskipun jumlah alat dan kapal sempat bertambah, produktivitas per unit justru menurun. Hal ini menegaskan bahwa upaya penangkapan yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang bijak berpotensi menurunkan efisiensi usaha dan mengancam keberlanjutan sumber daya ikan terbang. Analisis dari data yang terdapat dalam Gambar 6.3 menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan penurunan pada CPUE setiap tahun dalam rentang waktu yang diteliti. Penurunan ini signifikan dalam konteks hubungan yang dianalisis, dengan nilai p yang kurang dari 0.05 menurut regresi polinomial. Dari hasil analisis, didapatkan sebuah persamaan regresi

polinomial yang dapat memprediksi CPUE berdasarkan tahun penangkapan dengan tingkat keakuratan yang tinggi, ditunjukkan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.9631. Persamaan tersebut adalah $Y = -0.0133x^4 + 107.01x^3 - 324008x^2 + 4E+08x - 2E+11$, di mana Y merupakan nilai CPUE dalam ton per unit, dan X adalah tahun penangkapan. Hal ini mengindikasikan bahwa penurunan CPUE secara signifikan berkorelasi dengan waktu penangkapan, yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi polinomial yang dihasilkan. Data ini memberikan gambaran yang jelas tentang tren menurunnya efisiensi penangkapan per unit dalam rentang waktu yang diteliti.

Tren penurunan CPUE yang ditunjukkan oleh persamaan regresi polinomial pada Gambar 6.3 tidak hanya mencerminkan berkurangnya efisiensi penangkapan, tetapi juga mengarah pada indikasi awal terjadinya tekanan eksploitasi terhadap sumber daya telur ikan terbang. Penurunan ini menjadi semakin relevan ketika ditinjau bersama dinamika tahunan yang terjadi selama periode 2015 hingga 2023. Fluktuasi yang tercatat, seperti penurunan CPUE dari 2015 hingga 2016, kenaikan singkat pada 2017, hingga penurunan kembali pasca-2018, menggambarkan ketidakstabilan produktivitas dalam kaitannya dengan jumlah kapal dan kapasitas alat tangkap. Meskipun terjadi peningkatan armada dan bale-bale, hasil tangkapan per unit tetap rendah, menandakan bahwa penambahan upaya penangkapan tidak lagi sebanding dengan hasil yang diperoleh. Kondisi ini mempertegas kekhawatiran atas *overfishing* dan menjadi peringatan penting bahwa eksploitasi telur ikan terbang di Kepulauan Aru telah melampaui ambang optimalnya. Secara keseluruhan, pola penurunan CPUE terlihat jelas dari tahun 2015 hingga 2016, dengan sedikit peningkatan pada tahun 2017, kemudian terjadi penurunan lagi pada tahun 2018 hingga 2019. Peningkatan kembali terjadi pada tahun 2020 hingga 2022, tetapi diikuti dengan penurunan pada tahun 2023. Secara rinci, situasi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut: dari tahun 2015 hingga 2018, produksi telur ikan terbang melebihi jumlah kapal yang beroperasi. Namun, mulai dari tahun 2019 hingga 2023, jumlah kapal tidak dapat mengejar produksi, karena rata-rata setiap kapal hanya menghasilkan sekitar 650 kg per unit. Hal ini menunjukkan bahwa sumber daya telur ikan terbang di perairan Kepulauan Aru telah dieksploitasi secara berlebihan.

Meskipun terjadi penambahan kapal dan peningkatan kapasitas bale-bale, hasil tangkapan tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan; sebaliknya, terdapat kecenderungan penurunan produksi. Hal ini menimbulkan pertanyaan tentang keberlanjutan eksploitasi telur ikan terbang di wilayah tersebut.

Perubahan pola CPUE yang mencerminkan tekanan berlebihan terhadap sumber daya telur ikan terbang, tampaknya berkorelasi erat dengan dinamika strategi eksploitasi yang dilakukan oleh nelayan patorani. Salah satu indikator utamanya adalah peningkatan jumlah dan kapasitas alat tangkap, khususnya penggunaan bale-bale. Awalnya, pada tahun 2011, penggunaan bale-bale masih relatif terbatas, tetapi seiring waktu—khususnya sejak 2012 hingga 2018—jumlahnya meningkat drastis, sejalan dengan bertambahnya jumlah armada yang beroperasi. Peningkatan jumlah bale-bale per kapal, dari sekitar 40 unit menjadi rata-rata 50 hingga 70 unit, menunjukkan adanya dorongan untuk memaksimalkan hasil tangkapan. Namun, perlu dicermati bahwa strategi intensifikasi ini tidak selalu berbanding lurus dengan hasil, sebagaimana terlihat dari tren CPUE yang terus menurun sehingga menjadi sinyal perlunya peninjauan ulang terhadap keberlanjutan metode penangkapan yang digunakan. Strategi eksploitasi dalam penangkapan ikan ini mengalami perubahan yang signifikan dengan meningkatnya penggunaan alat tangkap yang disebut bale-bale. Pada tahun 2011, jumlah bale-bale yang digunakan masih terbatas, hanya sebanyak 40 unit. Namun, mulai dari tahun 2012 hingga 2018, seiring dengan bertambahnya jumlah nelayan patorani yang aktif, setiap kapal rata-rata membawa antara 50 hingga 70 bale-bale. Setiap bale-bale ini umumnya menggunakan sekitar 10 hingga 12 helai daun kelapa sebagai bagian dari strukturnya.

Peningkatan intensitas penggunaan bale-bale oleh nelayan patorani tidak hanya mencerminkan perubahan lokal dalam strategi penangkapan, tetapi juga merupakan bagian dari pola yang lebih luas dalam praktik perikanan di berbagai wilayah tropis. Fenomena ini menunjukkan bahwa tren intensifikasi alat tangkap bukanlah kasus terisolasi, melainkan cerminan dari dorongan global terhadap peningkatan hasil tangkapan dalam jangka pendek. Seiring dengan

bertambahnya jumlah unit bale-bale per kapal, tekanan terhadap habitat pemijahan ikan terbang pun meningkat. Pola ini sejalan dengan temuan di wilayah lain, seperti yang dilaporkan oleh Hodgson dan Walters (1996) di Perairan Grenada dan Timur Karibia, yang menunjukkan bahwa peningkatan alat tangkap sering kali diikuti oleh penurunan populasi ikan akibat tekanan berlebih. Dengan demikian, pengalaman lokal di perairan Maluku perlu dibaca dalam konteks lebih luas mengenai risiko ekologis dari eksploitasi berlebihan sehingga menjadi dasar penting dalam merumuskan strategi pengelolaan yang berkelanjutan. Fenomena serupa juga tercatat terjadi di wilayah lain, seperti Perairan Grenada dan Timur Karibia, sebagaimana yang disorot oleh Hodgson dan Walters pada tahun 1996. Kenaikan jumlah alat tangkap ini menunjukkan adanya tren eksploitasi yang meningkat, yang berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap populasi ikan di berbagai wilayah, termasuk di perairan Maluku. Perubahan ini menggambarkan pergeseran dalam strategi penangkapan ikan dari skala kecil menuju skala yang lebih besar, yang dapat memiliki implikasi besar terhadap ekosistem laut dan keberlanjutan sumber daya perikanan. Dengan peningkatan jumlah alat tangkap, kegiatan penangkapan menjadi lebih intensif, yang kemungkinan besar akan memberikan tekanan tambahan pada populasi ikan, dan akhirnya, pada keseluruhan ekosistem laut di wilayah perairan Maluku. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan implikasi jangka panjang dari perubahan ini terhadap keberlanjutan sumber daya ikan terbang dan keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan.

Tekanan eksploitasi yang terus meningkat, sebagaimana terlihat dari tren global dan lokal, memperjelas perlunya keseimbangan antara intensitas penangkapan dan keberlanjutan sumber daya. Di tengah meningkatnya penggunaan alat tangkap dan skala operasi yang semakin besar, perhatian terhadap dampak ekologis harus diimbangi dengan pemahaman akan nilai ekonomi yang dikandung oleh sumber daya tersebut. Dalam konteks ini, telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara tidak hanya menjadi indikator tekanan ekologis, tetapi juga menjadi komoditas strategis yang menopang ekonomi masyarakat pesisir. Nilai ekonominya yang tinggi, terutama selama musim penangkapan dari Mei hingga November, menuntut adanya

strategi pengelolaan yang tidak hanya mempertimbangkan aspek ekologi, tetapi juga kesejahteraan sosial dan kontribusinya terhadap pendapatan daerah. Oleh karena itu, menjaga kelestarian sumber daya ini merupakan langkah krusial demi keberlangsungan ekosistem sekaligus kesinambungan manfaat ekonomi bagi masyarakat dan pemerintah setempat. Telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara menjadi komoditas yang sangat bernilai, memberikan pemasukan yang signifikan bagi pemerintah dan masyarakat Kabupaten Maluku Tenggara. Hal ini terutama terjadi pada rentang waktu dari bulan Mei hingga November, yang merupakan periode utama penangkapan. Selama periode ini, aktivitas penangkapan mencapai puncaknya karena kondisi lingkungan yang mendukung produksi telur ikan terbang secara maksimal. Dalam ekonomi lokal, pemasukan dari penjualan telur ikan terbang memiliki dampak yang besar, memberikan kontribusi yang substansial terhadap pendapatan masyarakat dan pendapatan daerah. Keberadaan telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara menunjukkan potensi ekonomi yang besar, menjadikannya salah satu sumber daya perikanan yang sangat berharga bagi wilayah tersebut. Dengan demikian, perlindungan dan pengelolaan yang baik terhadap sumber daya ini penting untuk memastikan keberlanjutan ekonomi lokal serta kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada aktivitas penangkapan telur ikan terbang.

Peran ekonomi yang besar dari telur ikan terbang mendorong intensifikasi aktivitas penangkapan oleh nelayan, yang pada gilirannya memengaruhi dinamika waktu operasional di lapangan. Seiring meningkatnya permintaan pasar dan besarnya kontribusi terhadap pendapatan daerah, nelayan dan pemangku kepentingan melakukan berbagai penyesuaian, termasuk dalam hal waktu penangkapan. Perubahan ini tidak terlepas dari upaya untuk memaksimalkan hasil tangkapan dengan menyesuaikan musim dan kondisi lingkungan yang dianggap paling produktif. Oleh karena itu, perubahan pola waktu penangkapan yang teridentifikasi dalam wawancara dengan Dinas Kelautan dan Perikanan serta nelayan patorani mencerminkan adaptasi terhadap potensi sumber daya dan peluang ekonomi. Perluasan periode penangkapan dari waktu yang sebelumnya lebih singkat menjadi lebih panjang menunjukkan respons langsung terhadap dinamika sosial-

ekonomi dan ekologis yang terjadi di wilayah tersebut. Berdasarkan wawancara dengan pemerintah, termasuk Dinas Kelautan dan Perikanan, serta nelayan patorani, teridentifikasi adanya perubahan pola waktu penangkapan telur ikan terbang. Pada awalnya, pada tahun 2011, periode penangkapan terbatas hanya pada bulan Mei hingga Juli. Namun, mulai tahun 2012, pola tersebut mengalami pergeseran, dengan penangkapan yang dimulai dari bulan Mei hingga Agustus. Pada rentang tahun 2013 hingga 2018, waktu penangkapan diperpanjang menjadi bulan Mei hingga September. Terakhir, dari tahun 2018 hingga saat ini, periode penangkapan telah bergeser lebih lanjut, dimulai dari bulan Juni hingga November.

Perubahan pola waktu penangkapan yang terjadi dari tahun ke tahun tidak hanya mencerminkan dinamika kebijakan, tetapi juga menunjukkan kemampuan adaptif nelayan dalam merespons kondisi lingkungan dan perilaku biologis ikan terbang. Informasi dari wawancara tersebut menegaskan bahwa rentang waktu penangkapan yang semakin panjang merupakan bentuk penyesuaian atas fluktuasi ketersediaan sumber daya serta arahan regulasi pemerintah. Dalam konteks ini, pergeseran awal musim penangkapan dari bulan Mei ke Juni dapat dipandang sebagai titik temu antara kebutuhan ekologis untuk menjaga kelestarian stok ikan terbang dan kebutuhan ekonomi masyarakat untuk tetap memperoleh penghasilan. Dengan demikian, perubahan waktu penangkapan yang terstruktur ini tidak hanya dipengaruhi oleh faktor alamiah, tetapi juga oleh intervensi kebijakan yang bertujuan menjaga keberlanjutan sumber daya dan stabilitas ekonomi nelayan. Pergeseran waktu penangkapan telur ikan terbang dari bulan Mei ke bulan Juni merupakan hasil adaptasi nelayan patorani terhadap perubahan lingkungan dan perilaku ikan terbang. Upaya ini mencerminkan strategi penangkapan yang disesuaikan dengan perubahan musiman dan jangka panjang dalam sumber daya ikan terbang. Selain itu, perubahan ini berdampak langsung pada ekonomi lokal karena penangkapan telur ikan terbang menjadi sumber pendapatan utama bagi masyarakat setempat. Pemahaman terhadap pola perubahan waktu penangkapan ini menjadi krusial dalam upaya pengelolaan yang berkelanjutan dan perencanaan kebijakan yang tepat untuk menjaga keseimbangan ekologi dan ekonomi di wilayah tersebut.

Pergeseran waktu penangkapan ke bulan Juni sebagian disebabkan oleh kebijakan pemerintah setempat yang mulai menerapkan izin penangkapan pada bulan tersebut sejak tahun 2012. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan untuk memberikan jeda satu bulan sebelum dilakukannya penangkapan, dengan harapan agar sumber daya telur ikan terbang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Perubahan waktu penangkapan yang didorong oleh adaptasi terhadap kondisi lingkungan dan kebijakan pemerintah ternyata berjalan seiring dengan perubahan ruang jelajah kegiatan penangkapan. Ketika izin penangkapan mulai diterapkan sejak bulan Juni, dan tekanan terhadap sumber daya meningkat, nelayan tidak hanya menyesuaikan waktu operasi, tetapi juga memperluas wilayah tangkapannya. Hal ini menjadi indikator penting bahwa strategi nelayan patorani tidak lagi terbatas pada dimensi temporal semata, melainkan juga merambah aspek spasial. Perpanjangan musim penangkapan dari tiga menjadi lima bulan merupakan upaya untuk mengompensasi penurunan hasil per unit usaha, yang selanjutnya direspon dengan menjangkau wilayah tangkap yang lebih luas dan lebih jauh dari pangkalan. Dengan demikian, pola pemanfaatan sumber daya telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara menunjukkan dinamika adaptif yang kompleks antara faktor ekologis, kebijakan pengelolaan, dan strategi bertahan hidup masyarakat pesisir. Tren perubahan dalam waktu penangkapan dari tiga bulan pada tahun 2011 menjadi lima bulan pada tahun-tahun berikutnya mencerminkan penurunan hasil tangkapan di perairan tersebut. Sebagai respons terhadap penurunan ini, nelayan memperpanjang waktu penangkapan mereka sendiri agar dapat mencapai hasil optimal. Observasi lapangan pada tahun 2019 menunjukkan perkembangan dalam daerah penangkapan di perairan Maluku Tenggara, yang awalnya terbatas di sekitar Langgiar Fer pada tahun 2011. Selanjutnya, daerah penangkapan berkembang meluas hingga mencakup Ur Pulau pada periode 2012–2016. Kemudian, dari tahun 2017 hingga saat ini, daerah penangkapan telah mencapai Tanimbar Kei, bahkan menjauh hingga ke perbatasan Australia, seperti yang tercatat dalam hasil survei tahun 2022–2023. Perlu dicatat bahwa semakin jauhnya daerah penangkapan dari pangkalan pendaratan ikan

menunjukkan adanya penyesuaian strategis dari nelayan untuk mencari hasil tangkapan yang lebih baik.

Ekspansi wilayah penangkapan yang dilakukan oleh nelayan patorani, dari perairan dekat seperti Langgiar Fer hingga menjangkau area yang lebih jauh, seperti Tanimbar Kei dan bahkan mendekati perbatasan Australia, mencerminkan strategi adaptif yang semakin kompleks terhadap dinamika hasil tangkapan. Perubahan ini bukan hanya menunjukkan respons terhadap menurunnya produktivitas di lokasi lama, tetapi juga mengindikasikan peningkatan tekanan terhadap stok ikan di wilayah yang lebih luas. Dalam konteks ini, perlu dipahami bahwa perluasan daerah operasi tidak serta-merta menjamin peningkatan hasil, melainkan justru menandai adanya tekanan tambahan terhadap ekosistem laut. Oleh karena itu, pengawasan terhadap mobilitas nelayan serta evaluasi berkala terhadap distribusi dan kelimpahan sumber daya menjadi krusial agar upaya adaptasi ini tidak berubah menjadi praktik eksploitasi yang mengancam keberlanjutan sumber daya ikan terbang di masa depan. Perubahan ini menandakan adanya peningkatan mobilitas dan adaptasi dalam kegiatan penangkapan ikan, yang dapat dipicu oleh berbagai faktor, termasuk perubahan dalam distribusi dan kelimpahan sumber daya ikan serta tekanan penangkapan yang semakin besar. Namun, perlu dipertimbangkan bahwa peningkatan mobilitas ini juga dapat memiliki dampak negatif terhadap keberlanjutan sumber daya perikanan dan keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memantau secara terus-menerus perubahan dalam pola penangkapan ikan dan mempertimbangkan strategi pengelolaan yang berkelanjutan guna memastikan bahwa aktivitas penangkapan dapat berlangsung secara berkelanjutan dalam jangka panjang tanpa mengorbankan keberlanjutan sumber daya perikanan dan ekosistem laut.

Produksi telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara menunjukkan fluktuasi tahunan yang erat kaitannya dengan pola upaya penangkapan. Analisis data dari tahun 2015 hingga 2023 menunjukkan tren peningkatan produksi secara signifikan, meskipun terjadi penurunan tajam pada tahun 2019, dengan produksi turun menjadi sekitar 300 ton. Setelah itu, produksi mengalami peningkatan

kembali selama tiga tahun berikutnya, tetapi menurun lagi pada tahun 2023, bahkan di bawah tingkat produksi tahun 2019. Pola fluktuatif ini mencerminkan kompleksitas dinamika ekosistem perairan, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan aktivitas penangkapan. Fenomena ini menekankan pentingnya pemantauan dan penelitian lebih lanjut untuk memahami dan mengelola faktor-faktor yang memengaruhi produksi telur ikan terbang. Pendekatan yang berkelanjutan dan adaptif diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut dan memastikan keberlanjutan sumber daya ikan terbang di masa depan. Penelitian lebih lanjut akan membantu mengidentifikasi penyebab fluktuasi ini dan mengembangkan strategi pengelolaan yang efektif untuk mendukung stabilitas produksi telur dan kelestarian ekosistem perairan Maluku Tenggara.

Fluktuasi tahunan dalam produksi telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara sebagaimana tercermin dalam data tahun 2015–2023 tidak hanya menggambarkan dinamika ekosistem yang kompleks, tetapi juga memperlihatkan adanya pola-pola tertentu yang dapat dianalisis lebih lanjut untuk kepentingan pengelolaan sumber daya. Meski sempat mengalami penurunan tajam pada tahun 2019 dan 2023, data menunjukkan bahwa dalam rentang waktu yang lebih luas masih terdapat tren peningkatan produksi secara rata-rata tahunan. Pola ini mengindikasikan bahwa kendati terjadi penurunan pada tahun-tahun tertentu, kapasitas alami ekosistem dan aktivitas penangkapan masih mampu mendorong pemulihan produksi pada tahun-tahun berikutnya. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pola fluktuasi ini menjadi sangat penting dalam merancang intervensi kebijakan yang tidak hanya responsif terhadap kondisi tahunan, tetapi juga mampu mempertahankan kecenderungan positif jangka panjang sebagaimana ditunjukkan dalam perbandingan dengan wilayah lain, seperti Laut Flores dan Selat Makassar. Tren produksi telur mengalami fluktuasi selama periode tertentu yang teramati. Mulai dari tahun 2015 hingga 2018, serta antara tahun 2020 hingga 2022, tercatat peningkatan produksi telur. Sebaliknya, pada tahun 2019 dan 2023, terjadi penurunan produksi. Namun demikian, secara keseluruhan, produksi telur dari tahun 2015 hingga 2023 menunjukkan pola fluktuatif dengan tambahan rata-rata sekitar 115 ton setiap tahun. Temuan ini

konsisten dengan laporan Ali et al. (2005), yang mencatat peningkatan produksi telur ikan terbang di Laut Flores dan Selat Makassar sebesar 147 ton secara total. Analisis ini menyoroti bahwa meskipun ada periode-periode dengan produksi yang menurun, tren jangka panjang tetap menunjukkan peningkatan produksi telur ikan terbang.

Fluktuasi produksi telur ikan terbang dari tahun ke tahun tidak hanya mencerminkan dinamika angka statistik semata, tetapi juga menjadi indikator adanya interaksi yang kompleks antara faktor alamiah dan antropogenik di lingkungan laut. Kenaikan dan penurunan produksi dalam periode-periode tertentu menunjukkan bahwa sistem perikanan ini sangat responsif terhadap kondisi lingkungan dan intensitas penangkapan. Oleh karena itu, tren jangka panjang yang menunjukkan peningkatan rata-rata produksi harus dianalisis lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor-faktor pendukung maupun penghambat yang memengaruhinya. Dalam konteks ini, pemahaman terhadap variabilitas tersebut menjadi landasan penting untuk menjelaskan penyebab fluktuasi dan menyusun strategi pengelolaan yang adaptif dan responsif terhadap perubahan, sebagaimana dijabarkan dalam uraian berikutnya mengenai pengaruh kondisi lingkungan dan aktivitas penangkapan terhadap produksi telur. Perubahan ini mencerminkan kompleksitas faktor-faktor lingkungan dan kegiatan penangkapan yang berperan dalam produksi telur. Variabilitas ini bisa dipengaruhi oleh perubahan suhu air, ketersediaan pakan, serta praktik penangkapan yang berubah-ubah. Hal ini menegaskan pentingnya pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan meningkatkan hasil tangkapan secara berkelanjutan. Pemahaman tentang fluktuasi produksi telur ini penting untuk merencanakan strategi pengelolaan perikanan yang tepat, yang mengakomodasi variabilitas alamiah sumber daya laut. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek ini, dapat dirumuskan kebijakan yang memungkinkan pemanfaatan sumber daya laut secara efektif sambil menjaga keberlanjutan ekosistem laut jangka panjang.

Di samping dinamika lingkungan alami, tidak dapat diabaikan bahwa aktivitas manusia turut memberikan kontribusi besar terhadap fluktuasi produksi telur ikan terbang. Interaksi antara faktor-faktor

ekologis dan perilaku penangkapan oleh nelayan menunjukkan bahwa sistem perikanan ini sangat rentan terhadap perubahan sosial dan ekonomi. Dalam konteks ini, analisis terhadap fluktuasi produksi tidak hanya perlu mempertimbangkan aspek biofisik semata, tetapi juga kondisi sosial-ekonomi yang memengaruhi intensitas penangkapan. Hal ini menjadi dasar penting untuk memperluas cakupan pengelolaan perikanan dari pendekatan ekologi ke arah pendekatan yang lebih terpadu. Salah satu contoh konkret pengaruh manusia terhadap pola produksi terlihat jelas dalam periode berikut, di mana pandemi COVID-19 berdampak signifikan terhadap aktivitas nelayan dan turut membentuk dinamika produksi telur ikan terbang. Selain faktor alam, pengaruh manusia juga berperan penting dalam produksi telur ikan terbang. Periode produksi yang relatif optimal antara tahun 2020 hingga 2022, dengan puncaknya pada tahun 2021, kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi pandemi COVID-19. Selama pandemi, banyak nelayan mengurangi aktivitas mereka karena pembatasan dan ketidakpastian, yang berpotensi memengaruhi tangkapan ikan dan produksi telur ikan terbang di wilayah tersebut. Fluktuasi produksi telur ikan terbang di perairan Maluku Tenggara mencerminkan dinamika kompleks dalam ekosistem perairan ini. Perubahan dalam tingkat aktivitas penangkapan oleh manusia, bersama dengan faktor lingkungan, berdampak signifikan pada produksi. Oleh karena itu, pendekatan holistik dalam pengelolaan sumber daya perikanan sangat diperlukan. Pendekatan ini harus mencakup pemantauan berkelanjutan, penelitian mendalam, dan strategi adaptif untuk memastikan keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan komunitas nelayan. Dengan memahami interaksi antara faktor alam dan manusia, pengelolaan yang lebih efektif dapat diterapkan untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut dan memaksimalkan hasil tangkapan secara berkelanjutan. Hal ini akan mendukung keberlangsungan hidup ikan terbang dan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya tersebut.

BAB VII

Manajemen Adaptif-Kolaboratif Cegah *Overfishing* Ikan Terbang

Bab VI telah menggambarkan kondisi aktual sumber daya ikan terbang berdasarkan tiga aspek utama: tingkat pemanfaatan, kekayaan jenis dan dominansi, serta pola produksi hasil tangkapan. Temuan dalam bab tersebut menunjukkan bahwa meskipun sumber daya ini memiliki potensi yang cukup besar, tekanan penangkapan yang terus meningkat dapat mengarah pada risiko penurunan stok secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan manajerial yang terstruktur untuk memastikan kelestarian sumber daya ini di masa mendatang. Bab VII berfokus pada strategi manajemen penangkapan yang berkelanjutan, dimulai dengan upaya mencegah *overfishing* sebagai langkah awal untuk menjaga keseimbangan antara tingkat eksploitasi dan kemampuan alami sumber daya untuk pulih. Strategi ini kemudian diperkuat dengan kontrol terhadap kapasitas alat tangkap dan volume produksi, serta pengaturan zona dan waktu penangkapan yang adaptif terhadap dinamika sumber daya di lapangan.

A. Mencegah *Overfishing*

Hasil kajian yang menunjukkan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku tergolong sangat tinggi (pemanfaatan telur dan induk memijah) menuju ke arah kecenderungan kondisi *overfishing*. Secara umum, fenomena *overfishing* selain menggambarkan masifnya tekanan terhadap biomassa juga menunjukkan kondisi lebih tangkap (*overfished*) sehingga disarankan untuk mengurangi upaya penangkapannya. Dengan demikian, pengelolaan sumber daya ikan terbang secara berkelanjutan menjadi agenda penting yang harus diletakkan sebagai prioritas utama pembangunan perikanan perairan Provinsi Maluku khususnya dalam hal pengelolaan sumber daya ikan terbang. Kondisi ini mencerminkan perlunya upaya mitigasi terhadap dampak yang ditimbulkan oleh eksploitasi berlebihan. Ketika tekanan penangkapan terus meningkat tanpa diimbangi dengan pengendalian yang memadai maka sistem ekologi laut pun mulai mengalami ketidakseimbangan. Penurunan biomassa ikan terbang sebagai spesies target tidak hanya memengaruhi keberlanjutan stok, tetapi juga memicu konsekuensi ekologis yang lebih luas. Salah satunya adalah pergeseran dalam dinamika komunitas perikanan, yang dapat menurunkan kualitas dan nilai tangkapan. Dalam konteks inilah, pengaruh lanjutan dari kondisi *overfished* menjadi sangat relevan untuk dibahas, terutama terkait dengan perubahan struktur trofik dan dampaknya terhadap sistem sosial ekonomi perikanan.

Lebih lanjut, keadaan yang terjadi akibat penangkapan ikan berlebihan, yang dikenal sebagai kondisi *overfished*, memiliki potensi untuk menyebabkan fenomena yang disebut “*fishing down food webs*” (Khalfallah et al., 2023). Fenomena ini mengacu pada perubahan dalam struktur rantai makanan laut, di mana spesies ikan yang menjadi target utama penangkapan, yang umumnya berada di puncak rantai makanan, akan tergantikan oleh spesies yang berada pada tingkat trofik yang lebih rendah dengan nilai komersial yang juga lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa penangkapan ikan yang berlebihan tidak hanya memiliki dampak ekologis yang serius, tetapi juga dapat berdampak secara negatif terhadap ekonomi dalam jangka panjang. Ketika spesies target menurun jumlahnya, nelayan cenderung beralih ke spesies yang

lebih mudah ditemui dan memiliki nilai komersial yang lebih rendah. Akibatnya, tidak hanya populasi ikan utama yang terancam, tetapi juga berpotensi mengganggu stabilitas ekonomi nelayan dan rantai pasokan ikan secara keseluruhan. Konsekuensi ekologis dari kondisi *overfished* yang mendorong terjadinya “*fishing down food webs*” mempertegas perlunya intervensi pengelolaan yang holistik dan adaptif. Ketika tekanan penangkapan mengubah struktur rantai makanan laut maka dampaknya tidak hanya terbatas pada penurunan stok ikan target, tetapi juga merembet pada kestabilan ekosistem dan pendapatan nelayan. Oleh karena itu, tantangan ekologis ini harus direspons dengan pendekatan pengelolaan yang tidak hanya fokus pada jumlah tangkapan, tetapi juga memperhatikan keberlanjutan ekosistem secara menyeluruh. Hal inilah yang menjadi landasan bagi pentingnya pengelolaan sumber daya laut yang efektif dan berkelanjutan.

Pentingnya pengelolaan sumber daya laut yang efektif menjadi semakin jelas dalam menghadapi risiko *overfishing* ini. Dengan menerapkan praktik pengelolaan yang berkelanjutan, seperti penetapan kuota penangkapan, pengaturan alat tangkap, dan pembatasan area penangkapan, dapat membantu mencegah penurunan populasi ikan yang signifikan dan menjaga keberlangsungan rantai makanan laut. Selain itu, pendidikan dan kesadaran tentang pentingnya pelestarian sumber daya laut juga perlu ditingkatkan di kalangan nelayan dan masyarakat umum. Dengan demikian, kita dapat memastikan bahwa sumber daya ikan terbang ini dapat dinikmati oleh generasi masa depan, sambil memastikan keberlangsungan ekonomi dan ekologi bagi komunitas nelayan dan masyarakat secara keseluruhan. Penerapan strategi pengelolaan berkelanjutan tersebut menjadi sangat relevan ketika dikaitkan dengan kondisi aktual populasi ikan terbang di perairan Maluku. Upaya konservasi dan pengendalian penangkapan harus didasarkan pada data biologis dan statistik perikanan yang menunjukkan adanya tekanan eksploitasi yang tinggi. Oleh karena itu, pemantauan terhadap indikator biologis, seperti ukuran ikan yang tertangkap, tingkat kematangan gonad, dan tren CPUE menjadi sangat penting untuk menilai efektivitas pengelolaan serta mendeteksi gejala awal penurunan populasi. Data dan temuan dari perairan Kepulauan Maluku memberikan gambaran nyata mengenai kondisi tersebut dan

menjadi dasar pertimbangan dalam merumuskan langkah-langkah pengelolaan ke depan.

Untuk populasi ikan terbang di perairan Kepulauan Maluku, hal ini ditunjukkan oleh sejumlah indikasi yang terlihat pada sampel spesies ikan terbang yang tertangkap, seperti ikan ukuran dewasa fase memijah banyak tertangkap selama musim penangkapan dan hasil tangkapan total per unit upaya (CPUE) menunjukkan tren penurunan yang signifikan dari tahun ke tahun. Populasi ikan terbang di perairan Maluku Tenggara ditemukan menyebar di perairan Langgiar Fer, Ur Pulau, dan Tanimbar Kei. Diperoleh jenis hasil tangkapan ikan terbang di Langgiar Fer sebanyak delapan jenis, sedangkan di Ur Pulau sembilan jenis dan Tanimbar Kei enam jenis. Ikan terbang jenis *Cheilopogon cyanopterus*, *Cypselurus poecilopterus*, dan *Hirundichthys oxycephalus* mendominasi hasil tangkapan. Sebaran ukuran ikan terbang di perairan Maluku Tenggara dikelompokkan dalam satu kelas ukuran. Perbedaan karakteristik morfometrik ikan terbang di perairan Maluku Tenggara sangat rendah karena berada dalam satu daerah penangkapan sehingga digolongkan dalam satu populasi. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa populasi ikan terbang di wilayah ini tengah berada dalam tekanan yang cukup serius. Tingginya intensitas penangkapan, terutama terhadap ikan dewasa yang sedang memijah, tidak hanya berdampak pada penurunan produktivitas stok, tetapi juga menjadi sinyal awal terganggunya keseimbangan populasi. Situasi ini memperlihatkan bahwa pendekatan pengelolaan yang selama ini diterapkan belum cukup menjawab tantangan keberlanjutan. Oleh karena itu, diperlukan perubahan paradigma dalam pengelolaan perikanan tangkap yang tidak hanya berorientasi pada hasil ekonomi, tetapi juga memperhatikan daya dukung ekosistem dan kelestarian jangka panjang sumber daya, sebagaimana menjadi agenda utama dalam pembangunan perikanan berkelanjutan.

Paradigma baru pembangunan perikanan tangkap di laut saat ini dan di masa mendatang, bukan lagi untuk hanya semata-mata mengejar manfaat ekonomi, melainkan harus memperhatikan keberlanjutan sumber daya. Tingginya ancaman terhadap habitat dan ekosistem laut, berdampak besar terhadap keberlanjutan sumber daya. Untuk kasus ikan

terbang di perairan Maluku, perburuan terhadap telur dan induk ikan terbang yang sedang memijah telah memberikan tekanan yang besar terhadap kelestarian sumber daya. Untuk itu diperlukan serangkaian upaya untuk menekan berkurangnya sumber daya ikan terbang dengan menekan intensitas acaman (mengontrol penangkapan) dan pada sisi lain perlu upaya meningkatkan daya tahan (resiliensi) sumber daya ikan terhadap ancaman. Dalam konteks tersebut, ikan terbang di perairan Maluku menjadi contoh nyata bagaimana tekanan terhadap sumber daya yang tidak dikelola secara hati-hati dapat mempercepat degradasi ekosistem perikanan. Ketika strategi penangkapan masih berorientasi pada pemanfaatan maksimal tanpa mempertimbangkan siklus biologis ikan, seperti musim pemijahan maka ancaman terhadap kelestarian stok akan semakin nyata. Hal ini menunjukkan bahwa upaya konservasi tidak dapat ditunda dan harus segera diintegrasikan ke dalam kebijakan pengelolaan perikanan. Keberlanjutan sumber daya tidak hanya bergantung pada pembatasan teknis, tetapi juga pada komitmen semua pihak dalam menjaga keseimbangan ekologi dan menjadikan praktik penangkapan yang bertanggung jawab sebagai norma dalam operasional perikanan.

Hasil kajian terhadap pemanfaatan ikan terbang di perairan Maluku menunjukkan kecenderungan yang mengarah pada kondisi *overfishing*, khususnya pada pemanfaatan telur dan induk yang sedang memijah. Indikasi ini diperkuat oleh data penurunan CPUE dari tahun ke tahun serta meningkatnya proporsi induk yang tertangkap selama musim pemijahan. Tekanan penangkapan yang tinggi terhadap biomassa ikan terbang ini menjadi sinyal awal terganggunya keseimbangan ekosistem laut dan ancaman serius terhadap keberlanjutan sumber daya. Fenomena ini tidak hanya terbatas pada konteks lokal, tetapi juga mencerminkan dinamika yang lebih luas seperti yang dijelaskan oleh Pauly & Palomares (2005) melalui konsep *fishing down the food web*. Dalam fenomena ini, ketika stok ikan target di puncak rantai makanan mengalami penurunan, nelayan cenderung beralih menangkap spesies yang berada pada tingkat trofik lebih rendah. Akibatnya, terjadi perubahan dalam struktur komunitas laut, penurunan nilai ekonomi hasil tangkapan, serta potensi ketidakseimbangan dalam rantai makanan laut. Penemuan ini sejalan dengan laporan klasik dari Smith

et al. (2011) yang menunjukkan bahwa rata-rata tingkat trofik hasil tangkapan global menurun akibat tekanan penangkapan. Oleh karena itu, memahami dinamika pemanfaatan ikan terbang dalam kerangka ekologi perikanan menjadi langkah penting untuk merumuskan strategi pengelolaan yang lebih adaptif. Ketika tekanan penangkapan tidak hanya memengaruhi satu spesies, tetapi juga menimbulkan perubahan struktural dalam jaringan trofik maka pendekatan konvensional tidak lagi memadai. Dibutuhkan analisis yang lebih menyeluruh terhadap pola tangkapan, komposisi spesies, serta perubahan ekosistem sebagai satu kesatuan sistem. Dalam hal ini, integrasi antara hasil-hasil kajian lokal di perairan Maluku dan kerangka teoretis global, seperti yang dikemukakan Pauly & Palomares (2005) menjadi dasar yang kuat untuk memperluas pemahaman dan mendukung formulasi kebijakan pengelolaan yang berbasis ekosistem dan berkelanjutan.

Dalam kerangka ilmiah, Wilen & Wilen (2012) memperluas pemahaman ini dengan memperkenalkan konsep *fishing through the food web*, yakni penangkapan spesies dari seluruh tingkat trofik secara bersamaan. Jentoft (2004) menegaskan bahwa kedua mekanisme—*fishing down* dan *fishing through*—dapat berlangsung tergantung pada konteks lokal sistem perikanan. Dalam konteks Maluku, dominasi hasil tangkapan berupa telur dan induk ikan terbang menjadi indikator ekologis yang mengkhawatirkan. Bila tren ini tidak dikendalikan, dampaknya tidak hanya menurunkan populasi target utama, tetapi juga dapat memicu efek kaskade ekologis yang mengganggu keberlanjutan komunitas perairan. Untuk itu, kebutuhan akan pengelolaan berbasis ilmiah menjadi semakin mendesak. Mace (2001) menekankan pentingnya penerapan prinsip *Maximum Sustainable Yield* (MSY), penetapan kuota, pengaturan alat tangkap, dan perlindungan area penangkapan sebagai elemen kunci dalam menjaga keberlanjutan stok ikan. Dalam konteks perairan Maluku, praktik penangkapan telur dan induk ikan yang sedang memijah harus dikaji ulang melalui pendekatan *Ecosystem-Based Management* (EBM). Pendekatan ini mempertimbangkan interaksi antara spesies, habitat, dan aktivitas manusia secara menyeluruh dalam upaya menjaga ekosistem yang sehat dan produktif.

Bukti-bukti tersebut menegaskan bahwa tekanan terhadap sumber daya ikan terbang tidak hanya dapat diukur dari aspek ekologis, tetapi juga dari sudut pandang ekonomi perikanan. Ketika tingkat eksploitasi telah melampaui batas keberlanjutan secara biologis dan ekonomis maka dampaknya akan semakin kompleks dan multidimensional. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pengelolaan harus bersifat lintas disiplin, yang menggabungkan kajian ekologi perairan, dinamika stok, serta aspek sosial ekonomi nelayan. Oleh karena itu, pembelajaran dari berbagai wilayah lain yang mengalami tekanan serupa menjadi penting sebagai pembanding dan penguat argumen ilmiah dalam merumuskan strategi pengelolaan. Pengalaman di Selat Makassar dan kawasan Atlantik, misalnya, memberikan cerminan nyata akan konsekuensi jangka panjang dari *overfishing* jika tidak segera diantisipasi. Berangkat dari pemahaman ini maka penetapan strategi adaptif untuk perairan Maluku menjadi suatu keharusan yang berbasis pada data, konteks lokal, dan praktik terbaik dari studi lintas wilayah.

Studi bioekonomi di Selat Makassar oleh Kasri et al. (2019) mengungkapkan bahwa eksploitasi ikan terbang telah melampaui ambang MSY dan *Maximum Economic Yield* (MEY), menunjukkan adanya *overfishing* secara biologis dan ekonomis. Temuan ini memperkuat urgensi pengendalian eksploitasi ikan terbang, tidak hanya di Maluku, tetapi juga di kawasan lain yang memiliki karakteristik perikanan serupa. Di tingkat global, pergeseran komposisi komunitas laut, seperti menurunnya populasi predator besar dan meningkatnya dominasi spesies trofik rendah, telah dilaporkan dalam berbagai studi, seperti pada kasus penurunan ikan cod di Atlantik Utara yang memicu lonjakan populasi spesies kecil (Myers et al., 1996; Stige et al., 2006). Berdasarkan berbagai temuan tersebut, dirumuskan sejumlah strategi pengelolaan adaptif yang direkomendasikan untuk diterapkan di perairan Maluku (Tabel 7.1 dan Tabel 7.2).

Tabel 7.1 Permasalahan dan Strategi Pengelolaan Ikan Terbang di Maluku

Permasalahan	Strategi Pengelolaan
Biomassa menurun dan banyaknya telur serta induk tertangkap	Pengurangan jumlah alat tangkap (kuota bale-bale), pembatasan waktu dan musim tangkap berbasis siklus pemijahan.
Risiko <i>fishing down the food web</i>	Pemantauan berkala terhadap profil trofik hasil tangkapan untuk mencegah pergeseran spesies tangkapan.
Fluktuasi produksi tahunan (2019 dan 2023)	Penyesuaian kuota dan izin tangkap secara fleksibel berdasarkan hasil pemantauan dan penelitian tahunan.
Kurangnya keterlibatan masyarakat	Pendidikan dan pelatihan pengelolaan berbasis ekosistem bagi nelayan dan aparat daerah.
Minimnya data jangka panjang	Peningkatan kegiatan riset berkala untuk mengukur CPUE, komposisi trofik, dan dampak ekologis alat tangkap.

Tabel 7.2 Perbandingan Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Telur Ikan Terbang

No	Substansi Rekomendasi	Kondisi Saat Ini	Rekomendasi yang Diberikan	Pembanding Negara Lain	Kelebihan	Tantangan
1	Kebijakan Buka Tutup Pemanfaatan	Belum ada kebijakan buka tutup; pemanfaatan terus-menerus	Penutupan penangkapan April-Agustus; pembukaan mulai September	Peru – sistem buka tutup sesuai musim pemijahan; Jepang dengan pendekatan dinamis pada cumi	Menjaga stok; maksimalkan waktu panen strategis	Butuh dasar hukum kuat dan sistem monitoring aktif

2	Pemba- gian Zona Penangka- pan	Zona tangkap tumpang tindih antara andon dan nelayan lokal	Zonasi ber- dasarkan >12 mil untuk andon, ≤12 mil untuk nelayan lokal	Australia: zonasi adap- tif berdasar musim & jenis ikan	Meng- hindari konflik & ketimpa- ngan	Penentu- an batas zona dan penga- wasan
3	Zona Kon- servasi & Bale-Bale Permanen	Belum ada kon- servasi berbasis bale-bale perma- nen	Penetapan zona konser- vasi dengan bale-bale perma- nen, dilengka- pi kamera bawah laut	Indonesia (MPA Malu- ku Tengga- ra); Australia (Great Barrier Reef)	Melin- dungi pemija- han & men- dukung riset	Biaya pemba- ngunan & par- tisipasi komuni- tas
4	Diver- sifikasi Ekonomi Lokal	Nelayan tergan- tung pada telur ikan terbang	Pelatihan olahan telur dan serat; pember- dayaan ibu ² & disabilitas	Norwegia (industri pengolahan ikan terinte- grasi)	Tambah nilai ekonomi; kurangi ketergan- tungan	Pendam- pingan dan pasar produk
5	Peng- gunaan Teknologi Pemantau- an	Belum terin- tegrasi VMS atau <i>e-logbook</i>	Wajibkan ar- mada andon pasang VMS dan <i>e-logbook</i>	Jepang: Selandia Baru (<i>real-time fleet tracking</i>)	Trans- paransi & efisiensi peman- tauan	Keter- batasan infra- struktur teknolo- gi di daerah 3T

Temuan-temuan tersebut menjadi dasar yang kuat dalam merumuskan langkah-langkah pengelolaan yang lebih responsif terhadap kondisi lokal. Dengan mempertimbangkan data bioekonomi serta dinamika ekosistem yang terus berubah, strategi pengelolaan harus disusun secara komprehensif dan disesuaikan dengan permasalahan nyata di lapangan. Dalam konteks ini, pengelolaan ikan terbang di Maluku tidak bisa lagi bersifat reaktif, melainkan harus proaktif melalui perencanaan berbasis bukti dan evaluasi berkala. Oleh sebab itu, dirancanglah sejumlah strategi pengelolaan adaptif

yang terangkum dalam Tabel 7.2 sebagai respons atas kompleksitas permasalahan yang dihadapi, baik dari aspek ekologi, sosial, maupun ekonomi. Dengan demikian, pendekatan pengelolaan sumber daya ikan terbang yang adaptif, berbasis ilmu pengetahuan dan partisipatif sangat diperlukan untuk menjawab tantangan *overfishing* di wilayah ini. Strategi yang mencakup pemantauan populasi, pengendalian upaya tangkap, perlindungan musim pemijahan, serta peningkatan kesadaran masyarakat harus diterapkan secara sinergis. Pengelolaan yang tepat tidak hanya menjamin keberlanjutan ekosistem laut, tetapi juga menjaga stabilitas ekonomi dan kesejahteraan nelayan yang bergantung pada sumber daya tersebut. Keberhasilan pengelolaan ikan terbang di Maluku dapat menjadi model penting bagi pengelolaan perikanan daerah tropis lainnya yang menghadapi tekanan eksploitasi serupa.

B. Pengontrolan Selektivitas Alat Tangkap, Kapasitas Armada Penangkapan, dan Kuota Penangkapan

Upaya yang terus-menerus dalam pemanfaatan sumber daya ikan telah terbukti menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan habitat dan ekosistem laut, termasuk populasi ikan terbang di perairan Maluku. Eksploitasi yang berkelanjutan akan mengakibatkan penurunan yang semakin besar dalam stok ikan dan menyebabkan ukuran ikan menjadi lebih kecil karena kurangnya waktu yang diberikan bagi ikan untuk berkembang biak. Selain itu, sistem pemanfaatan sumber daya perikanan yang umumnya terbuka (*open access*) juga menjadi faktor yang berkontribusi terhadap masalah ini. Dalam sistem ini, setiap orang diizinkan untuk melakukan penangkapan, tanpa adanya pembatasan atau kontrol yang efektif. Hal ini menghasilkan tingkat upaya pemanfaatan sumber daya yang sulit untuk diatur dan dikontrol. Dampak dari eksploitasi berlebihan terhadap populasi ikan tidak hanya memengaruhi jumlah ikan yang tersedia, tetapi juga mengancam keberagaman genetik dan ekologi dalam ekosistem laut. Perubahan dalam struktur populasi ikan juga dapat memicu efek domino yang merugikan bagi spesies lain dalam rantai makanan laut dan merusak keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Dalam menghadapi kompleksitas persoalan ini, pengelolaan sumber daya ikan terbang

tidak bisa lagi bergantung pada pendekatan konvensional yang pasif. Dibutuhkan transformasi menuju sistem pengelolaan yang berbasis regulasi dan tata kelola yang kuat, agar tekanan terhadap stok ikan dapat ditekan secara signifikan. Pengalaman menunjukkan bahwa jika setiap orang bebas menangkap ikan terbang tanpa aturan yang jelas maka akan timbul masalah bersama yang dikenal sebagai *tragedy of the commons*. Dalam kondisi ini, banyak orang berlomba menangkap ikan sebanyak mungkin demi keuntungan pribadi, hingga akhirnya stok ikan menipis. Jika dibiarkan, kerugian akan dirasakan oleh semua pihak. Oleh karena itu, pengelolaan ikan terbang perlu dilakukan secara bersama dan terencana, agar sumber daya ini tetap lestari dan bisa dimanfaatkan oleh generasi sekarang maupun yang akan datang. Oleh karena itu, intervensi pengelolaan harus diarahkan pada pembatasan akses, pemberdayaan kelembagaan lokal, serta penerapan prinsip kehati-hatian dalam memanfaatkan sumber daya laut. Pendekatan inilah yang menjadi jembatan penting menuju penerapan langkah-langkah pengelolaan yang berkelanjutan sebagaimana dijabarkan dalam paragraf selanjutnya.

Langkah-langkah pengelolaan yang berkelanjutan dan terencana dengan baik diperlukan untuk menghadapi tantangan ini. Langkah-langkah ini meliputi pembentukan kebijakan yang membatasi akses terhadap sumber daya perikanan, penetapan kuota penangkapan yang berkelanjutan, serta pengawasan yang ketat terhadap praktik penangkapan yang berlebihan. Peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya pelestarian sumber daya laut dan dorongan untuk praktik penangkapan yang bertanggung jawab juga tidak boleh diabaikan. Menggabungkan upaya-upaya tersebut diharapkan dapat memastikan keberlanjutan sumber daya ikan dan ekosistem laut untuk generasi mendatang. Namun, efektivitas langkah-langkah pengelolaan tersebut kerap menghadapi tantangan di tingkat operasional, terutama dalam konteks perikanan Indonesia yang kompleks. Karakteristik perikanan nasional yang bercirikan multispesies dan multialat tangkap menciptakan dinamika yang sulit dikendalikan, terutama dalam hal selektivitas tangkapan. Ketidakterpaduan antara kebijakan pengelolaan dan realitas operasional di lapangan sering kali membuka celah bagi praktik penangkapan yang tidak terkendali. Dalam situasi seperti

ini, pengaturan teknis seperti pembatasan alat tangkap dan zonasi penangkapan menjadi sulit diterapkan secara efektif tanpa adanya koordinasi lintas sektor dan pengawasan yang kuat. Oleh karena itu, memahami tantangan praktis ini menjadi penting sebagai landasan dalam merancang kebijakan pengelolaan yang lebih adaptif dan aplikatif.

Selain itu, adanya penangkapan ikan yang tidak selektif sangat sulit dihindarkan di Indonesia, mengingat perairan laut di Indonesia memiliki biodiversitas ikan yang tinggi (perikanan multispesies), dan penggunaan jenis alat tangkap yang sangat beragam (*multi gear*). Konsekuensinya, satu jenis alat tangkap dapat menangkap beragam jenis ikan, dan satu jenis ikan dapat ditangkap oleh beragam jenis alat tangkap (Latuconsina, 2019). Akibatnya, tekanan penangkapan dan tingginya kompetisi antaralat tangkap tidak dihindarkan. 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*), serta tidak ramah terhadap lingkungan dan sumber daya perikanan (Kautsari et al., 2023). Untuk menjawab tantangan tersebut, pendekatan pengelolaan yang bersifat adaptif dan berbasis ekosistem menjadi semakin relevan diterapkan. Pendekatan ini menekankan pentingnya fleksibilitas kebijakan, kolaborasi antarpemangku kepentingan, serta integrasi data ilmiah dan kearifan lokal dalam merumuskan strategi pengelolaan. Di sisi lain, dibutuhkan pula penguatan kapasitas kelembagaan dan peningkatan partisipasi masyarakat pesisir agar kebijakan yang dirancang tidak hanya bersifat *top-down*, tetapi juga mampu mengakomodasi kondisi sosial ekonomi nelayan di lapangan. Dengan demikian, implementasi pengelolaan perikanan tidak hanya akan lebih realistis, tetapi juga berkelanjutan dalam jangka panjang.

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. Untuk saat ini belum

ditetapkan kuota penangkapan ikan terbang maupun pemanfaatan telurnya. Pada masa mendatang, pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku membutuhkan aturan seperti ini untuk menjaga keberlanjutan sumber daya. Dengan demikian, kebijakan pembatasan penangkapan melalui penetapan kuota menjadi salah satu instrumen penting dalam mengendalikan upaya penangkapan yang berlebihan. Namun, kebijakan tersebut harus disertai dengan pemahaman yang komprehensif terhadap kapasitas dan distribusi armada penangkapan di lapangan. Dalam banyak kasus, peningkatan jumlah kapal tanpa perencanaan yang matang justru mengarah pada kompetisi usaha yang tidak sehat dan tekanan berlebih terhadap stok ikan. Oleh karena itu, pengendalian pemanfaatan sumber daya ikan, termasuk ikan terbang di Maluku, perlu mempertimbangkan aspek teknis, sosial, dan ekonomi secara holistik agar kebijakan kuota tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga mampu mengatasi persoalan kelebihan kapasitas dan memastikan efisiensi pemanfaatan sumber daya perikanan.

Menurut Hidayat (2009), peningkatan jumlah kapal penangkap ikan tidak selalu berdampak pada peningkatan produksi ikan. Fenomena ini menunjukkan bahwa dalam suatu wilayah, penggunaan sumber daya ikan telah mencapai titik kelebihan kapasitas input produksi (*excess capacity*). Kapal penangkap ikan berukuran kecil, disebabkan oleh keterbatasan modal dan teknologi, umumnya memiliki jangkauan penangkapan yang terbatas, terutama di perairan dekat pantai. Dalam konteks ini, peningkatan jumlah kapal penangkap tidak secara langsung berkontribusi pada peningkatan hasil tangkapan, tetapi justru dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada sumber daya ikan dan lingkungan laut di sekitarnya. Kondisi kelebihan kapasitas armada penangkapan yang tidak sebanding dengan produktivitas sumber daya justru menjadi hambatan bagi upaya keberlanjutan sektor perikanan. Fenomena ini menandakan perlunya evaluasi terhadap struktur dan distribusi armada yang beroperasi, terutama di wilayah pesisir yang rentan terhadap tekanan penangkapan berlebih. Dalam konteks pengelolaan yang berkelanjutan, peningkatan jumlah kapal tanpa mempertimbangkan daya dukung sumber daya hanya akan memperburuk kondisi ekosistem dan mempercepat degradasi stok ikan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang lebih strategis

dalam merancang kebijakan pengelolaan armada, agar sesuai dengan kapasitas tangkap yang optimal dan tidak melebihi potensi lestari sumber daya yang tersedia. Pendekatan ini menjadi landasan penting dalam mengaitkan kebutuhan restrukturisasi armada seperti yang disampaikan oleh Suman et al. (2017), agar pengelolaan perikanan tidak hanya efisien, tetapi juga berkeadilan dan berkelanjutan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Suman et al. (2017), mereka menyatakan bahwa untuk mencapai pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan yang efektif di Indonesia, perlu dilakukan perbaikan dalam kebijakan pengelolaan yang berlandaskan pada estimasi potensi dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan yang ada. Suatu langkah yang sangat penting dan mendesak adalah melakukan restrukturisasi armada perikanan di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) dengan mempertimbangkan upaya penangkapan yang optimal sebagai titik referensi. Dalam konteks ini, restrukturisasi armada perikanan harus didasarkan pada pemahaman yang mendalam tentang potensi sumber daya ikan yang ada di setiap WPP serta tingkat pemanfaatannya. Hal ini memerlukan data yang akurat dan komprehensif tentang stok ikan, kegiatan penangkapan, dan faktor-faktor ekologis yang memengaruhi keseimbangan ekosistem perairan. Melalui pendekatan ini, kebijakan pengelolaan dapat dirancang dengan lebih tepat dan efektif untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ikan dan memastikan kesejahteraan nelayan. Penelitian tersebut memberikan dorongan bagi pemerintah dan pemangku kepentingan terkait untuk mengadopsi strategi yang lebih terarah dalam pengelolaan armada perikanan, dengan fokus pada pengoptimalan upaya penangkapan yang tidak hanya menguntungkan secara ekonomi, tetapi juga memperhatikan aspek-aspek lingkungan dan sosial. Dengan demikian, restrukturisasi armada perikanan dapat menjadi salah satu langkah penting dalam merumuskan kebijakan yang berkelanjutan dan berdampak positif bagi sektor perikanan di Indonesia dan Maluku secara khusus.

C. Pengaturan Zonasi dan Musim Penangkapan

Sumber daya ikan, termasuk ikan terbang, dianggap sebagai sumber daya yang dapat dipulihkan (*renewable resources*). Oleh karena itu,

pengelolaannya untuk menjaga keberlanjutan harus diinterpretasikan sebagai usaha untuk memanfaatkan sumber daya tersebut dengan memastikan bahwa tingkat eksploitasi tidak melebihi tingkat regenerasinya. Dalam konteks ini, penting untuk memperhatikan bahwa eksploitasi sumber daya ikan harus sejalan dengan kemampuan alam dalam memulihkan dirinya sendiri. Pendekatan ini menekankan perlunya kebijakan yang bijaksana dalam pengelolaan sumber daya ikan, yang tidak hanya memperhatikan aspek ekonomi, tetapi juga keberlanjutan ekologi untuk mendukung kelangsungan hidup komunitas nelayan dan ekosistem perairan. Oleh karena itu, prinsip keberlanjutan dalam pemanfaatan sumber daya ikan harus diimplementasikan melalui tindakan nyata yang berbasis pada pengendalian usaha penangkapan. Pengelolaan yang bertanggung jawab memerlukan integrasi antara pemahaman biologis tentang kemampuan regenerasi stok ikan dan kebijakan teknis yang mengatur siapa, kapan, di mana, dan berapa banyak yang boleh menangkap. Dalam hal ini, pengaturan spasial dan temporal penangkapan menjadi instrumen penting untuk menjaga dinamika populasi ikan tetap stabil. Pembatasan aktivitas penangkapan melalui pengendalian jumlah kapal dan alokasi kuota tangkapan bukan hanya langkah administratif, tetapi merupakan strategi ekologis yang mendukung pemulihan alami populasi ikan, termasuk ikan terbang, yang sangat bergantung pada siklus reproduksi musiman dan keberlangsungan habitatnya.

Langkah-langkah pengelolaan yang diperlukan untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan di Indonesia mencakup pembatasan penangkapan melalui penetapan zona dan waktu penangkapan yang tepat. Ini berarti bahwa jumlah tangkapan yang diizinkan perlu dibatasi untuk mencegah eksploitasi berlebihan, yang pada gilirannya mengharuskan pembatasan jumlah kapal penangkap ikan yang beroperasi. Pembatasan jumlah kapal penangkap ikan ini haruslah didasarkan pada kapasitas muat dan kuota tangkapan yang telah ditetapkan untuk setiap zona penangkapan. Dengan cara ini, dapat ditegaskan bahwa penangkapan ikan dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kebutuhan produksi dan pelestarian sumber daya laut. Namun, pembatasan zona, waktu, serta jumlah kapal penangkap saja belum cukup jika tidak dibarengi

dengan perhatian terhadap cara dan teknologi penangkapan yang digunakan. Efektivitas pengelolaan tidak hanya ditentukan oleh seberapa besar upaya dikurangi, tetapi juga oleh seberapa ramah dan selektif metode penangkapan terhadap lingkungan laut. Oleh karena itu, upaya konservasi harus diperluas mencakup penerapan prinsip kehati-hatian terhadap alat tangkap yang digunakan serta dampaknya terhadap habitat dan spesies nontarget. Dengan mengedepankan efisiensi ekologi sekaligus menjaga produktivitas ekonomi, strategi ini akan memperkuat fondasi keberlanjutan pengelolaan perikanan yang tidak hanya mengatur kuantitas, tetapi juga kualitas interaksi manusia dengan sumber daya laut.

Selain itu, penting untuk mempertimbangkan penggunaan teknologi dan metode penangkapan yang berkelanjutan serta memperhatikan aspek-aspek ekologi dari lokasi penangkapan. Hal ini termasuk dalam pembatasan penggunaan alat tangkap tertentu yang dapat merusak habitat laut dan menyebabkan penangkapan sampingan yang tidak diinginkan. Dalam mengimplementasikan opsi pengelolaan ini, perlu adanya kerja sama yang kuat antara pemerintah, nelayan, ilmuwan, dan pihak-pihak terkait lainnya. Pendekatan ini memastikan bahwa kebijakan yang ditetapkan didasarkan pada pemahaman ilmiah yang solid dan memperhitungkan kepentingan semua pihak yang terlibat. Dengan menerapkan langkah-langkah ini secara efektif, diharapkan bahwa sumber daya ikan Indonesia dapat dijaga dengan baik untuk generasi mendatang, sambil memastikan bahwa industri perikanan tetap berkelanjutan dan memberikan manfaat ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat. Salah satu bentuk konkret dari penerapan pendekatan ekologi dan kolaboratif dalam pengelolaan perikanan adalah melalui penataan ruang laut yang mempertimbangkan aspek sosial, ekologis, dan ekonomi secara terpadu. Penataan ini tidak hanya mencakup pengaturan alat dan teknik penangkapan, tetapi juga menyentuh dimensi spasial dalam bentuk pembagian zona penangkapan. Zonasi penangkapan berfungsi sebagai instrumen untuk mengatur distribusi tekanan pemanfaatan, memberikan keadilan akses antarkelompok nelayan, serta mencegah eksploitasi berlebih di wilayah-wilayah tertentu. Dalam konteks ini, penting untuk menyelaraskan tujuan konservasi dengan kebutuhan sosial-ekonomi masyarakat pesisir

sehingga kebijakan zonasi dapat diterima dan dijalankan secara efektif di lapangan.

Langkah strategis selanjutnya adalah mempertimbangkan penetapan zona penangkapan ikan, termasuk untuk ikan terbang, dengan tujuan untuk mendistribusikan pemanfaatan sumber daya secara adil antara nelayan lokal dan nelayan pendatang yang dominan memanfaatkan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku. Hal ini diharapkan dapat mengurangi risiko konflik antara nelayan yang saat ini belum terlihat bisa diatasi secara efektif. Saat menentukan lokasi zona penangkapan, penting untuk mempertimbangkan apakah terjadi penangkapan ikan berlebihan di wilayah tersebut. Jika iya, rehabilitasi sumber daya perikanan harus menjadi prioritas. Tujuannya adalah untuk mengembalikan kelimpahan ikan dan menjaga keberlanjutan sumber daya laut di wilayah tersebut. Dalam implementasinya, penataan zona penangkapan juga harus mempertimbangkan dinamika pemanfaatan sumber daya oleh berbagai kelompok pengguna, termasuk nelayan lokal dan nelayan dari luar daerah. Ketimpangan akses dan dominasi oleh kelompok tertentu dapat memicu ketegangan sosial serta memperparah tekanan terhadap sumber daya di wilayah tertentu. Oleh karena itu, zonasi yang berbasis data spasial dan partisipasi aktif para pemangku kepentingan sangat diperlukan untuk memastikan distribusi pemanfaatan yang adil dan efisien. Dengan cara ini, zonasi tidak hanya menjadi alat teknis pengaturan ruang laut, tetapi juga berfungsi sebagai sarana membangun keadilan sosial dan menjaga harmoni antarpelaku perikanan di kawasan pesisir.

Pendekatan ini juga dapat membantu mencegah degradasi lebih lanjut terhadap ekosistem laut dan menjaga stabilitas populasi ikan. Dengan membagi wilayah penangkapan menjadi zona-zona yang sesuai dengan tingkat kelimpahan ikan dan aktivitas penangkapan yang ada, diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan bagi nelayan dan ekosistem laut secara keseluruhan. Selain itu, penerapan zona penangkapan ikan juga dapat memperkuat manajemen perikanan dan pengawasan terhadap praktik penangkapan yang berlebihan. Ini menciptakan landasan yang lebih solid untuk pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan, yang mengutamakan keberlanjutan

ekologi dan sosial di samping keberlanjutan ekonomi. Dengan menerapkan pendekatan ini secara holistik dan berbasis ilmiah, diharapkan dapat menciptakan hubungan yang lebih harmonis antara nelayan lokal dan pendatang, sambil memastikan bahwa sumber daya ikan yang berharga dapat dijaga dan dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk generasi mendatang. Untuk itu, pengaturan zona dan waktu penangkapan perlu dirancang tidak hanya sebagai upaya konservasi, tetapi juga sebagai instrumen adaptif yang responsif terhadap dinamika ekologi dan sosial di lapangan. Pendekatan ini menekankan pentingnya sinkronisasi antara data ilmiah, seperti musim pemijahan dan pola migrasi ikan, dengan praktik pengelolaan yang diterapkan oleh nelayan. Dengan menyelaraskan regulasi berbasis sains dan kearifan lokal, kebijakan zonasi dan waktu penangkapan dapat diformulasikan secara lebih kontekstual sehingga mudah diimplementasikan dan diterima oleh masyarakat. Inilah yang menjadi dasar penting dalam penerapan strategi yang dikembangkan dari hasil kajian Tuapetel (2021a; 2021b), sebagai upaya nyata menuju tata kelola perikanan ikan terbang yang lebih adil dan berkelanjutan.

Pengaturan zona dan waktu penangkapan ikan terbang, hasil kajian Tuapetel (2021a; 2021b) yang tercantum dalam Tabel 7.3 dan Tabel 7.4 dapat diadopsi dan diterapkan secara bertahap atau menyeluruh, sesuai dengan kondisi lapangan. Pengaturan ini didasarkan pada analisis hasil tangkapan dan aspek biologi ikan terbang, khususnya kondisi telur dan musim pemijahan ikan. Dengan memahami kapan dan di mana ikan terbang bertelur, serta musim pemijahannya, pengaturan yang lebih efektif dan berkelanjutan dapat diterapkan. Implementasi ini memungkinkan pengelolaan yang lebih baik terhadap sumber daya ikan terbang, memastikan populasi ikan dapat bereproduksi dengan baik, dan menjaga keseimbangan ekosistem laut. Penetapan zona penangkapan tertentu dan penjadwalan waktu penangkapan yang tepat akan mengurangi tekanan pada populasi ikan terbang dan membantu memulihkan stok ikan. Selain itu, penyesuaian berdasarkan kondisi lapangan memastikan bahwa kebijakan yang diterapkan relevan dan efektif di setiap daerah. Dengan pendekatan yang terencana dan berbasis data ini, keberlanjutan sumber daya ikan dapat terjaga, mendukung ekosistem laut yang sehat dan komunitas

nelayan yang sejahtera. Sebagai kelanjutan dari pendekatan zonasi dan waktu penangkapan berbasis data biologi ikan, strategi pengelolaan juga perlu mempertimbangkan dimensi temporal secara lebih spesifik, terutama pada periode-periode krusial dalam siklus hidup ikan terbang. Dalam konteks ini, integrasi antara data musim pemijahan dan kebijakan penutupan wilayah perikanan menjadi sangat penting untuk diterapkan secara sinergis. Upaya ini tidak hanya memperkuat dasar ilmiah dari kebijakan pengelolaan, tetapi juga memberikan ruang bagi regenerasi alami populasi ikan. Oleh karena itu, penerapan strategi moratorium pada musim pemijahan menjadi langkah lanjutan yang logis dan strategis dalam mendukung efektivitas zonasi yang telah ditetapkan. Pendekatan ini kemudian dijabarkan lebih lanjut melalui strategi teknis yang tertuang dalam Tabel 7.3, yang menegaskan pentingnya sinkronisasi antara waktu penutupan dan pembukaan kembali penangkapan ikan terbang.

Strategi moratorium penangkapan ikan terbang di perairan Maluku diuraikan dalam Tabel 7.3, dengan penerapan teknik buka-tutup waktu dan lokasi penangkapan. Pada masa pramusim awal, yaitu puncak musim pemijahan (Mei-Juni-Juli), disarankan untuk menerapkan penutupan atau moratorium penangkapan. Langkah ini bertujuan memberikan kesempatan bagi ikan terbang untuk bertelur dan memijah secara aman sehingga memastikan keberhasilan generasi baru. Setelah itu, pada bulan Agustus-September-Oktober (termasuk pasca musim pemijahan), kegiatan penangkapan dapat dilanjutkan kembali. Dengan demikian, strategi ini mengatur waktu penangkapan sesuai dengan siklus pemijahan ikan terbang, memungkinkan regenerasi populasi ikan dengan efektif. Penutupan sementara selama masa pemijahan adalah langkah proaktif untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ikan, sambil memastikan bahwa aktivitas penangkapan dapat dilanjutkan setelah musim pemijahan berakhir. Pendekatan ini diharapkan dapat menjaga keseimbangan populasi ikan terbang dan mendukung keberlanjutan ekosistem perairan jangka panjang.

Tabel 7.3 Strategi Moratorium Dengan Buka-Tutup Waktu Pemijahan

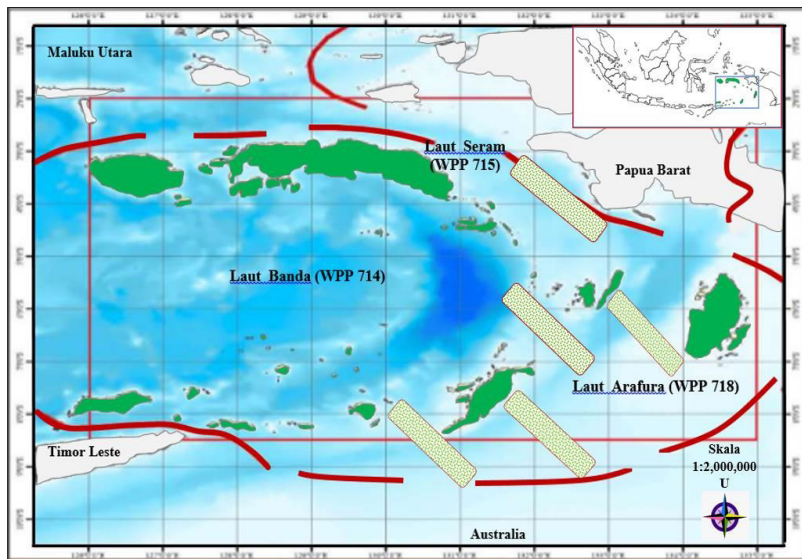
Bulan	Hasil tangkapan telur/kapal (kg)	Musim pemijahan (Berdasarkan TKG)	Strategi buka tutup (Moratorium)
Mei	92	Pramusim	Tutup
Jun	153	Puncak musim	Tutup
Jul	185	Puncak musim	Tutup/Buka
Agu	203	Puncak musim	Buka
Sep	149	Pascamusim	Buka
Okt	56	Pascamusim	Buka

Sumber: Tuapetel (2020; 2021b; 2021c)

Selain pengaturan waktu penangkapan, strategi konservasi sumber daya ikan terbang juga perlu dilengkapi dengan pendekatan spasial yang mempertimbangkan lokasi-lokasi penangkapan utama. Integrasi antara dimensi temporal dan spasial dalam kebijakan moratorium akan memberikan dampak yang lebih signifikan dalam menekan tekanan eksploitasi selama periode dan lokasi kritis. Pendekatan ini memperkuat efektivitas kebijakan buka-tutup yang tidak hanya berbasis pada musim pemijahan, tetapi juga memperhatikan intensitas pemanfaatan di masing-masing wilayah *fishing ground*. Oleh karena itu, strategi buka-tutup berdasarkan pembagian tahun ganjil dan genap menjadi alternatif implementatif yang adaptif, sekaligus mendorong distribusi tekanan penangkapan secara lebih merata. Skema ini memungkinkan habitat dan populasi ikan terbang di masing-masing lokasi memiliki waktu pemulihan yang memadai, serta mendukung keseimbangan ekologis antarwilayah penangkapan di perairan Maluku dan sekitarnya.

Pengaturan lokasi penangkapan untuk membatasi eksploitasi *fishing ground* dapat diimplementasikan melalui strategi moratorium penangkapan. Strategi ini mencakup opsi buka-tutup pada setiap lokasi *fishing ground* berdasarkan tahun ganjil dan genap. Pendekatan ini melibatkan rotasi antara waktu dan lokasi *fishing ground* untuk mengatur pemanfaatan sumber daya secara adil dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, pada tahun ganjil, rencananya adalah menutup lokasi *fishing ground* di perairan Dobo dan Saumlaki (WPP 718),

sementara lokasi di perairan Papua Barat dan Laut Seram Timur (WPP 715), serta perairan Tanimbar Kei dan perairan perbatasan Indonesia-Australia (WPP 718) akan dibuka untuk penangkapan. Sebaliknya, pada tahun genap, penutupan akan diterapkan di perairan Papua Barat dan Laut Seram Timur (WPP 715), serta perairan Tanimbar Kei dan perairan perbatasan Indonesia-Australia (WPP 718), sedangkan lokasi di perairan Dobo dan Saumlaki (WPP 718) akan dibuka untuk penangkapan. Daerah penangkapan telur ikan terbang di perairan Maluku tersaji pada Gambar 7.1.



Sumber: Tuapetel (2021b)

Gambar 7.1 Daerah Penangkapan Telur Ikan Terbang Perairan Maluku

Skema buka-tutup berdasarkan pembagian tahun ganjil dan genap tersebut tidak hanya dirancang untuk membagi beban eksploitasi secara merata antarwilayah, tetapi juga sebagai bentuk adaptasi terhadap variasi ekologis dan dinamika pemijahan antarlokasi. Perbedaan tingkat tekanan penangkapan di masing-masing wilayah membuat penerapan rotasi lokasi menjadi penting untuk menghindari eksploitasi berlebihan yang terpusat di satu kawasan saja. Dengan pendekatan spasial-temporal

ini, manajemen penangkapan ikan terbang menjadi lebih fleksibel dan responsif terhadap kondisi ekosistem setempat.

Selain itu, skema ini memberikan ruang bagi pemulihan populasi ikan secara alami di wilayah yang ditutup sehingga potensi pemijahan dan rekrutmen stok dapat berlangsung lebih optimal. Strategi ini juga dapat disinergikan dengan data pemantauan hasil tangkapan dan musim pemijahan, guna memastikan intervensi pengelolaan yang berbasis bukti. Strategi ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang seimbang bagi populasi ikan di berbagai wilayah perairan. Dengan melakukan rotasi penangkapan antarlokasi dan waktu, diharapkan tekanan terhadap populasi ikan dapat dikelola dengan lebih efektif, sambil memberikan kesempatan bagi daerah-daerah tertentu untuk pulih dan berkembang. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan untuk mengurangi konflik antara nelayan yang bersaing untuk sumber daya yang terbatas. Dengan mengatur secara adil waktu dan tempat penangkapan, diharapkan dapat menciptakan kerja sama yang lebih baik di antara para nelayan dan mendukung keberlanjutan ekonomi mereka. Penerapan strategi ini memerlukan koordinasi yang baik antara pemerintah, nelayan, dan pemangku kepentingan lainnya, serta pengawasan yang ketat untuk memastikan kepatuhan terhadap kebijakan moratorium penangkapan (Tabel 7.4). Dengan demikian, langkah ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam menjaga keberlanjutan sumber daya ikan dan lingkungan laut di perairan Maluku.

Tabel 7.4 Strategi moratorium dengan buka-tutup lokasi *fishing ground* ikan terbang (Exocoetidae) di Kepulauan Maluku.

Tahun	<i>Fishing Ground</i>				
	Perairan Papua Barat dan Laut Seram Timur	Perairan Dobo	Perairan Tanimbar Kei	Perairan Saumlaki	Perairan Perbatasan RI-Australia
Ganjil	Buka	Tutup	Buka	Tutup	Buka
Genap	Tutup	Buka	Tutup	Buka	Tutup

Sumber: Tuapetel (2020; 2021b)

Langkah-langkah ini dirancang untuk mengatur aktivitas penangkapan dengan bijaksana, dengan mempertimbangkan keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya ikan terbagi di wilayah perairan tersebut. Melalui rotasi lokasi dan waktu penangkapan, tujuannya adalah mengatur tekanan terhadap populasi ikan secara lebih efektif, sambil memastikan bahwa daerah-daerah tertentu memiliki kesempatan untuk pulih dan berkembang. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa pengelolaan sumber daya perikanan berjalan lebih terarah dan berkelanjutan, sesuai dengan kebutuhan nelayan dan industri perikanan, serta tetap memperhatikan keseimbangan ekologis. Diharapkan bahwa dengan menerapkan strategi ini, lingkungan yang lebih stabil dapat diciptakan bagi nelayan dan ekosistem laut secara keseluruhan. Untuk mendukung keberhasilan strategi tersebut, diperlukan integrasi antara pendekatan teknis dan kebijakan yang menyeluruh. Strategi rotasi penangkapan tidak akan efektif tanpa diimbangi dengan kerangka regulasi yang kuat serta sistem pemantauan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan kebijakan pengelolaan harus didasarkan pada data ilmiah yang akurat mengenai dinamika stok ikan, musim pemijahan, dan kapasitas tangkap nelayan. Pengelolaan berbasis bukti ini memungkinkan perumusan kebijakan yang adaptif terhadap perubahan ekologi dan sosial di lapangan. Selain itu, transparansi dalam pengambilan keputusan dan kejelasan pembagian peran antarlembaga juga menjadi faktor penting dalam memastikan strategi ini dapat dijalankan secara konsisten dan akuntabel.

Pengelolaan yang bijaksana mencakup penetapan kebijakan yang mempertimbangkan dampak setiap tindakan terhadap sumber daya laut dan lingkungan sekitarnya. Ini termasuk prinsip-prinsip keberlanjutan dalam setiap keputusan pengelolaan, termasuk pembatasan penangkapan, pengawasan terhadap praktik penangkapan yang berlebihan, dan upaya rehabilitasi ekosistem laut yang terdegradasi. Selain itu, partisipasi aktif nelayan dan pemangku kepentingan lainnya dalam proses pengambilan keputusan sangat penting untuk menciptakan dukungan yang kuat bagi kebijakan pengelolaan yang efektif. Dengan memperkuat kerja sama antara pemerintah, nelayan, ilmuwan, dan masyarakat sipil, diharapkan dapat menciptakan fondasi yang solid untuk pengelolaan sumber daya

perikanan yang berkelanjutan dan dapat diterima oleh semua pihak yang terlibat.

Sudah saatnya Indonesia, khususnya di kawasan timur seperti Maluku, mengadopsi kebijakan strategis dan visioner demi menyelamatkan sumber daya unggulan nasional, yakni sumber daya ikan terbang (Rahman & Rasulong, 2015), khusus telur maupun seratnya (Murwani et al., 2020). Belajar dari keberhasilan Peru dalam menjaga kelestarian sumber dayanya, sistem buka-tutup berbasis musim pemijahan telah terbukti efektif dalam menstabilkan stok dan memastikan keberlanjutan ekonomi nelayan (Canales & Cubillos 2021). Peru secara disiplin menutup seluruh kegiatan penangkapan saat ikan memijah, lalu hanya membuka akses setelah stok pulih, didukung teknologi seperti VMS dan e-logbook yang memungkinkan pengawasan *real-time* (Del Solar et al., 2024).

Indonesia memiliki dasar ilmiah yang kuat untuk menerapkan kebijakan serupa. Hasil riset menunjukkan bahwa musim pemijahan ikan terbang di perairan Indonesia berlangsung dari April hingga Oktober (Suwarso et al., 2017; Nur, 2023), dengan puncaknya pada Juni–Agustus (Shakhovskoy & Parin, 2013; Chang et al., 2022; Retraubun et al., 2023). Oleh karena itu, kebijakan moratorium penangkapan selama lima bulan, yakni April hingga Agustus pada puncak pemijahan, diusulkan sebagai masa penutupan total, kemudian dibuka sebagai waktu penangkapan mulai September hingga Oktober, saat populasi telah kembali stabil.

Pendekatan pengelolaan berbasis kuota pemanfaatan sumber daya ikan dan teknologi pemantauan mutakhir bukan sekadar langkah menjaga ekologi, tetapi juga strategi merancang ulang kesejahteraan masyarakat pesisir (Su et al., 2025). Salah satu solusi konkret yang dapat diterapkan adalah penetapan kuota pemanfaatan ikan terbang secara proporsional, misalnya maksimal 70% dari potensi produksi lestari tahunan (MSY), sementara 30% sisanya dibiarkan sebagai cadangan regeneratif untuk menjaga kelestarian stok. Kebijakan ini telah berhasil diterapkan di Selandia Baru (Medeiros-Leal et al., 2025) dan Norwegia (Kourantidou & Kaiser, 2021), yang secara konsisten memelihara

populasi perikanan mereka sambil mendorong pertumbuhan ekonomi sektor kelautan.

Selain itu, pemberlakuan kewajiban penggunaan sistem pemantauan kapal, seperti *Vessel Monitoring System* (VMS) dan e-logbook pada armada penangkap akan memperkuat sistem pengawasan dan mempercepat pengambilan keputusan adaptif—termasuk penutupan sementara zona tangkap saat indikator ekologis menunjukkan tekanan berlebih. Indonesia dapat mengadopsi model Jepang, yang menggunakan teknologi serupa untuk mengatur musim tangkap cumi dan ikan teri secara *real time* berdasarkan data pergerakan armada dan dinamika populasi (Kuroda, 2023). Langkah ini tidak hanya memastikan keberlanjutan, tetapi juga membuka peluang pertumbuhan industri *agrifood* dalam negeri yang kompetitif. Pasar ekspor, seperti Jepang, Korea Selatan, dan Tiongkok memiliki permintaan stabil terhadap telur ikan premium, dan keberlanjutan stok menjadi kunci menjaga kepercayaan dagang (da Silva & Conte-Junior, 2024). Dalam konteks ini, nelayan Maluku memperoleh kepastian usaha dan pembagian manfaat yang lebih adil atas sumber daya laut mereka. Kini saatnya menyusun ulang tata kelola perikanan nasional yang berlandaskan prinsip keberlanjutan, kemakmuran, dan kedaulatan pangan laut, dengan memprioritaskan kesejahteraan nelayan lokal. Jangan biarkan generasi mendatang hanya mendengar kisah tentang kekayaan laut yang telah hilang. Mari bertindak sekarang—menyelamatkan dan mengelola “emas kuning” ini demi masa depan yang lebih cerah, dengan mengawali dengan tindakan nyata yang didukung oleh kebijakan pemerintah yang memihak dan turut memikirkan kesejahteraan masyarakat pesisir Maluku.

Selama lebih dari dua dekade, eksploitasi telur ikan terbang di perairan Maluku telah menjadi ladang persinggungan berbagai kepentingan. Armada patorani dari Sulawesi, dengan daya jangkauan kapal besar mereka, terus melakukan penangkapan hingga mendekati batas perairan Australia. Di sisi lain, nelayan lokal Maluku dengan perahu kecil hanya mampu beroperasi di sekitar pesisir. Ketimpangan ini telah memicu konflik sosial yang berulang serta menciptakan ketidakadilan dalam akses dan manfaat sumber daya yang seharusnya dimiliki

bersama secara adil. Untuk itu, pembagian zona penangkapan berbasis kapasitas armada dan asal wilayah menjadi kebutuhan mendesak demi meredam konflik dan mendorong pengelolaan yang inklusif. Zonasi ini juga memberikan pengakuan terhadap hak nelayan lokal sekaligus menjamin keberlanjutan ekosistem laut.

Model zonasi yang diusulkan: >12 mil laut dikhususkan bagi armada besar seperti patorani dari Sulawesi yang memiliki kemampuan teknis dan fisik menjangkau wilayah *offshore* tanpa bersinggungan langsung dengan wilayah tangkap nelayan lokal. Sementara ≤12 mil laut diperuntukkan bagi nelayan lokal Maluku dengan kapal kecil (<10 GT), sebagai bentuk afirmasi atas hak kelola masyarakat pesisir dan upaya menghindari potensi “perang sumber daya” akibat tumpang tindih operasi armada. Mekanisme implementasi zonasi: Zonasi bersifat dinamis, ditetapkan berdasarkan data stok ikan terkini dan analisis pola pelayaran harian. Pemberian izin usaha penangkapan disesuaikan dengan zona operasional masing-masing armada dan direviu secara berkala setiap tahun untuk menjaga fleksibilitas dan adaptasi terhadap dinamika sumber daya. Diterapkan sistem insentif dan sanksi. Contohnya, armada lokal dapat memperoleh akses zona lebih luas jika mengikuti pelatihan pengolahan hasil tangkapan atau diversifikasi produk sehingga memberi nilai tambah dan memperkuat daya saing (Penca et al., 2021). Contoh praktik baik, seperti di Teluk Thermaikos di bagian Barat dan Laut Thrakia di Perairan Yunani telah berhasil menerapkan model zonasi berdasarkan kepadatan armada dan karakter musiman jenis ikan tertentu (Spondylidis et al., 2023). Zonasi semacam ini telah terbukti mengurangi konflik, meningkatkan hasil tangkapan yang berkelanjutan, serta memperkuat peran kelembagaan lokal dalam tata kelola perikanan. Untuk konteks kepulauan seperti Maluku, penerapan zonasi memerlukan dukungan navigasi sederhana dan penggunaan GPS dasar (Leisubun et al., 2025), serta penguatan kelembagaan adat dan lokal sebagai aktor pengawas lapangan (Abrahamz et al., 2022). Dengan kombinasi data ilmiah, partisipasi masyarakat, dan kehendak politik yang kuat, zonasi penangkapan telur ikan terbang dapat menjadi terobosan strategis menjaga keadilan sumber daya dan masa depan ekonomi biru Maluku.

D. Penetapan Zona Konservasi

Tekanan eksploitasi terhadap telur ikan terbang melalui pemasangan bale-bale di wilayah pesisir Maluku telah menimbulkan dampak ekologis yang semakin nyata (Retraubun et al., 2024). Aktivitas ini tidak hanya memengaruhi kelangsungan populasi ikan terbang itu sendiri, tetapi juga merusak habitat penting, seperti terumbu karang, padang lamun, dan wilayah pengasuhan biota laut lainnya. Ketidakhadiran tata kelola konservatif dapat memicu kerusakan permanen pada ekosistem yang menjadi fondasi produktivitas laut jangka panjang (Condie et al., 2022). Dalam konteks ini, penetapan zona konservasi berbasis pendekatan *Marine Protected Area* (MPA) menjadi langkah strategis dan mendesak. Sebagaimana telah diterapkan secara terbatas di wilayah MPA Maluku Tenggara (Teniwut et al., 2022), pendekatan ini terbukti mampu memulihkan stok sumber daya laut secara signifikan dan berkelanjutan. Untuk itu, perluasan dan penguatan MPA yang terintegrasi dengan praktik penangkapan ikan terbang menjadi prioritas kebijakan yang tidak bisa ditunda.

Salah satu strategi yang diusulkan adalah pembentukan bale-bale permanen di lokasi-lokasi strategis, seperti Papua Barat, Kepulauan Kei, Dobo, dan Saumlaki. Bale-bale ini akan dibangun dengan material ramah lingkungan serta bertahan diletakkan dalam air dan tidak mudah lapuk, dilengkapi teknologi pemantauan seperti kamera bawah air dan sensor kedalaman. Selain menjadi sarana perlindungan dan pengamatan ilmiah terhadap proses pemijahan serta migrasi ikan terbang, struktur ini juga dapat diintegrasikan sebagai tempat alami untuk induk ikan terbang memijah sekaligus sebagai tempat perlindungan. Model zonasi dalam kawasan konservasi ini mencakup:

- 1) zona inti (*no-take zone*): wilayah larangan penuh untuk melindungi daerah pemijahan dan pengasuhan, serta
- 2) zona pemanfaatan: area yang berada di luar peletakan bale-bale permanen tersebut dengan jarak sekitar 10.000 meter.

Hal ini untuk mencegah tersangkutnya bale-bale nelayan dengan bale-bale permanen yang menjadi zona konservasi tersebut. Struktur zona tersebut harus disusun berdasarkan hasil survei sosial-ekonomi,

pemetaan partisipatif, dan konsultasi publik. Ini akan memastikan keberterimaan dan dukungan dari masyarakat lokal maupun nelayan andon dari luar Maluku yang datang untuk memanen telur ikan terbang setiap musim penangkapan disertai peraturan serta pengawasan yang ketat serta melekat dengan melibatkan semua *stakeholder* terkait. Partisipasi aktif masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya adalah kunci keberhasilan. Nelayan dan komunitas pesisir akan dilatih untuk membangun, mengelola, dan merawat bale-bale permanen sekaligus memanfaatkan produk turunannya, seperti serat telur untuk kosmetik, suplemen Omega-3, dan bahan obat. Dalam jangka panjang, nilai ekonomi yang dihasilkan bahkan bisa melampaui nilai tangkapan tradisional. Sementara itu, akademisi dan peneliti dapat diberdayakan untuk melakukan riset dan pengembangan bale-bale permanen lebih lanjut, seperti pengembangan teknologi inkubasi telur, seleksi indukan, hingga pembentukan generasi kedua ikan terbang yang dapat dibudidayakan—sebuah langkah menuju keberlanjutan yang mandiri dan berdampak luas. Penetapan zona konservasi yang berbasis data ilmiah dan keterlibatan sosial, tidak hanya menyelamatkan satu spesies, tetapi membangun fondasi ekonomi biru yang tangguh (Winton et al., 2024), adil, dan berkelanjutan (Baker et al., 2023), terkhusus bagi masa depan Maluku dan bangsa Indonesia.

E. Rekomendasi untuk Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan implikasi dan kesimpulan yang dihasilkan dari kajian mengenai pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku, berikut adalah rekomendasi untuk penelitian. Dalam memahami dampak teknologi penangkapan yang digunakan oleh nelayan terhadap sumber daya ikan terbang, penelitian yang mendalam diperlukan. Fokus penelitian ini meliputi evaluasi alat tangkap yang digunakan oleh nelayan, termasuk penilaian terhadap keefektifannya dalam menangkap sumber daya ikan terbang serta dampaknya terhadap populasi ikan terbang itu sendiri (Retraubun et al., 2024). Pentingnya pembatasan penangkapan berdasarkan kuota menjadi sorotan utama dalam konteks ini. Oleh karena itu, penelitian kelayakan dan efektivitas kuota penangkapan menjadi aspek yang tidak bisa diabaikan. Melalui

penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan data dan informasi yang memadai untuk menentukan jumlah kuota yang tepat dan strategi implementasinya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mencegah praktik *overfishing* yang dapat mengancam keberlanjutan sumber daya ikan terbang. Dengan demikian, langkah-langkah perlindungan yang diperlukan dapat diambil untuk memastikan kelangsungan hidup populasi ikan terbang di masa mendatang. Sebagai hasil dari penelitian ini, diharapkan akan ada panduan yang lebih jelas dan sistematis dalam mengatur praktik penangkapan ikan terbang, serta implementasi kebijakan yang lebih efektif untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut.

Pentingnya pembatasan penangkapan berdasarkan kuota menjadi sorotan utama dalam konteks pengelolaan perikanan berkelanjutan. Dalam kasus ikan terbang, penetapan kuota berbasis ilmiah dinilai krusial untuk mencegah eksploitasi berlebih. Pendekatan serupa telah berhasil diterapkan di Finlandia pada pengelolaan stok ikan herring (*Clupea harengus*), di mana sistem *Total Allowable Catch* (TAC) dikombinasikan dengan *individual transferable quotas* (ITQs) terbukti mampu menjaga kelestarian populasi serta stabilitas ekonomi nelayan (Hanstén et al., 2021). Di Australia, pengelolaan ikan *orange roughy* juga menekankan pentingnya kajian stok dan evaluasi berkala kuota sebagai dasar penyesuaian kebijakan (Burch et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian lanjutan terkait kelayakan dan efektivitas penerapan kuota penangkapan untuk ikan terbang di Indonesia menjadi sangat relevan. Kajian ini bertujuan menghasilkan data ilmiah yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah kuota yang sesuai dan strategi implementasi pada Kepmen KP No. 74 Tahun 2024 tentang Rencana pengelolaan Sumber daya ikan terbang lima tahun kedepan (lihat Tabel 7.5). Hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan panduan yang lebih sistematis dalam pengaturan penangkapan ikan terbang serta menjadi basis kebijakan yang adaptif terhadap dinamika ekosistem. Upaya ini tidak hanya melindungi sumber daya ikan terbang, tetapi juga menempatkan Indonesia sejajar dengan negara-negara maju dalam praktik pengelolaan perikanan berbasis ilmu pengetahuan.

Tabel 7.5 Roadmap Penelitian 5 Tahun untuk Mendukung Kepmen KP No. 74 Tahun 2024

Ta- hun	Fokus Riset	Tujuan	Pendekatan
1	Evaluasi alat tangkap	Menilai dampak teknologi terhadap ekologi ikan terbang	Survei alat tangkap, uji selektivitas, analisis CPUE
2	Studi kelayakan kuota	Menentukan TAC dan strategi implementasi	Bioekonomi, model populasi, studi kelem- bagaan
3	Simulasi moratorium	Mengukur efek bu- ka-tutup lokasi/waktu	Percobaan lapangan, ob- servasi CPUE & ukuran ikan
4	Dinamika sosial-ekonomi	Memetakan aktor & konflik lokal vs pen- datang	<i>Mixed method</i> : kuantitatif & kualitatif
5	Evaluasi edukasi masyarakat	Menilai efektivitas kampanye dan rancangan strategi baru	Survei partisipatif, studi budaya lokal

Studi mengenai efektivitas moratorium penangkapan dengan teknik buka-tutup waktu dan lokasi penangkapan perlu dilakukan. Penelitian ini akan mengevaluasi dampak moratorium terhadap populasi ikan terbang, termasuk peningkatan keberhasilan rekrutmen generasi baru dan pemulihan populasi ikan terbang. Selanjutnya, untuk memahami lebih lanjut dinamika pemanfaatan sumber daya ikan terbang, diperlukan analisis mengenai peran dan kontribusi nelayan lokal dan pendatang dalam penangkapan ikan terbang. Penelitian ini akan membantu dalam pengembangan strategi pengelolaan yang berpihak pada nelayan lokal dan meminimalkan dampak negatif dari nelayan pendatang, serta penting untuk melakukan penelitian mengenai efektivitas program edukasi dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sumber daya ikan terbang. Studi ini akan membantu dalam mengevaluasi efektivitas program yang sudah ada dan mengidentifikasi strategi edukasi yang lebih efektif untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang keberlanjutan sumber daya ikan terbang. Dengan melakukan penelitian-penelitian

ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku dan membantu dalam pengembangan strategi pengelolaan yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ikan terbang dan keseimbangan ekosistem laut di wilayah perairan Maluku.

Pendekatan moratorium penangkapan dengan teknik buka-tutup waktu dan lokasi penangkapan, telah terbukti efektif di beberapa negara dalam mengelola sumber daya perikanan rentan. Sebagai contoh, di Jepang, sistem *spatio-temporal fishing closures* berhasil diterapkan untuk melindungi masa pemijahan ikan *saury* dan *chub mackerel*, yang berdampak pada peningkatan keberhasilan rekrutmen dan pemulihan stok (Ohno et al., 2023). Di Amerika Serikat, moratorium sementara untuk ikan cod di Teluk Maine memberikan waktu bagi stok ikan untuk pulih, meskipun membutuhkan dukungan sosial ekonomi yang kuat untuk nelayan lokal (Waller et al., 2023). Sejalan dengan itu, studi tentang peran dan kontribusi nelayan lokal dan pendatang menjadi penting dalam memahami distribusi manfaat dan tekanan penangkapan. Di wilayah pesisir Ghana, studi serupa menunjukkan bahwa dominasi armada penangkap pendatang memicu konflik sosial dan penurunan akses ekonomi nelayan tradisional (Asiedu et al., 2022). Hasil ini relevan untuk konteks Maluku, di mana keberpihakan kebijakan terhadap nelayan lokal perlu ditekankan guna menjaga keadilan dan keberlanjutan sosial. Selain itu, efektivitas program edukasi dan kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan sumber daya ikan juga memerlukan evaluasi. Di Filipina, program *community-based fisheries management* menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan partisipasi masyarakat lokal setelah adanya intervensi pendidikan berbasis budaya lokal (Uy Jr et al., 2023). Studi seperti ini dapat diterapkan di Maluku untuk menilai efektivitas kampanye yang telah dijalankan dan merancang strategi edukasi baru yang lebih kontekstual dan berkelanjutan.

BAB VIII

Arah Pengelolaan Sumber Daya Ikan Terbang di Kepulauan Maluku

Meskipun dari tingkat keragaman jenis dan potensi sumber dayanya tergolong tinggi, tetapi dalam hal aspek pemanfaatannya, sumber daya ikan terbang perairan Provinsi Maluku menunjukkan situasi yang sangat memprihatinkan. Tingginya tingkat eksploitasi, khususnya terhadap telur dan induk ikan terbang yang sedang memijah, telah mengakibatkan terjadinya *overfishing*. Kondisi *overfishing* menggambarkan tekanan besar terhadap biomassa. Artinya, jumlah ikan yang tertangkap jauh melebihi kemampuan populasi untuk pulih sehingga populasi ikan terbang terus menurun secara signifikan. Akibatnya, keberlanjutan populasi ikan terbang di perairan Maluku dalam kondisi terancam.

Dengan tekanan penangkapan yang terus meningkat tersebut, jumlah populasi ikan terbang di wilayah ini akan terus berkurang sehingga berpeluang menciptakan ketidakseimbangan ekosistem laut. Situasi ini tidak hanya berdampak pada kelangsungan hidup spesies tersebut, tetapi juga mengancam kesejahteraan masyarakat setempat yang sangat bergantung pada sumber daya ini sebagai mata pencaharian mereka. Oleh karena itu, diperlukan tindakan segera untuk mengelola

dan mengatur pemanfaatan sumber daya ikan terbang secara lebih berkelanjutan, termasuk pembatasan penangkapan dan perlindungan habitat pemijahan, guna memastikan kelangsungan populasi ikan terbang di masa depan.

Jika fenomena overeksploitasi ini tidak segera diatasi melalui pengelolaan yang efektif, akan timbul potensi terjadinya fenomena “*fishing down food webs*” (Pauly et al., 1998). Fenomena ini terjadi ketika ikan-ikan komersial penting yang menjadi target utama penangkapan mengalami penurunan populasi karena mereka berada di puncak rantai makanan. Penurunan populasi ikan-ikan tersebut menyebabkan pergeseran ke spesies pengganti yang berada pada tingkat trofik lebih rendah dan memiliki nilai komersial yang lebih rendah (Latuconsina, 2020). *Fishing down food webs* akan memengaruhi keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan. Ikan-ikan yang berada di puncak rantai makanan memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas ekosistem. Ketika populasi mereka menurun drastis, spesies yang biasanya berada di tingkat trofik lebih rendah akan menjadi lebih dominan (Cury et al., 2005). Hal ini tidak hanya mengurangi nilai ekonomi dari perikanan, tetapi juga dapat menyebabkan perubahan signifikan dalam struktur ekosistem dan fungsi ekologisnya.

Overfishing atau penangkapan ikan secara berlebihan tidak hanya berdampak pada keseimbangan ekosistem laut, tetapi juga membawa kerugian ekonomi yang besar (Pauly et al., 2002; Pascoe, 2012). Stok ikan menurun drastis, ukuran ikan yang tertangkap makin kecil, dan kemampuan reproduksi terganggu. Terdapat tiga jenis *overfishing* yang umum: *recruitment overfishing* terjadi saat terlalu banyak ikan dewasa ditangkap hingga tidak cukup tersisa untuk bereproduksi; *growth overfishing* terjadi jika ikan ditangkap sebelum mencapai ukuran optimal; sedangkan *economic overfishing* terjadi ketika biaya penangkapan melebihi nilai hasil tangkapan (Gulland, 1983; Hilborn & Walters, 2013). Dalam banyak kasus, terutama di wilayah dengan sistem *open access*, siapa pun bebas menangkap ikan tanpa batasan. Hal ini membuat pengendalian eksploitasi sangat sulit, dan upaya pengelolaan perikanan berkelanjutan menjadi tidak efektif. Akibatnya,

tekanan terhadap sumber daya terus meningkat dan mengancam keberlanjutan jangka panjang.

Kondisi *overfishing* di Indonesia, khususnya di perairan Maluku, kian memburuk akibat praktik penangkapan ikan yang tidak terkendali dan tidak teratur. Salah satu penyebab utama adalah tingginya pemanfaatan telur ikan, yang sebenarnya merupakan bagian dari *plasma nutfah* penting bagi rekrutmen stok dan kelangsungan spesies tersebut di alam (Wang et al., 2024), yang jika dewasa akan berkontribusi untuk menjaga keseimbangan rantai makanan dalam ekosistem perairan laut bagi predator di atasnya. Untuk mengejar hasil maksimal, banyak nelayan memodifikasi alat tangkap, seperti bale-bale tanpa memperhatikan aspek keberlanjutan (Retraubun et al., 2024). Modifikasi berupa penambahan helai daun kelapa atau bambu ini sering kali bersifat tidak ramah lingkungan dan justru menangkap telur ikan terbang dalam jumlah besar tanpa seleksi. Akibatnya, populasi ikan terbang, yang diduga merupakan subspecies lokal bukan perunya jauh dan khas secara geografis mengalami tekanan serius. Jika populasinya kolaps di satu lokasi, keberadaannya bisa hilang secara permanen (Tuapetel et al., 2024a). Dampaknya tidak hanya terhadap ikan terbang, tetapi juga terhadap spesies predator di atasnya, seperti tuna, yang hasil tangkapannya makin menurun. Untuk mengatasi hal ini, arah kebijakan pengelolaan harus difokuskan pada pengendalian penggunaan alat tangkap agar sesuai dengan prinsip berkelanjutan. Bale-bale perlu diatur secara teknis, seperti pembatasan jumlah helai daun kelapa, pengaturan jarak antarunit, serta penyesuaian waktu operasional agar tidak mengganggu musim pemijahan. Di lapangan, implementasi kebijakan ini dapat dilakukan melalui sosialisasi, pelatihan kepada nelayan, dan penguatan peran Pokmaswas. Pengawasan bersifat partisipatif, didukung oleh teknologi sederhana seperti pelaporan berbasis aplikasi atau pencatatan manual. Monitoring rutin oleh dinas perikanan cabang dinas provinsi Maluku, dinas kota/kabupaten yang wilayahnya merupakan area pemanfaatan telur ikan terbang, serta lembaga penelitian terkait diperlukan untuk mengevaluasi dampak ekologis secara berkala. Pendekatan ini akan mendorong praktik penangkapan yang lebih selektif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan di masa depan.

Upaya lain yang mendesak adalah restrukturisasi armada di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) dengan fokus pada optimalisasi. Ini berarti perlu ada peninjauan menyeluruh terhadap armada perikanan yang beroperasi di WPP, dengan tujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya perikanan yang tersedia. Restrukturisasi ini harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk kapasitas muat kapal dan jumlah tangkapan yang diizinkan dalam zona-zona tangkap yang ditetapkan, baik di tingkat daerah maupun pusat. Pertama-tama, perlu dilakukan penilaian menyeluruh terhadap jumlah dan jenis kapal yang beroperasi di setiap zona tangkap. Ini akan membantu dalam menentukan apakah armada saat ini sesuai dengan kebutuhan perikanan setempat ataukah terlalu besar, yang dapat mengakibatkan penangkapan ikan berlebihan. Selain itu, pembatasan jumlah kapal penangkap ikan harus didasarkan pada kapasitas muat dan jumlah tangkapan yang diizinkan dalam upaya untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Hal ini bisa dilakukan dengan menetapkan kuota tangkapan untuk setiap jenis kapal, serta mengatur batas maksimum tangkapan yang dapat diambil oleh masing-masing kapal dalam satu periode tertentu. Dengan mengimplementasikan restrukturisasi armada dan pembatasan jumlah kapal penangkap berdasarkan kapasitas muat dan kuota tangkapan yang diizinkan, diharapkan dapat menciptakan keseimbangan yang lebih baik antara eksploitasi perikanan dan keberlanjutan sumber daya laut. Ini akan memberikan manfaat jangka panjang bagi para nelayan, industri perikanan, dan lingkungan laut secara keseluruhan.

Upaya untuk menjaga keberlanjutan sumber daya ikan, ada beberapa strategi pengelolaan yang dapat diterapkan. Salah satu strategi tersebut adalah pembatasan penangkapan dengan mengatur zona dan waktu penangkapan. Pendekatan ini bertujuan untuk mencegah penangkapan berlebih yang dapat membahayakan kelangsungan hidup populasi ikan. Dengan mengatur zona dan waktu penangkapan, upaya penangkapan ikan dapat tersebar secara merata, mengurangi risiko penumpukan aktivitas penangkapan di area tertentu yang dapat mengakibatkan penurunan populasi ikan secara signifikan. Selain itu, pengaturan jumlah kapal penangkap yang beroperasi juga menjadi penting agar tidak melebihi kapasitas yang telah ditetapkan.

Upaya menjaga keberlanjutan sumber daya ikan terbang memerlukan strategi pengelolaan yang menyeluruh dan terkoordinasi. Implementasi strategi ini hanya dapat berhasil jika ada kerja sama erat antara pemerintah, nelayan, peneliti, dan pemangku kepentingan lainnya. Pengawasan yang ketat juga mutlak diperlukan untuk memastikan kepatuhan terhadap aturan yang berlaku. Selain pembatasan penangkapan, langkah strategis lainnya adalah membentuk kawasan konservasi perairan (MPA) khususnya di daerah pemijahan ikan terbang, seperti di lintang 6°–9° LS di perairan Maluku. Lokasi yang dapat direkomendasikan, antara lain: Perairan Seram Timur (berbatasan dengan Fakfak, Papua Barat), Perairan Tanimbar–Kei, sisi barat Kepulauan Aru, dan perairan sekitar Sera Saumlaki, hingga perbatasan dengan Australia. Kawasan ini merupakan habitat penting bagi spesies seperti *Hirundichthys oxycephalus*. Jenis perairan yang ideal dijadikan MPA meliputi daerah pemijahan, daerah pembesaran (*nursery ground*), jalur migrasi, dan zona bertelur. Penetapan kuota penangkapan per spesies dan pelarangan alat tangkap merusak juga harus menjadi bagian dari kebijakan. Penegakan hukum yang tegas terhadap pelanggaran sangat penting, disertai dengan pendidikan dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang dampak penangkapan berlebih. Ketika masyarakat memahami bahwa keberlanjutan sumber daya laut berdampak langsung pada mata pencaharian mereka maka partisipasi aktif dalam pelestarian akan tumbuh. Keberlanjutan ikan terbang hanya dapat tercapai melalui kolaborasi lintas sektor, pendekatan ilmiah, dan kebijakan yang tegas tetapi inklusif demi keberlanjutan bagi generasi mendatang.

Selanjutnya, perlu dipertimbangkan penetapan zona penangkapan yang memperhatikan kebutuhan nelayan lokal dan nelayan pendatang. Di wilayah perairan Maluku, nelayan pendatang sering kali dominan dalam memanfaatkan sumber daya ikan. Oleh karena itu, penetapan zona penangkapan harus dilakukan secara adil sehingga memberi kesempatan yang merata bagi nelayan lokal maupun pendatang. Dengan demikian, dapat tercipta keseimbangan dalam pemanfaatan sumber daya ikan tanpa mengabaikan kepentingan nelayan yang ada di lokasi tersebut. Langkah-langkah ini diharapkan dapat membantu menjaga keberlanjutan sumber daya ikan di perairan Maluku dan

memastikan bahwa pemanfaatan sumber daya tersebut berkelanjutan untuk generasi mendatang.

Strategi moratorium penangkapan dengan teknik buka-tutup waktu dan lokasi penangkapan telah diusulkan sebagai langkah yang berpotensi memberikan perlindungan bagi ikan terbang di perairan Maluku. Moratorium ini dirancang untuk menciptakan periode waktu di mana penangkapan ikan terbang dilarang sepenuhnya, yang akan diikuti oleh periode di mana penangkapan diperbolehkan dalam batas-batas waktu dan lokasi yang telah ditentukan. Tujuannya adalah untuk memberikan kesempatan kepada populasi ikan terbang untuk pulih dan berkembang biak secara optimal. Selama moratorium, ikan terbang akan bebas dari ancaman penangkapan, memungkinkan mereka untuk berkumpul dan melakukan proses pemijahan serta penetasan telur dengan aman. Dengan demikian, diharapkan bahwa moratorium ini akan mendukung peningkatan jumlah dan keberhasilan rekrutmen generasi baru ikan terbang. Melalui pendekatan ini, diharapkan bahwa populasi ikan terbang di perairan Maluku dapat dipulihkan dan dipertahankan dalam jangka panjang, menjaga kelestarian spesies ini serta menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Dengan memberikan perlindungan pada tahap-tahap penting dalam siklus hidup ikan terbang, strategi ini diharapkan dapat menghasilkan manfaat jangka panjang bagi kesejahteraan ekologi dan kelangsungan hidup spesies tersebut.

Pentingnya pengelolaan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku sebagai fokus utama dalam pengembangan sektor perikanan tidak dapat diragukan lagi. Untuk memastikan kelangsungan hidup sumber daya ini dan menjaga ekosistem laut, pendekatan yang berkelanjutan harus diadopsi. Langkah-langkah kebijakan yang tepat dan pengaturan yang efektif sangat penting dalam hal ini. Langkah pertama dalam upaya ini adalah mengidentifikasi dan memahami dinamika populasi ikan terbang serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Data yang akurat dan terperinci diperlukan untuk membuat keputusan yang informasional dan tepat. Selanjutnya, implementasi kebijakan yang sesuai dengan hasil analisis ini menjadi langkah krusial. Pendekatan berkelanjutan melibatkan penciptaan zona-zona perlindungan,

pengaturan kuota penangkapan, serta penegakan hukum yang ketat terhadap praktik-praktik *illegal fishing*. Selain itu, melibatkan komunitas lokal dan nelayan dalam proses pengambilan keputusan juga penting untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang. Dengan mengadopsi pendekatan ini, diharapkan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku dapat pulih dan tetap berkelanjutan untuk masa depan. Upaya ini tidak hanya akan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat, tetapi juga akan menjaga keseimbangan ekosistem laut yang penting bagi keberlanjutan lingkungan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Rasyid, J., Nurjannah, N., Burhanuddin, A. I., & Hatta, M. (2014). Karakter oseanografi perairan Makassar terkait zona potensial penangkapan ikan pelagis kecil pad musim timur. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 1(1).
- Abdelrehim, R., Ahmed, M., Everett, M. E., Murgulet, D., Prothro, L., Abdrabou, M., & Elshalkany, M. (2025). Geological and anthropogenic controls on freshwater lens variability in barrier islands: insights from integrated geophysical and hydrogeological surveys. *Journal of Hydrology*, 133627.
- Abrahamsz, J., Alansar, T., Abdillah, T. makailipessy, M. M., & Thenu, I. M. (2017). Integration model of conservation area effectiveness and fisheries management status: Case of small island Parks Kei Kecil. *Coastal and Ocean Journal (COJ)*, 1(2), 179–188.
- Abrahamsz, J. makailipessy, M. M., Ayal, F. W., & Tuapetel, F. (2022). Peningkatan kapasitas pengelola perikanan WPPNRI-718 terkait EAFM: Pembelajaran di Kabupaten Kepulauan Aru. *Balobe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 38–46.

- Agarwal, D., Shanmugam, S. A., Kathirvelpandian, A., Eswaran, S., Rather, M. A., & Rakkannan, G. (2024). Unraveling the impact of climate change on fish physiology: A focus on temperature and salinity dynamics. *Journal of Applied Ichthyology*, 2024(1), 5782274.
- Ali, S. A. (2019, April). Maturity and spawning of flying fish (*Hirundichthys oxycephalus* Bleeker, 1852) in Makassar Strait, South Sulawesi. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 253, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Ali, S. A., Nessa, M. N., Djawad, I., Omar, S. B. A., & Djamali, A. (2005). Hubungan antara kematangan gonad ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus* Bleeker, 1852) dengan beberapa parameter lingkungan di Laut Flores, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Torani*, 6(15), 403–410.
- Ambarwati, L., & Syah, S. P. (2022, June). Effect of dietary supplementation with flying fish (Exocoetidae) silage on the egg quality and duck performance. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1041, No. 1, p. 012078). IOP Publishing.
- Amin, E. M., & Nugroho, D. (1990). Acoustic surveys of pelagic fish resources in the Banda Sea during August 1984 and February–March 1985. *Netherlands Journal of Sea Research*, 25(4), 621–626.
- Andréfouët, S., Paul, M., & Farhan, A. R. (2022). Indonesia's 13558 islands: A new census from space and a first step towards a One Map for Small Islands Policy. *Marine Policy*, 135, 104848.
- Anggreini, A. P., Astuti, S. S., Miftahudin, I., Novita, P. I., & Wiadnya, D. G. R. (2017). Uji selektivitas alat tangkap *gillnet* millenium terhadap hasil tangkapan ikan kembung (*Rastrelinger brachysoma*). *Journal of fisheries and marine science*, 1(1), 24–30.
- Anwar, Y. (2023). Aspek biologi dan teknis penangkapan telur ikan terbang yang didaratkan pada pelabuhan perikanan nusantara tual. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, 5(2), 62–72.
- Apituley, Y. M. T. N., Savitri, I. K. E., Bawole, D., & Tuapetel, F. (2019, October). A Broker: role and function in small pelagic fish marketing in traditional market in Ambon. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 339, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- 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>.

- Asch, R. G., & Checkley Jr, D. M. (2013). Dynamic height: A key variable for identifying the spawning habitat of small pelagic fishes. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 71, 79–91.
- Asiedu, B., Failler, P., Amponsah, S. K., Okpei, P., Setufe, S. B., & Annan, A. (2022). Fishers' migration in the small pelagic fishery of Ghana: a case of small-scale fisheries management. *Ocean & Coastal Management*, 229, 106305.
- Asis, A., Sampurno, S., Ilyas, A., Indrawati, D., & Muin, A. M. (2018). Persoalan hukum nelayan dan kelompok nelayan di kabupaten takalar. *Jurnal Ilmu Hukum The Juris*, 2(2), 175–186.
- Atmaja, S. B., & Nugroho, D. (2017). 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), 13–20.
- Babin, M., Morel, A., & Gentili, B. (1996). Remote sensing of sea surface sun-induced chlorophyll fluorescence: consequences of natural variations in the optical characteristics of phytoplankton and the quantum yield of chlorophyll a fluorescence. *International Journal of Remote Sensing*, 17(12), 2417–2448.
- Baker, S., Constant, N., & Nicol, P. (2023). Oceans justice: Trade-offs between sustainable development goals in the Seychelles. *Marine Policy*, 147, 105357.
- Balbada, N., Picoy-Gonzales, R. M., Merro, S., & Silvano, B. B. (2024). The fishery and utilization of flying fish (Exocoetidae) in Guiuan, Eastern Samar, Philippines. *Marine Science and Technology Bulletin*, 13(1), 11–23.
- Bandyopadhyay, P. R. (2023). Acoustic predation in a sailfish-flying fish cloak. *Scientific Reports*, 13(1), 13820.
- Belmonte, G. (2025). Pelagic Lifestyles in the Open Sea. In *Elements of Pelagos Biology: With Focus on the Mediterranean Sea* (pp. 217–281). Springer Nature Switzerland.
- Bennett, A., Basurto, X., Virdin, J., Lin, X., Betances, S. J., Smith, M. D., & Zoubek, S. (2021). Recognize fish as food in policy discourse and development funding. *Ambio*, 50, 981–989.
- Berkes, F., & Shaw, A. B. (1986). Ecologically sustainable development: a Caribbean fisheries case study. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement*, 7(2), 175–196.

- Betaubun, A. D. S., Laiyanan, S. E. B., Renyaan, D., & Pentury, F. (2019). Persepsi penerapan sasi laut di wilayah perairan kepulauan kei: upaya mendukung keberlanjutan sumber daya laut. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(1), 136–144.
- Bi, H., Song, J., Zhao, J., Liu, H., Cheng, X., Wang, L., & Conversi, A. (2022). Temporal characteristics of plankton indicators in coastal waters: High-frequency data from PlanktonScope. *Journal of Sea Research*, 189, 102283.
- Boli, P., Luhulima, I., Simatauw, F., Leatemia, S., Tabay, S., Parenden, D., & Ananta, A. S. (2019, November). Habitat characteristics and distribution of flyingfish in Fakfak and surrounding waters. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 370, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Boone, M. E., & McTavish, L. (Eds.). (2024). *Exhibiting animals in Europe and America*. Taylor & Francis.
- Brehmer, P., Sarré, A., Gonzalez, L., Cotel, P., Hermand, J. P., & François, G. (2013, July). Aggregative and schooling behaviour of small pelagic fish schools through echo type characteristics. In *2013 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium* (pp. 1–6). IEEE.
- Brodeur, R. D., Hunsicker, M. E., Hann, A., & Miller, T. W. (2019). Effects of warming ocean conditions on feeding ecology of small pelagic fishes in a coastal upwelling ecosystem: a shift to gelatinous food sources. *Marine Ecology Progress Series*, 617, 149–163.
- Brun, A., Maenza, R., Elisio, M., Ruarte, C., & Alemany, D. (2024). Fish assemblages in an environmentally complex narrow coastal region in the Southwestern Atlantic Ocean: an alternative nursery habitat for fishery species. *Regional Studies in Marine Science*, 76, 103589.
- Budiman, A. A., Christijanto, H., Kamarijah, S., Budoyo, G. H., Mushofa, I., Habibi, A., & Ali, A. (2012). Penilaian performa pengelolaan perikanan menggunakan indikator EAFM (kajian pilot test pada beberapa jenis perikanan di Indonesia). *Direktorat Sumberdaya Ikan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan, WWF-Indonesia dan Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor*.
- Burch, P., Curin-Osorio, S., Bessell-Browne, P., Tuck, G. N., Haddon, M., Krueck, N. C., & Punt, A. E. (2023). Implications of the maximum modelled age on the estimation of natural mortality when using a me-

- ta-analytic prior: The example of eastern Australian Orange Roughy (*Hoplostethus atlanticus*). *Fisheries Research*, 258, 106534.
- Cabral, A., & Fonseca, A. (2019). Coupled effects of anthropogenic nutrient sources and meteo-oceanographic events in the trophic state of a subtropical estuarine system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 225, 106228.
- Cadinu, L. A., Barra, P., Torre, F., Delogu, F., & Madau, F. A. (2020). Insect rearing: Potential, challenges, and circularity. *Sustainability*, 12(11), 4567.
- Canales, C. M., & Cubillos, L. A. (2021). Empirical survey-based harvest control rules in a transboundary small pelagic fishery under recruitment regime shifts: The case of the northern Chilean-southern Peruvian anchovy. *Marine Policy*, 134, 104784.
- Carreiro, A. R., Ramos, J. A., Mata, V. A., Almeida, N. M., Rodrigues, I., Dos Santos, I., Matos, D. M., Araujo, P. M., Milit, T., Gonz, J., Paiva, V. H., & Lopes, R. J. (2023). DNA metabarcoding to assess prey overlap between tuna and seabirds in the Eastern tropical Atlantic: Implications for an ecosystem-based management. *Marine Environmental Research*, 187, 105955.
- Chagnon, C., Thiel, M., Antunes, J., Ferreira, J. L., Sobral, P., & Ory, N. C. (2018). Plastic ingestion and trophic transfer between Easter Island flying fish (*Cheilopogon rapanouiensis*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from Rapa Nui (Easter Island). *Environmental Pollution*, 243, 127–133.
- Chang, S. K., Chang, C. W., & Ame, E. (2012). Species composition and distribution of the dominant flyingfishes (Exocoetidae) associated with the Kuroshio Current, South China Sea. *Raffles Bull Zool*, 60(2), 539–550.
- Chang, S. K., Yuan, T. L., Hoyle, S. D., Farley, J. H., & Shiao, J. C. (2022). Growth parameters and spawning season estimation of four important flyingfishes in the Kuroshio Current off Taiwan and implications from comparisons with global studies. *Frontiers in Marine Science*, 8, 747382.
- Cahyarini, S. Y., Pfeiffer, M., Nurhati, I. S., Aldrian, E., Dullo, W. C., & Hetzinger, S. (2014). Twentieth century sea surface temperature and salinity variations at Timor inferred from paired coral $\delta^{18}\text{O}$ and Sr/

- Ca measurements. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(7), 4593–4604.
- Chen, D., Wu, Z., Dong, H., Meng, Y., & Yu, J. (2023). Platform development and gliding optimization of a robotic flying fish with morphing pectoral fins. *Bioinspiration & Biomimetics*, 18(3), 036010.
- Churnside, J. H., Wells, R. J., Boswell, K. M., Quinlan, J. A., Marchbanks, R. D., McCarty, B. J., & Sutton, T. 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.
- Condie, C. M., Vince, J., & Alexander, K. A. (2022). The long-term evolution of news media in defining socio-ecological conflict: A case study of expanding aquaculture. *Marine Policy*, 138, 104988.
- Cury, P. M., Shannon, L. J., Roux, J. P., Daskalov, G. M., Jarre, A., Moloney, C. L., & Pauly, D. (2005). Trophodynamic indicators for an ecosystem approach to fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 62(3), 430–442.
- Cumberbatch, J. A., & Hinds, C. J. (2013). Barbadian bio-cultural heritage: an analysis of the flying fish. *International Journal of Intangible Heritage*, 8, 117–134.
- da Silva, B. D., & Conte-Junior, C. A. (2024). Perspectives on cultured meat in countries with economies dependent on animal production: a review of potential challenges and opportunities. *Trends in Food Science & Technology*, 104551.
- Daane, J. M., Blum, N., Lanni, J., Boldt, H., Iovine, M. K., Higdon, C. W., & Harris, M. P. (2021). Modulation of bioelectric cues in the evolution of flying fishes. *Current Biology*, 31(22), 5052–5061.
- Dalaut, L., Barrier, N., Lengaigne, M., Rault, J., Ariza, A., Belharet, M., & Maury, O. (2025). Which processes structure global pelagic ecosystems and control their trophic functioning? Insights from the mechanistic model APECOSM. *Progress in Oceanography*, 103480.
- Davenport, J. (1994). How and why do flying fish fly?. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4, 184–214.
- Davidson, L. N., Krawchuk, M. A., & Dulvy, N. K. (2016). Why have global shark and ray landings declined: improved management or *overfishing*?. *Fish and Fisheries*, 17(2), 438–458.

- Dawood, M. A. (2021). Nutritional immunity of fish intestines: Important insights for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 642–663.
- Del Solar, A., Romagnoni, G., & Wolff, M. (2024). The masked influence of remote ENSO-related drivers on the trophic dynamics of Independencia Bay, Peru: Insights for management from time-series analysis and food-web modelling. *Ocean & Coastal Management*, 251, 107047.
- Demmallino, E. B., & Ali, M. S. S. (2018). Patorani: Occultness, Religiosity, and Environmentally Friendly Technology of The Flying Fish Hunters. *Journal of Asian Rural Studies*, 2(1), 73–84.
- Deng, J., Wang, S., Zhang, L., & Mao, X. (2019). Why does a flying fish taxi on sea surface before take-off? A hydrodynamic interpretation. *bioRxiv*, 765560.
- Dermawati, D., Palo, M., & Najamuddin, N. (2019). Analysis on construction and fish catch of surface gill nets in Maros regency waters, South Sulawesi Province. *Journal of IPTEKS: Capture Fisheries Resources Utilization IPTEKS*, 6(11), 44–69.
- Di Franco, A., Thiriet, P., Di Carlo, G., Dimitriadis, C., Francour, P., Gutiérrez, N. L., & Guidetti, P. (2016). Five key attributes can increase marine protected areas performance for small-scale fisheries management. *Scientific reports*, 6(1), 38135.
- Dirhamsyah. (2008). Traditional fisheries management of flyingfish on the west coast of Sulawesi, Indonesia. *Maritime Studies*, 2008(161), 2–12.
- Do Souto, M., Brown, D. R., Leonarduzzi, E., Silva, R. I., Martínez, A., Cepeda, G., & Diaz, M. V. (2025). Comfort in stratification and trophic flexibility: argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, larvae life traits in relation to their food sources. *Fisheries Research*, 281, 107215.
- Edward, G. D., & Junianto, J. (2024). Pengaplikasian yukom vma sebagai bantuan penangkapan kapal *gillnet* di Madasari, Kabupaten Pangandaran. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 13(1), 1–9.
- Edwards, T., & Yukio, M. (2020). The Indonesian throughflow and its impact on biogeochemistry in the Indonesian Seas. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 37(1), 2.
- Ehrlich, H. (2010). Biological materials of marine origin (pp. 1–436). Springer.

- Fabinyi, M., Foale, S., & Macintyre, M. (2015). Managing inequality or managing stocks? An ethnographic perspective on the governance of small-scale fisheries. *Fish and Fisheries*, 16(3), 471–485.
- Facts and Details. (t.t.). *Flying fish glide across the sea surface*. Diakses pada 20 Agustus 2025, dari <https://ioa.factsanddetails.com/article/entry-116.html>
- Fanning, L., Mahon, R., & McConney, P. (2011). Towards marine ecosystem-based management in the wider Caribbean (p. 428). Amsterdam University Press.
- Farag, M. A., Abib, B., Tawfik, S., Shafik, N., & Khattab, A. R. (2021). Caviar and fish roe substitutes: Current status of their nutritive value, bio-chemical diversity, authenticity and quality control methods with future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 405–417.
- Febyanty, F., & Syahailatua, A. (2017). Kebiasaan makan ikan terbang, *Hirundichthys oxycephalus* dan *Cheilopogon cyanopterus*, di perairan Selat Makassar. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(1), 123–131.
- Ferdiansyah, F., & Syahailatua, A. (2017). Fekunditas dan diameter telur ikan terbang di perairan selat Makassar dan utara Bali. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 3(3), 191–197.
- Fitrianti, R. S., Kamal, M. M., & Kurnia, R. (2014). Analisis keberlanjutan perikanan ikan terbang di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Depik*, 3(2): 118–127.
- Froese, R., & Pauly, D. (2023). Comment on “Metabolic scaling is the product of life-history optimization”. *Science*, 380(6643), eade6084.
- Frölicher, T. L., Sarmiento, J. L., Paynter, D. J., Dunne, J. P., Krasting, J. P., & Winton, M. (2015). Dominance of the Southern Ocean in anthropogenic carbon and heat uptake in CMIP5 models. *Journal of Climate*, 28(2), 862–886.
- Genske, D. D., & Pradipta, G. M. (2022). *Establishing Plus-Minus-Energy-Regions: The Maluku Archipelago in Indonesia*. Springer Nature.
- Gomes, C., Dales, R. B., & Oxenford, H. A. (1998). The application of RAPD markers in stock discrimination of the four-wing flyingfish, *Hirundichthys affinis* in the central western Atlantic. *Molecular ecology*, 7(8), 1029–1039.

- Gordeeva, N. V., & Shakhovskoi, I. B. (2017). Efficiency of DNA barcoding for phylogenetic analysis and species identification in flying fish (Exocoetidae). *Journal of Ichthyology*, 57, 287–296.
- Gulland, J. A. (1983). *Fish stock assessment: a manual of basic methods* (Vol. 1).
- Gushchin, A. V., & Corten, A. (2016). Feeding of pelagic fish in waters of Mauritania: 2. Representatives of Families Carangidae, Scombridae, Pomatomidae, and Trichiuridae. *Journal of ichthyology*, 56, 98–106.
- Häder, D. P., & Gao, K. (2015). Interactions of anthropogenic stress factors on marine phytoplankton. *Frontiers in Environmental Science*, 3, 14.
- Häfker, N. S., Meyer, B., Last, K. S., Pond, D. W., Hüppe, L., & Teschke, M. (2017). Circadian clock involvement in zooplankton diel vertical migration. *Current Biology*, 27(14), 2194–2201.
- Halsey, K. H., & Jones, B. M. (2015). Phytoplankton strategies for photosynthetic energy allocation. *Annual review of marine science*, 7(1), 265–297.
- Hamilton, R., de Mitcheson, Y. S., & Aguilar-Perera, A. (2011). The role of local ecological knowledge in the conservation and management of reef fish spawning aggregations. In *Reef fish spawning aggregations: biology, research and management* (pp. 331–369). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hanstén, M., Haapasaari, P., & Kuikka, S. (2021). A realist evaluation of the individual transferable quota system used in Finnish herring fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 78(10), 3603–3614.
- Haryanto. (2017). Adaptation and Continuities in Clientelism in a Fishing Community in Takalar, South Sulawesi. *Contemporary Southeast Asia*, 511–531.
- Hasaruddin, H., Ibrahim, S., Hussin, W. M. R. W., Ahmad, W. M. A. W., & Muchlisin, Z. A. (2015). Artificial aggregating device for fish and squid eggs. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Leg.*, 8(5), 832–837.
- Hautala, S. L., Reid, J. L., & Bray, N. (1996). The distribution and mixing of Pacific water masses in the Indonesian Seas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 101(C5), 12375–12389.
- Hesty, R. K., Dwi, R., Purnama, R. R., Aulia, S. A., Abdul, R., & Roni, H. (2023). Mapping of Sea Surface Temperature Distribution, Chlorophyll-A Concentration and Potential Zone of Large Pelagic Fishing

- in The East Monsoon in The Banda Sea, 2019. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 141(9), 24–33.
- Hilborn, R., & Walters, C. J. (Eds.). (2013). *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. Springer Science & Business Media.
- Hinds, C. (2013). Barbadian bio-cultural heritage: an analysis of the flying fish. *International Journal of Intangible Heritage*, 8, 117–134.
- Howell, S. N. (2014). The Amazing World of Flyingfish.
- Huang, W., Song, B., Liang, J., Niu, Q., Zeng, G., Shen, M., & Zhang, Y. (2021). Microplastics and associated contaminants in the aquatic environment: A review on their ecotoxicological effects, trophic transfer, and potential impacts to human health. *Journal of Hazardous Materials*, 405, 124187.
- Hukubun, R. D., Berlianti, L. S., Alfikar, M. F., & Tuapetel, F. (2023). Sosialisasi teknik penangkapan ikan dan alternatif pemanfaatan telur ikan terbang pada musim timur. *SAFARI: Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 3(3), 10–17.
- Hunte, W., Oxenford, H. A., & Mahon, R. (1995). Distribution and relative abundance of flyingfish (Exocoetidae) in the eastern Caribbean. II. Spawning substrata, eggs and larvae. *Marine Ecology Progress Series*, 117, 25–37.
- Hutomo, M. (1985). Burhanuddin, Distribution and potential of flying fish in Indonesia. *Buletin Perikanan*, 2(1), 25–31.
- Hutubessy, B. G., & Syahailatua, A. (2010). Performance of gillnet-mesh size selectivity for three flyingfish species in Ambon Waters, Moluccas Province. *Marine Research in Indonesia*, 35(2), 39–46.
- Ichii, T., Mahapatra, K., Okamura, H., & Okada, Y. (2006). Stock assessment of the autumn cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific based on past large-scale high seas driftnet fishery data. *Fisheries Research*, 78(2–3), 286–297.
- Indrayani, I., Ambardini, S., Pariakan, A., & Nur, I. (2024). Genetic Diversity of Flying Fish (Exocoetidae) in Southeast Sulawesi, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*, 31(4), 744–749.
- Jacoby, J., Roy, A., Lanco, S., Barbraud, C., Delord, K., Bugoni, L., & Nunes, G. T. (2025). Flexible foraging strategies of a tropical seabird in the

- western Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 586, 152099.
- Jacques, P. J. (2015). Are world fisheries a global panarchy?. *Marine Policy*, 53, 165–170.
- Jayakumar, T. T., Shakhovskoy, I. B., Prasoon, N. P., Kathirvelpandian, A., Ajith Kumar, T. T., & Lal, K. K. (2019). The first record of the Rearfin Flying Fish, *Cypselurus opisthopus* (Exocoetidae), from the waters of South India, with the assessment of flying fish species occurring in the Indian Exclusive Economic Zone. *J. of ichthyology*, 59, 697–706.
- Jentoft, S. (2004). Institutions in fisheries: what they are, what they do, and how they change. *Marine policy*, 28(2), 137–149.
- Johan, S., & Lizalidiawati, L. (2025). Pengaruh ENSO terhadap kejadian upwelling di perairan Kota Bengkulu (Studi Kasus: El Nino 2023). *Jurnal Ilmiah Sains*, 37–47.
- Justino, A. K., Ferreira, G. V., Fauvelle, V., Schmidt, N., Lenoble, V., Pelage, L., Martins, K., Travassos, P., & Lucena-Frédou, F. (2023). From prey to predators: Evidence of microplastic trophic transfer in tuna and large pelagic species in the southwestern Tropical Atlantic. *Environmental Pollution*, 327, 121532.
- Kappes, M. A., Weimerskirch, H., Pinaud, D., & Le Corre, M. (2011). Variability of resource partitioning in sympatric tropical boobies. *Marine Ecology Progress Series*, 441, 281–294.
- Kasri K., Baso A., & Tahang, H. (2019). Bioeconomic Analysis of Resource Utilization of Flying Fish (*Hyrundichthys oxycephalus*) in the Makassar Strait, South Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology*, 4, 1046–1053.
- Kautsari, N., Latuconsina, H., & Zulfahmi, I. (2023). Preliminary study of eels (*anguilla*) in Sumbawa Island according to the knowledge of local communities: Distributions, pattern of fishing, and utilizations. *Scientific Journal of Fisheries & Marine/Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 15(1).
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2014). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18/PERMEN-KP/2014 Tahun 2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Diakses pada 12 Juli 2025 dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/158314/permen-kkp-no-18permen-kp2014-tahun-2014>.

- Kennedy, P. S. J., Tobing, S. J. L., Heatubun, A., & Lumbantoruan, R. (2018). The Normative Study on The Area/Space Structure Policy of State Border in Maluku Province. *Fundamental Management Journal*, 3(1p), 27–39.
- Khalfallah, M., Mahmoud, H. H., Fahim, R. M., & Pauly, D. (2023). Once upon a century, the Egyptian Mediterranean fisheries (1920–2019), as affected by ‘fishing down’ and climate change. *Ocean & Coastal Management*, 245, 106831.
- Kharin, V. E., & Saveliev, P. A. (2011). First occurrence of the bony flying fish *Hirundichthys oxycephalus* (Exocoetidae) in waters of Russia. *Journal of Ichthyology*, 51, 551–555.
- Khider, D., Stott, L. D., Emile-Geay, J., Thunell, R., & Hammond, D. E. (2011). Assessing El Niño Southern Oscillation variability during the past millennium. *Paleoceanography*, 26 (3).
- Khokiattiwong, S., Mahon, R., & Hunte, W. (2000). Seasonal abundance and reproduction of the fourwing flyingfish, *Hirundichthys affinis*, off Barbados. *Environmental biology of fishes*, 59, 43–60.
- Konik, M., Peña, M. A., Hirawake, T., Hunt, B. P., Vishnu, P. S., Eisner, L. B., & Costa, M. (2024). Bioregionalization of the subarctic Pacific based on phytoplankton phenology and composition. *Progress in Oceanography*, 228, 103315.
- Koterayama, W., Yamaguchi, S., Yokobiki, T., Yoon, J. H., & Hase, H. (2000). Space-continuous measurements on ocean current and chemical properties with the intelligent towed vehicle” Flying Fish”. *IEEE journal of oceanic engineering*, 25(1), 130–138.
- Kourantidou, M., & Kaiser, B. A. (2021). Allocation of research resources for commercially valuable invasions: Norway’s red king crab fishery. *Fisheries Research*, 237, 105871.
- Krishnan, S., Pillai, T. A., Rayappan, J. C. A., Yagappan, T., & Rajapandian, J. (2024). Diet composition and feeding habits of yellowfin tuna *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) from the Bay of Bengal. *Aquatic Living Resources*, 37, 10.
- Kritsky, D. C., Bullard, S. A., & Bakenhaster, M. D. (2011). First report of gastrocotylinean post-oncomiracidia (Platyhelminthes: Monogeneoidea: Heteronchoinea) on gills of flyingfish (Exocoetidae), snapper (Lutjanidae), dolphinfish (Coryphaenidae), and amberjack (Carangidae) from

- the Gulf of Mexico: Decoy hosts and the dilution effect. *Parasitology International*, 60(3), 274–282.
- Kunz-Ramsay, Y. (2013). *Developmental biology of teleost fishes* (Vol. 28). Springer Science & Business Media.
- Kuroda, H. (2023). History, current status, and future vision of particle-tracking simulation applied to marine biology, fisheries science, and ecological engineering around Japan. *Fisheries Science*, 89(2), 129–146.
- Lam, K., Tsui, T., Nakano, K., & Randall, D. J. (2005). Physiological adaptations of fishes to tropical intertidal environments. *Fish Physiology*, 21, 501–581.
- Latuconsina, H. (2019). *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.
- Leisubun, M. A., Tuapetel, F., & Behuku, G. (2025). Mekanisme Navigasi Laut Mekanisme Navigasi Laut dengan Pemakaian Peta dan Kompas Kr. Bawal Putih III. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 14(1), 49–58.
- Lewallen, E. A., Bohonak, A. J., Bonin, C. A., Van Wijnen, A. J., Pitman, R. L., & Lovejoy, N. R. (2016). Population genetic structure of the tropical two-wing flyingfish (*Exocoetus volitans*). *PLoS One*, 11(10), e0163198.
- Lewallen, E. A., Pitman, R. L., Kjartanson, S. L., & Lovejoy, N. R. (2011). Molecular systematics of flyingfishes (Teleostei: Exocoetidae): evolution in the epipelagic zone. *Biological journal of the Linnean Society*, 102(1), 161–174.
- Lewallen, E. A., van Wijnen, A. J., Bonin, C. A., & Lovejoy, N. R. (2018). Flyingfish (Exocoetidae) species diversity and habitats in the eastern tropical Pacific Ocean. *Marine Biodiversity*, 48, 1755–1765.
- Liang, C., Xian, W., & Pauly, D. (2018). Impacts of ocean warming on China's fisheries catches: an application of “mean temperature of the catch” concept. *Frontiers in Marine Science*, 5, 26.
- Liang, L., Xue, H., & Shu, Y. (2019). The Indonesian throughflow and the circulation in the Banda Sea: A modeling study. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(5), 3089–3106.

- Lomartire, S., Marques, J. C., & Gonçalves, A. M. (2021). The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment. *Ecological Indicators*, 129, 107867.
- Luckhurst, B. E. (2017). Aspects of the migration, seasonality and habitat use of two mid-trophic level predators, dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*), in the pelagic ecosystem of the western Atlantic including the Sargasso Sea. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 73(9), 3163–3174.
- Mace. (2001). A new role for MSY in single-species and ecosystem approaches to fisheries stock assessment and management. *Fish and fisheries*, 2(1), 2–32.
- Mahon, R., Khokiattiwong, S., & Oxenford, H. A. (2000). Selectivity of experimental gillnets for fourwing flyingfish, *Hirundichthys affinis*, off Barbados. *Environmental Biology of Fishes*, 59, 459–463.
- Makiguchi, Y., Kuramochi, K., Iwane, S., Kojima, T., & Naito, Y. (2013). Take-off performance of flying fish *Cypselurus heterurus* doederleini measured with miniature acceleration data loggers. *Aquatic Biology*, 18(2), 105–111.
- Mallegowda, J. T., Behera, A., & Jaiswar, A. K. (2025). Differential pigmentation pattern in paired fins of manyspotted flying fish, *Cheilopogon spilopterus* (Valenciennes, 1847), an epipelagic species of exocoetids from East and West coasts of India. *Marine Biodiversity*, 55(2), 28.
- Mao, Z., Gu, X., Cao, Y., Luo, J., Zeng, Q., Chen, H., & Jeppesen, E. (2021). Pelagic energy flow supports the food web of a shallow lake following a dramatic regime shift driven by water level changes. *Science of the Total Environment*, 756, 143642.
- March, A. L. A., Failler, P., & Bennett, M. (2023). Caribbean fishery and aquaculture financing needs in the blue economy: identifying opportunities and constraints in Barbados, Grenada, and St. Vincent and the Grenadines. *Journal of Sustainability Research*, 5(1), 1–37.
- Marshall, N. B. (1971). *Explorations in the life of fishes*. Harvard University Press.
- Masiá, P., Sozio, J., Da Ros, Z., & Fanelli, E. (2024). At the base of deep-sea food webs: Assemblage and trophic structure of suprabenthos and zooplankton in submarine canyons. *Progress in Oceanography*, 228, 103318.

- McClanahan, T., Allison, E. H., & Cinner, J. E. (2015). Managing fisheries for human and food security. *Fish and Fisheries*, 16(1), 78–103.
- Medeiros-Leal, W., Santos, R., Sigler, M. F., & Mildenerberger, T. K. (2025). Dwindling deep-water fish stocks in the Azores: The first quantitative assessment. *Fisheries Research*, 285, 107371.
- Michael, P. E., Haney, J. C., Gleason, J. S., Hixson, K. M., Satgé, Y. G., & Jodice, P. G. (2025). Flying Fish Habitat and Co-Occurrence With Seabirds in the Northern Gulf of Mexico. *Fisheries Oceanography*, e12712.
- Miya, M., Sato, Y., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J. Y., Sato, K., & Iwasaki, W. (2015). MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society open science*, 2(7), 150088.
- Miyamoto, H., Okazaki, Y., Itoh, H., Hidaka, K., & Saito, H. (2024). Community structure of whole pelagic copepods along the Kuroshio: Increase in the abundance and size in the north frontal area of the Kuroshio axis near the Japanese archipelago. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 211, 104346.
- Moniharapon, T., Pattipeilohy, F., Moniharapon, D. L., & Sormin, R. B. D. (2019, October). The effect of gradual salt soaking and atung (*Parinarium glaberrimum*, Hassk) on the yield and quality of dry salted bony flying fish (*Cypselurus oxycephalus*). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 339, No. 1, p. 012051). IOP Publishing.
- Monteiro, A., Vaske JR, T., Lessa, R. P., & El-Deir, A. C. A. (1998). Exocoetidae (Beloniformes) off north-eastern Brazil. *Cybiuim*, 22(4), 395–403.
- Motta, L. C., Blum, J. D., Popp, B. N., Drazen, J. C., & Close, H. G. (2020). Mercury stable isotopes in flying fish as a monitor of photochemical degradation of methylmercury in the Atlantic and Pacific Oceans. *Marine Chemistry*, 223, 103790.
- Muripto, I. (2016). Analysis of water dynamics in Banda Sea and its influences on continental shelf fishing area. *Int J Adv Sci Eng Inf Technol*, 6(5), 574.
- Murwani, R., Kumoro, A. C., Ambariyanto, A., & Naumova, E. N. (2020). Nutrient composition of underutilized skeins of flying fish (*Hirundichthys oxycephalus*): The new and better egg whites. *Journal of Food Composition and Analysis*, 88, 103461.

- Myers, R. A., Hutchings, J. A., & Barrowman, N. J. (1996). Hypotheses for the decline of cod in the North Atlantic. *Marine ecology progress series*, 138, 293–308.
- Najamuddin, N., Assir, A., Palo, M., & Najamuddin, A. A. (2018). Penerapan perubahan ukuran mata jaring dalam penangkapan ikan terbang secara berkelanjutan di Kecamatan Sendana Kabupaten Majene. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries (Joint-Fish): Jurnal Akuakultur, Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap dan Ilmu Kelautan*, 1(1), 17–27.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Nunoo, F. K. E., Boateng, J. O., Ahulu, A. M., Agyekum, K. A., & Sumaila, U. R. (2009). When trash fish is treasure: the case of Ghana in West Africa. *Fisheries Research*, 96(2-3), 167–172.
- 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
- Nur, M., Ihsan, M. N., Fitriah, R., Wahana, S., & Nasyrah, A. F. A. (2022, August). Keragaman jenis dan struktur ukuran ikan terbang (Famili Exocoetidae) di perairan Majene, Sulawesi Barat. In *Prosiding Seminar Nasional Ikan* (Vol. 1, No. 1, pp. 160–168).
- Nur, R. H., Najamuddin, N., & Ridha, M. R. (2020). Perubahan pola kehidupan masyarakat nelayan Desa Galesong Baru pasca modernisasi, 1980–2015. *Jurnal Pattingalloang*, 7(2), 133–145.
- Nurdin, E., & Yusfiandayani, R. (2016). Optimalisasi jumlah rumpon, unit armada dan musim penangkapan perikanan tuna di Perairan Prigi, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 18(1), 53–60.
- Nurfiarini, A., Wijaya, D., Mujiyanto, M., Satria, F., & Kartamiharja, E. S. (2016). Pendekatan sosial-ekologi untuk penilaian kesesuaian lokasi restocking lobster pasir *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) pada beberapa perairan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 22(2), 123–138.
- Ohno, Y., Umezawa, Y., Okunishi, T., Yukami, R., Kamimura, Y., Yoshimizu, C., & Tayasu, I. (2023). Investigation of inter-annual variation in the feeding habits of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) and mackerels (*Scomber* spp.) in the Western North Pacific based on

- bulk and amino acid stable isotopes. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1225923.
- Olivar, M. P., & Beckley, L. E. (2022). Latitudinal variation in diversity and abundance of mesopelagic fishes associated with change in oceanographic variables along 110° E, south-east Indian Ocean. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 198, 105053.
- Oliveira, M. R., Carvalho, M. M., Silva, N. B., Yamamoto, M. E., & Chelappa, S. (2015). Reproductive aspects of the flyingfish, *Hirundichthys affinis* from the Northeastern coastal waters of Brazil. *Brazilian journal of biology*, 75, 198–207.
- Oxenford, H. A. (1999). Biology of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: a review. *Scientia Marina*, 63(3–4), 277–301.
- Oxenford, H. A., Mahon, R., & Hunte, W. (1995). Distribution and relative abundance of flyingfish (Exocoetidae) in the eastern Caribbean. III. Juveniles. *Marine Ecology Progress Series*, 39–47.
- Oxenford, H. A., Mahon, R., & Hunte, W. (1995). Distribution and relative abundance of flyingfish (Exocoetidae) in the eastern Caribbean. I. Adults. *Marine Ecology Progress Series*, 117, 11–23.
- Palo, M., Zainuddin, M., & Farhum, S. A. (2019). Selectivity of drifting gillnet to *Hirundichthys oxycephalus* (bony flyingfish) in the Southern part of Makassar Strait. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12(4), 1404–1412.
- Palo, M., Najamuddin, M. Z., & Farhum, S. A. (2019). Hotspots of bony flying fish (*H. Oxycephalus*) distribution constrained by physical oceanographic condition in the central of Makassar strait during boreal winter. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(4), 989–994.
- Pangauan, D., Manoppo, L., Kayadoe, M. E., & Manu, L. (2020). Pengaruh umur bulan terhadap hasil tangkapan dengan jaring insang hanyut (Soma Landra)(Effect of moon phase on catches of drift gill net (Soma Landra)). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 5(1).
- Parin, N. V., & Bogorodskiy, S. V. (2011). Distribution and morphology of flying fish *Cypselurus hexazona* placed into a separate subgenus *Zonocypselurus* subgen. nov. *Journal of Ichthyology*, 51(8), 658–661.
- Pascoe, S. (2012). The Sunken Billions: The Economic Justification for Fisheries Reform. *Marine Resource Economics*, 27(2), 193–194.

- Patimah, S., Arundhana, A. I., Mursaha, A., & Syam, A. (2019). Development of foxtail millet and flying fish flour-based cookies as functional food. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 7(2), 504–516.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., & Torres Jr, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279(5352), 860–863.
- Pauly, D., Christensen, V., Gu  nette, S., Pitcher, T. J., Sumaila, U. R., Walters, C. J., & Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418(6898), 689–695.
- Pauly, D., & Palomares, M. L. (2005). Fishing down marine food web: it is far more pervasive than we thought. *Bulletin of marine science*, 76(2), 197–212.
- Penca, J., Said, A., Cavall  , M., Pita, C., & Libralato, S. (2021). Sustainable small-scale fisheries markets in the Mediterranean: weaknesses and opportunities. *Maritime Studies*, 20(2), 141–155.
- Peranginangin, R. (2008). Teknologi pengolahan telur ikan. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 3(1), 24–33.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022 tentang Statuta Politeknik Kelautan dan Perikanan Jemberana. (2022). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/230460/permen-kkp-no-19-tahun-2022>
- Pierce, G. J., & Portela, J. (2014). Fisheries production and market demand. *Cephalopod culture*, 41–58.
- Pierucci, A., & Suaria, G. (2023). Abundance and distribution of flying fishes (Exocoetidae) and flying squids (Ommastrephidae) in the Eastern Atlantic Ocean based on a large-scale visual survey. *Marine Ecology Progress Series*, 725, 45–56.
- Purba, N. P., Kelvin, J., Sandro, R., Gibran, S., Permata, R. A., Maulida, F., & Martasuganda, M. K. (2015). Suitable locations of ocean renewable energy (ORE) in Indonesia region–GIS approached. *Energy Procedia*, 65, 230–238.
- Purwandana, A., Ismail, M. F. A., Nugroho, D., Atmadipoera, A. S., & Kampono, I. (2023, October). Hydrography and turbulent mixing in the Banda Sea inferred from Argo profiles. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1251, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.

- Putri, R. S., Jaya, I., Pujiyati, S., Agus, S. B., & Palo, M. (2023). Literature Review of Flying Fish: Biology, Distribution, Production, and Current Research. *Marine Fisheries: Jurnal Teknologi & Manajemen Perikanan Laut*, 14(2).
- Rahman, A., & Rasulong, I. (2015). Empowerment of Creative Economy to Improve Community Incomes in Takalar Regency. *IOSR Journal of Business and Management* Ver, 17(4), 2319–7668.
- Rachman, F., Adharini, R. I., Setiawan, R. Y., Puspita, I. D., & Triyannanto, E. (2018). Wind-driven coastal upwelling in the southern coast of Yogyakarta. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 20(1), 13–17.
- Ramenzoni, V. C. (2023). Taboos, food avoidances, and diseases: Local epistemologies of health among Coastal Endenese in Eastern Indonesia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 977694.
- 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, 97–111.
- Randall, L., & Rooker, J. 2013. Habitat Characteristics of Flyingfish (Family Exocoetidae) Larvae in the Northern Gulf of Mexico Características del Hábitat de Peces Voladores (Familia Exocoetidae) Larvas en del Norte Golfo de México Caractéristiques de L'habitat des Larves dde Poissons Volants (Famille Exocoetidae).
- Radjak, S. A., Tupamahu, A., Tuapetel, F., & Tawari, R. H. (2021). Utilization and surveillance of Fisheries Tuna Resources as a Basis for Prevention of IUU Fishing in Seram Sea. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14(1), 135–140.
- Rehatta, B. M., Kamal, M. M., Boer, M., Fahrudin, A., & Ninef, J. S. R. (2021, April). Growth, mortality, recruitment pattern, and exploitation rate of shared stock flying fish (Exocoetidae) at border area of Indonesia and Timor Leste in Ombai Strait. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 744, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.
- Retraubun, A. S. W., Tuapetel, F., & Natasian, N. T. (2024, April). Single bale-bale technology: Sustainable utilization of flying fish eggs in the waters of the Aru Islands, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1329, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.

- Retraubun, A. S., Tubalawony, S., Masrikat, J. A., & Hukubun, R. D. (2023). Analysis of sea surface temperature and chlorophyll-a and its relationship with catch results flying fish eggs in the waters of the Kei Islands. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11311–11324.
- Risa, N. E. W., Susilowati, I., & Wijayanto, D. (2016). Adaptasi nelayan patorani terhadap degradasi stok ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*) di Kabupaten Takalar. *Prosiding SENIATI*, 2(2), 96–A.
- Roeger, J., Foale, S., & Sheaves, M. (2016). When ‘fishing down the food chain’ results in improved food security: evidence from a small pelagic fishery in Solomon Islands. *Fisheries Research*, 174, 250–259.
- Rose, K. C. (2024). Light in inland waters. In *Wetzel’s Limnology* (pp. 75–94). Academic Press.
- Saediman, H., Yana, W. O., Hidrawati, H., Yunus, L., Alwi, L. O., Alam, S., & Mboe, I. S. (2024). Economic analysis of flying fish roe harvesting: The case of Wakatobi fishers operating in the Aru Islands, Maluku Province. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 112, p. 11002). EDP Sciences.
- Saeki, H., Shimizu, Y., & Takeda, H. (2022). Fish roe products of Japan. In *Fish Roe* (pp. 211–242). Academic Press.
- Said, M., Tresnati, J., Nur, M., & Alam Nasyrh, A. F. (2025). Species composition and size structure of flying fish as a basis for conservation and sustainable management in the waters of West Sulawesi Province, Indonesia. *International Journal of Conservation Science*, 16(1).
- Saraswati, E., Purwangka, F., & Mawardi, W. (2019). Penentuan lokasi penangkapan ikan karang di perairan pesisir timur Pulau Kei Besar Maluku Tenggara. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 3(1), 105–124.
- Sari, I., Boli, P., White, A., Barclay, K., Simatauw, F., Tebay, S., Menai, E., Henan, Z., Leatemia, S., Parenthen, D., Ananta, A., Ichsan, M., & Rotinsulu, C. (2024). Integrating social equity as a new paradigm in managing fisheries: Case of the flying fish roe fishery, West Papua Province, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 249, 106971.
- Satrioajie, W. N., Syahailatua, A., & Arifin, Z. (2018, August). Banda deep-sea research: history, mission and strategic plan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 184, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.

- Setiawan, H., & Manessa, M. D. M. (2024). Study on Spatio-temporal Distribution of Chlorophyll-a on Pelagic Catch Productivity in Muara Bendera, West Java, Indonesia. *Scientific Journal of Fisheries & Marine/ Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(2).
- Shaked, Y., Twining, B. S., Browning, T. J., Koedooder, C., & Kranzler, C. F. (2025). Trace metal biogeochemistry in the ocean: From chemical principles to biological complexity. Elsevier.
- Shakhovskoy, I. B. (2018). Specific features of distribution in the World Ocean of some flying fishes of the genera *Exocoetus*, *Hirundichthys* and *Cypselurus* (Exocoetidae). *Fish Taxa*, 3(4), 40–80.
- Shakhovskoy, I. B., & Parin, N. V. (2013). A review of flying fishes of the subgenus *Hirundichthys* (genus *Hirundichthys*, Exocoetidae). Part 2. Nerito-oceanic species: *H. oxycephalus*, *H. affinis*. *Journal of Ichthyology*, 53, 509–540.
- Shakhovskoy, I. B. (2023). Quantitative distribution of the flying fish (Exocoetidae), marine mammals, birds, and sea turtles in the northern part of the Central Atlantic Ocean (results obtained in the research cruises nos. 43–45 of the R/V “Akademik Nikolaj Strakhov”). *Journal of Ichthyology*, 63(3), 435–468.
- Simatauw, F., Boli, P., Tabay, S., Leatemia, S., Parenthen, D., & Ananta, A. (2019). Perikanan Ikan Terbang dan Perikanan Lainnya di Perairan Fakfak. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, 6.
- Smith, A. D., Brown, C. J., Bulman, C. M., Fulton, E. A., Johnson, P., Kaplan, I. C., Montes, H.L., Mackinson, S., Marzloff, M., Shannon, L.J., Shin, Y-J., & Tam, J. (2011). Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science*, 333(6046), 1147–1150.
- Soselisa, H. L., dan Ingratubun, M. A. (2025). Berlindung di Balik Andon: Nelayan Kecil dengan Tangkapan Besar, Kajian Aktivitas Eksploitasi Telur Ikan Terbang di Perairan Kepulauan Kei 111–152, Maluku, dalam buku *Merampas Laut Merampas Hidup Nelayan*. Editor: Dedi Supriadi Adhuri. Cetakan ke II. <https://www.kiara.or.id/wp-content/uploads/2025/05/Book-of-Merampas-Laut.pdf#page=56>
- Spondylidis, S., Giannoulaki, M., Machias, A., Batzakas, I., & Topouzelis, K. (2023). Can we actually monitor the spatial distribution of small pelagic fish based on Sentinel-3 data? An example from the North Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *Frontiers in Marine Science*, 10, 1117704.

- Stevens, P. W., Bennett, C. K., & Berg, J. J. (2003). Flyingfish spawning (*Parexocoetus brachypterus*) in the northeastern Gulf of Mexico. *Environmental biology of fishes*, 67(1), 71–76.
- Stige, L. C., Ottersen, G., Brander, K., Chan, K. S., & Stenseth, N. C. (2006). Cod and climate: effect of the North Atlantic Oscillation on recruitment in the North Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 325, 227–241.
- Su, L., Zhang, K., Xu, Y., & Chen, Z. (2025). Variations in the fish community of the Beibu Gulf (South China Sea) following fishery resources protection measures. *Fisheries Research*, 283, 107293.
- Suherman, A., Hernuryadin, Y., Suadela, P., Furkon, U. A., & Amboro, T. (2025). Transformation of Indonesian capture fisheries governance: Review and prospects. *Marine Policy*, 174, 106619.
- Suman, A., Irianto, H. E., Satria, F., & Amri, K. (2017). 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), 97–100.
- Sun, R. X., Pan, C. G., Peng, F. J., Chen, Z. B., Sun, Y., Fan, J. T., Zhang, J., & Mai, B. X. (2024). Biomagnification of polybrominated diphenyl ethers and alternative halogenated flame retardants through food chains of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and their prey from the South China Sea and the associated potential health risk. *Science of The Total Environment*, 957, 177770.
- Suryadarma, M. W., Atmadipoera, A. S., Nugroho, D., Naulita, Y., & Zuraida, R. (2025). Indonesian Throughflow Water and Its Circulation in the Maluku Sea: An Evaluation Using the CROCO Model. *Regional Studies in Marine Science*, 104047.
- Susanto, A., Daryanto, A., & Sartono, B. (2017). Pemilihan strategi peningkatan daya saing industri tekstil dan produk tekstil dengan pendekatan ANP-BOCR. *Arena Tekstil*, 32(1).
- Suwarso, S., Zamroni, A., & Wijopriyono, W. (2017). Eksploitasi sumber daya ikan terbang (*H. oxycephalus*, Famili Exocoetidae) di perairan Papua Barat: pendekatan riset dan pengelolaan. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 2(2), 83–91.
- Syahailatua, A., & Rijoly, F. (2021, June). Notes on flyingfish diversity in Indonesia waters. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 789, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.

- Syahailatua, A., Ali, S. A., & Makatipu, P. (2008). Strategi reproduksi ikan terbang (Exocoetidae) dan kaitannya dengan faktor oseanografi di Perairan Indonesia. *J. Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(3), 303–311.
- Syahailatua, A., Djamali, A., makatipu, P., & Ali, S. A. (2006). Keragaman jenis dan distribusi ukuran panjang ikan terbang di Perairan Indonesia Timur. *J. Perikanan Univ. Gadjah Mada*, 8(2), 260–265.
- Syahailatua, A. (2006). Perikanan ikan terbang di Indonesia: Riset menuju pengelolaan. *Oseana*, 31(3), 21–31.
- Syam, A. R., Zubaidi, T., & Edrus, I. N. (2017). Aspek biologi reproduksi ikan terbang *Cypsilurus spilopterus* di Perairan Tual, Maluku Tenggara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10(4), 87–95.
- Syarif, E., Fatchan, A., & Astina, I. K. (2017). Progressivity Punggawa-sawi in sustaining flying fish resources on culture patorani Takalar District South Sulawesi Indonesia. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 8(1), 397.
- Tahara, T., & Rusli, R. (2020). Strategi Usaha Perikanan Nelayan Engbatu-batu Kabupaten Takalar. *Pangadereng*, 6(2), 186–203.
- Talib, A. (2018). Peluang dan tantangan industri teknologi pengolahan hasil perikanan dalam mendukung terwujudnya lumbung ikan nasional (LIN) di Maluku Utara. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 11(1), 19–27.
- Tavakoli, S., Luo, Y., Regenstein, J. M., Daneshvar, E., Bhatnagar, A., Tan, Y., & Hong, H. (2021). Sturgeon, caviar, and caviar substitutes: From production, gastronomy, nutrition, and quality change to trade and commercial mimicry. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(4), 753–768.
- Taylor, J. J., Rytwinski, T., Bennett, J. R., Smokorowski, K. E., & Cooke, S. J. (2017). The effectiveness of spawning habitat creation or enhancement for substrate spawning temperate fish: a systematic review protocol. *Environmental evidence*, 6, 1–7.
- Teniwut, W. A., Hamid, S. K., & Makailipessy, M. M. (2022). Developing a masterplan for a sustainable marine sector in a small islands region: Integrated MCE spatial analysis for decision making. *Land use policy*, 122, 106356.
- Thiagarajan, V., Nah, T., & Xin, X. (2024). Impacts of atmospheric particulate matter deposition on phytoplankton: A review. *Science of The Total Environment*, 950, 175280.

- Timisela, N. R., Nanlohy, H., & Dyahapsari, I. (2017). Management of Sea Resources Based on Local Wisdoms in Conservation of Island Kei in Maluku Tenggara Regency. *Coastal and Ocean Journal (COJ)*, 1(2), 113–126.
- Tuapetel, F. (2015). Tingkat pemanfaatan, kondisi stok dan keragaman populasi ikan terbang, *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker, 1852) di Laut Seram. *Doctoral Dissertation*. Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar, Indonesia, 182p (*unpublish*).
- Tuapetel, F. (2020). Ikan terbang, potensi perairan Maluku yang terabaikan. *Warta Iktiologi*, 4(3), 11–18.
- Tuapetel, F. (2021a). Biologi reproduksi ikan terbang, *Cheilopogon abei* Parin, 1996 di perairan Selat Geser Seram Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(2), 167–184.
- Tuapetel, F. (2021b). Management of flying fish resources in Maluku waters in Rahardjo and Tuapetel. *Management and conservation of pelagic fish resources in Maluku waters National Fish Barn. Ind (Ichth. Soc, Cibi-nong, 2021)*.
- Tuapetel, F. (2021c). Maluku capture fisheries management to ensure the availability of national fish stocks in Latumahina. *Maluku future: monog. thoughts of Maluku Academics. (Adab, Indramayu, 2021)*.
- Tuapetel, F. (2023, 7 Juni). Ikan terbang, potensi perairan Maluku yang terabaikan. *Mongabay*. <https://mongabay.co.id/2023/06/07/ikan-terbang-potensi-perairan-maluku-yang-terabaikan/>
- Tuapetel, F., & Tupan, C. (2021). Distribution of flying fish species (Exocoetidae) in the waters of Ambon Island. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 322, p. 01011). EDP Sciences.
- Tuapetel, F., Kadarusman, K., Syahailatua, A., Boli, P., Indrayani, I., & Wujdi, A. (2024a). Stock structure of flying fish (*cypselurus poecilopterus*) in the eastern Indonesia water based on morphometric and meristic variation. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 15(3), 109–119.
- Tuapetel, F., Jaflean, E. B., Buiswarin, J. (2024b). Sosialisasi peraturan perundang-undangan pemanfaatan sumberdaya ikan terbang di Maluku Tenggara. *Balobe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 9–19.
- Tuapetel, F., Nessa, M. N., & Ali, S. A. Sudirman. (2015a). Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan terbang (exocoetidae) di laut seram. *Prosiding Simposium II FPIK Unhas*, 232–239.

- Tuapetel, F., Nessa, N., Ali, S. A., Hutubessy, B. G., & Mosse, J. W. (2017, October). Morphometric relationship, growth, and condition factor of flyingfish, *Hirundichthys oxycephalus* during spawning season. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 89, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Tuapetel, F., Nessa, N., Ali, S. A., Sudirman. (2015b) Distribution, species composition and size of flying fish (Exocoetidae) in the Ceram Sea. *International J. of Scientific and Technology Research*, 4(3), 75–76.
- Tuapetel F, Panca M, Batmamolin, Themis Y. 2022a. Laporan survey sumberdaya ikan terbang dan alat penangkapannya di Perairan Kepulauan Tanimbar dan sekitarnya, bekerjasama dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan serta GEF 6 (*unpublished*).
- Tuapetel F, Fuatkait SD, Masbaitubun J, Natasian, NT, Wibowo E. 2022b. Laporan survey sumberdaya ikan terbang dan alat penangkapannya di Perairan Kepulauan Aru dan sekitarnya, bekerjasama dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan, serta GEF 6 (*unpublished*).
- Tuapetel, F., Silooy, F. D., & Tualepe, Y. A. (2025a). Size distribution and seasonal fishing patterns of tuna (*Katsuwonus pelamis* and *Thunnus albacares*) in troll line fisheries at PPN Ambon, Indonesia. *Agricola*, 15(2), 29–43.
- Tuapetel, F., Tupan, C. I., & Lailossa, G. W. (2025b). Pemberdayaan nelayan talaga ratu melalui diversifikasi alat tangkap dan desiminasi teknologi Bale-Bale. *Bakira: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 01–12.
- Usman, M., Sameen, A., Khan, M. I., Sahar, A., Younas, R., Tariq, A., & Aadil, R. M. (2022). Introduction to world production of fish roe and processing. In *Fish Roe* (pp. 1–18). Academic Press.
- Usmany, N., & Liline, S. (2018). Pengaruh konsentrasi garam dan lama waktu perendaman terhadap cita rasa ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus*). *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 5(1), 18–23.
- Uy Jr, R. F., Adora, I. G. R., Pilvera, C. J., Dibdib, S., Jaramillo, H., Arendain, J. R. E., & Laña, Q. (2023). Community Needs assessment as basis for the extension program of Philippine College Foundation. *International Journal of Scientific and Management Research*, 6(07), 71–87.
- Van Noord, J. E., Lewallen, E. A., & Pitman, R. L. (2013). Flyingfish feeding ecology in the eastern Pacific: prey partitioning within a speciose epipelagic community. *Journal of fish biology*, 83(2), 326–342.

- Varghese, R., Behera, S., & Behera, M. D. (2024). Tropical ocean teleconnections with gross primary productivity of monsoon-Asia. *Science of the Total Environment*, 938, 173337.
- Wahyudi, V. A., Harini, N., Manshur, H. A., Wachid, M., & Aini, A. N. (2022). Study of protein concentrate from flying fish roe filament and its application for nutrified rice-corn milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 10(2), 766–776.
- Waller, J., Bartlett, J., Bates, E., Bray, H., Brown, M., Cieri, M., Clark, C., DeVoe, W., Donahue, B., Frechette, D., Glon, H., Hunter, M., Huntsberger, C., Kanwit, K., Ledwin, S., Lewis, B., Peters, R., Rear-don, K., Russell, R., Smith, M., Uранеck, C., Watts, R., & Wilson, C. (2023). Reflecting on the recent history of coastal Maine fisheries and marine resource monitoring: the value of collaborative research, changing ecosystems, and thoughts on preparing for the future. *ICES Journal of Marine Science*, 80(8), 2074–2086.
- Wang, Y., Ma, C., Song, X., Li, M., & Zhang, H. (2024). Assessment of fish diversity in the East China Sea hairtail national aquatic germplasm resources conservation zone using DNA barcoding. *Global Ecology and Conservation*, 53, e03013.
- Wang, J., Zhang, H., Pan, C., Feng, B., & Hou, G. (2025). Spatial and temporal patterns in pelagic fish egg assemblages in spring and late autumn–winter in eastern Beibu Gulf. *Marine Environmental Research*, 207, 107066.
- Wattimena, M. C., & Salamena, G. G. (2025). Interannual deep-water renewal in the tropical fjord of Kao Bay of Halmahera Island, eastern Indonesia, linked to ocean dynamics in western equatorial Pacific. *Regional Studies in Marine Science*, 81, 103953.
- Weber, S. B., Richardson, A. J., Brown, J., Bolton, M., Clark, B. L., Godley, B. J., & Broderick, A. C. (2021). Direct evidence of a prey depletion “halo” surrounding a pelagic predator colony. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(28), e2101325118.
- Wijaya, A., Priyono, B., & Mahdalena, N. C. (2018). Karakteristik spasial temporal kondisi oseanografi Laut Banda dan hubungannya dengan potensi sumberdaya perikanan. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 2(2), 75–85.
- Wilén, C. D., & Wilén, J. E. (2012). Fishing down the food chain revisited: Modeling exploited trophic systems. *Ecological Economics*, 79, 80–88.

- Winton, S., Fletcher, S., Evans, T., Fletcher, R., Friedrich, L., Greenhill, L., Howel, D., Arendal, G., Lucas, B., March, A., McOwen, C., Vause, J., Vestergaard, O., & Carvalho, L. (2024). Accelerating the Delivery of the 2030 Agenda for Sustainable Development Through the Implementation of a Sustainable Blue Economy.
- Wirasatriya, A., Susanto, R. D., Setiawan, J. D., Agustiadi, T., Iskandar, I., Ismanto, A., & Dollu, E. A. (2023). Extreme Upwelling Events in the Seas of the Alor Kecil, Alor Island, Indonesia. *Oceanography*, 36(1), 28–37.
- Wudianto, W., Widodo, A. A., Satria, F., & Mahiswara, M. (2019). Kajian pengelolaan rumpon laut dalam sebagai alat bantu penangkapan tuna di perairan Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 11(1), 23–37.
- Xiao, M., Deng, B., Zhang, G., Wu, H., Chen, Y., & Hou, L. (2024). Nutrient changes from Zhoushan coastal upwelling fluctuations since 1900 and its implications for fisheries. *Global and Planetary Change*, 243, 104630.
- Xu, G. H., Zhao, L. J., Gao, K. Q., & Wu, F. X. (2013). A new stem-neopterygian fish from the Middle Triassic of China shows the earliest over-water gliding strategy of the vertebrates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1750), 20122261.
- Yamanouchi, T., & Takata, K. (2020). Rapid change of the Arctic climate system and its global influences-Overview of GRENE Arctic climate change research project (2011–2016). *Polar science*, 25, 100548.
- Yuan, D., Li, X., Wang, Z., Li, Y., Wang, J., Yang, Y., & von Storch, J. S. (2018). Observed transport variations in the Maluku Channel of the Indonesian Seas associated with western boundary current changes. *Journal of Physical Oceanography*, 48(8), 1803–1813.
- Yusuf, J., Rukmana, D., Ali, S. A., & Indar, Y. N. (2014). Studi kelembagaan dalam pengelolaan dan pemanfaatan telur ikan terbang (kasus Desa Pa'lalakang Kabupaten Takalar). *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 24(3).
- Zainuddin, M. (2011). Preliminary findings on distribution and abundance of flying fish in relation to oceanographic conditions of Flores Sea observed from multi-spectrum satellite images. *Asian Fisheries Science Journal*, 24(1), 20–30.

- Zhang, X., Tinacci, L., Xie, S., Wang, J., Ying, X., Wen, J., & Armani, A. (2022a). Caviar products sold on Chinese Business to customer (B2C) online platforms: Labelling assessment supported by molecular identification. *Food control*, 131, 108370.
- Zhang, D., Zhang, J. D., & Huang, W. X. (2022b). Physical models and vortex dynamics of swimming and flying: A review. *Acta Mechanica*, 233(4), 1249–1288.
- Zhang, W., Wang, J., Bai, F., Xu, P., Gao, R., Wu, J., Zhao, Y., & Xu, X. (2025a). Mechanisms of Formation, Deterioration, and Regulation of Quality in Caviar and Its Substitutes: Recent Advances and Future Trends. *Trends in Food Science & Technology*, 104908.
- Zhang, L., Ma, X., Wan, X., Xu, W., Sun, X., & Li, M. (2025b). Three-dimensional thermohaline reconstruction of mesoscale eddies under remote sensing observation: From the perspective of deep learning of layer depth sequences with fusion of physical mechanisms. *Journal of Sea Research*, 102593.
- Zhang, X., Wang, H., Li, X., Purwandana, A., & Putra, I. W. S. E. (2025c). Internal solitary waves in the Banda Sea, a pathway between Indian and Pacific oceans: Satellite observations and physics-AI hybrid forecasting. *Remote Sensing of Environment*, 323, 114733.

DAFTAR SINGKATAN

ABK	: Anak Buah Kapal
ATRL	: Alat Tangkap yang Ramah Lingkungan
BKIPM	: Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan
CPUE	: Catch Per Unit Effort
DJPT	: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap
DKP	: Dinas Kelautan dan Perikanan
GSOB	: Global scale oceanic belt
HT	: <i>Handy talkie</i>
ITF	: Indonesian Troughflow
KKP	: Kementerian Kelautan dan Perikanan
KLP	: Kawasan Larangan Penangkapan
KPI	: Kuota Penangkapan Ikan
KPT	: Kebijakan Penangkapan Terbatas
LIN	: Lumbung Ikan Nasional

LIPI	: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
LKP	: Langkah Kelola Perikanan
MSY	: Maximum Sustainable Yield
PSDIT	: Pengelolaan Sumber Daya Ikan Terbang
PSP	: Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan
SDP	: Sumber Daya Perikanan
TIT	: Telur Ikan Terbang
TOF	: Tekanan Over Fishing
WIT	: Waktu Indonesia Timur
WPP	: Wilayah Pengelolaan Perikanan
WPPNRI	: Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

GLOSARIUM

- Perairan Maluku : Wilayah perairan di Provinsi Maluku yang meliputi tiga laut: Laut Banda, Laut Seram, dan Laut Arafura.
- WPPNRI (Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia) : Wilayah pengelolaan perikanan di Indonesia.
- Ikan terbang (Exocoetidae) : Jenis ikan potensial di perairan Maluku, populasinya tergolong besar. Dikenal dengan nama lokal seperti Tuing-tuing, Torani, Balang-balang, Antoni, Siloar, Torotah, dan Ub door.
- Telur ikan terbang : Telur ikan terbang banyak diburu untuk tujuan pasar ekspor ke negara seperti Cina, Taiwan, Thailand, Jepang, Korea Selatan, dan Amerika Serikat.

Fungsi Ekologis Ikan Terbang	:	Ikan terbang memiliki peran penting dalam rantai makanan laut. Sebagai bagian dari komponen rantai makanan, ikan terbang menjadi pakan kesukaan ikan pelagis besar, termasuk ikan tuna. Ketersediaan ikan terbang berhubungan erat dengan kelimpahan sumber daya ikan pelagis besar di suatu perairan.
Nelayan patorani	:	Nelayan pendatang dari Sulawesi Selatan yang memburu telur ikan terbang di perairan Maluku.
Bale-bale (rumpon hanyut)	:	Alat bantu penangkapan telur ikan terbang yang digunakan oleh nelayan.
<i>Overfishing</i> (penangkapan berlebih)	:	Penangkapan ikan terbang yang berlebihan yang dapat mengancam keberlanjutan populasi.
MSY (Maximum Sustainable Yield)	:	Titik maksimal pemanfaatan sumber daya perikanan yang dapat dipertahankan.
CPUE (Catch Per Unit Effort)	:	Hasil tangkapan per satuan upaya, menunjukkan trend penurunan produksi ikan terbang.
Armada kapal	:	Kapal yang digunakan untuk penangkapan ikan terbang.
Bubu hanyut (drift traps)	:	Alat perangkap ikan yang terbuat dari bambu dengan sargassum sebagai tempat pelekatan telur.
JTB (jumlah tangkapan yang diperbolehkan)	:	Jumlah maksimal tangkapan yang diizinkan untuk operasi penangkapan.
Fmsy	:	Jumlah maksimal produksi sumber daya perikanan yang dapat dihasilkan setiap tahun tanpa mengurangi stok populasi.
Eksplotasi	:	Pemanfaatan sumber daya perikanan secara berlebihan.
Upwelling	:	Fenomena naiknya massa air dingin dari lapisan dalam ke lapisan permukaan laut.
Migrasi	:	Pergerakan ikan terbang berdasarkan fase siklus hidupnya, seperti <i>Exocoetus volitans</i> .

Faktor lingkungan	:	Kondisi alam yang memengaruhi keberadaan dan distribusi ikan terbang.
Aggregation bulu hanyut	:	Alat perangkap ikan berbentuk silinder dari bambu dengan sargassum sebagai tempat pelekatan telur.
Scafer model	:	Model analisis untuk menentukan keberlanjutan pengelolaan sumber daya perikanan.
Over-fished	:	Keadaan sumber daya perikanan yang telah dieksploitasi melebihi batas maksimal keberlanjutan.
Fishing down food webs	:	Fenomena penangkapan ikan berlebih yang mengakibatkan penurunan populasi ikan pada tingkat trofik yang lebih tinggi.
Generasi muda	:	Generasi penerus dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan terbang di perairan Maluku.

INDEKS

- alat tangkap ikan terbang 12, 68
andon 6, 7, 8, 10, 66, 93, 94, 129,
148
armada 15, 35, 43, 44, 65, 93, 108,
109, 111, 112, 129, 133, 134,
145, 146, 151, 156, 176

bale-bale 6, 10, 11, 15, 32, 38, 66,
72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80,
81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89,
90, 91, 92, 103, 108, 109,
111, 112, 113, 128, 129, 147,
148, 155, 179
berkelanjutan xi, xii, xiii, xv, 4, 5,
7, 8, 9, 10, 13, 16, 27, 29, 33,
34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43,
44, 46, 47, 65, 68, 71, 77, 89,
90, 92, 100, 103, 107, 113,
115, 116, 117, 118, 119, 120,
121, 122, 123, 124, 126, 130,
131, 132, 133, 134, 136, 137,
138, 140, 143, 144, 146, 147,
148, 149, 151, 154, 155, 158,
159, 176
biodiversitas laut 1
biologi ikan terbang 138, 162

cheilopogon 162
Cypselurus 19, 22, 23, 24, 25, 105,
106, 124, 171, 174, 175, 177,
181

ekosistem xi, xii, xiii, xvi, 1, 3, 4, 9,

- 10, 16, 22, 24, 27, 29, 30, 31,
33, 38, 39, 42, 46, 48, 49, 56,
65, 87, 89, 98, 101, 104, 107,
113, 114, 117, 118, 119, 120,
123, 124, 125, 126, 128, 129,
130, 131, 132, 133, 134, 135,
137, 138, 139, 142, 143, 146,
147, 149, 151, 153, 154, 155,
158, 159
- eksploitasi sumber daya 41, 43,
100, 135
- ekspor 1, 3, 4, 7, 8, 38, 41, 66, 145,
191
- Exocoetidae i, iii, xiv, xv, 1, 2, 5, 14,
17, 19, 142, 162, 163, 165,
169, 170, 171, 172, 173, 175,
176, 177, 178, 179, 181, 182,
183, 184, 185, 191
- Exocoetus 19, 22, 23, 24, 27, 105,
173, 181, 192
- faktor lingkungan 26, 44, 100, 101,
118, 119, 120
- fishing ground xii, 13, 15, 34, 35,
93, 94, 95, 96, 97, 98, 103,
140, 142
- fluktuasi 36, 52, 115, 117, 118, 119,
120
- geografis 2, 13, 15, 23, 27, 28, 47,
48, 75, 94, 155
- gonad ikan terbang 162
- habitat ikan terbang 47, 53
- Hirundichthys 19, 23, 25, 27, 28,
60, 75, 99, 105, 106, 124,
157, 162, 168, 172, 174, 175,
177, 180, 181, 184, 185
- ikan terbang xi, xii, xiii, xiv, xv, xvi,
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,
12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20,
21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29,
30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37,
38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45,
46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55,
56, 57, 58, 59, 60, 63, 65, 66,
67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74,
75, 76, 77, 81, 82, 83, 85, 86,
87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95,
96, 97, 98, 99, 100, 101, 103,
104, 105, 106, 107, 108, 109,
110, 111, 112, 113, 114, 115,
116, 117, 118, 119, 120, 121,
122, 123, 124, 125, 126, 127,
129, 130, 131, 133, 135, 137,
138, 139, 140, 141, 142, 143,
144, 145, 146, 147, 148, 149,
150, 151, 153, 154, 155, 157,
158, 159, 162, 168, 170, 176,
180, 182, 183, 184, 185, 187,
191, 192, 193
- Keanekaragaman 5, 90
- keberlanjutan perikanan 41, 43,
168
- kebijakan pengelolaan 8, 15, 26, 31,
35, 42, 89, 99, 100, 101, 116,
125, 126, 131, 132, 134, 139,
143, 155
- kelestarian xi, xvi, 8, 13, 43, 44,

- 114, 115, 118, 121, 124, 125,
135, 144, 149, 158
- kelimpahan 2, 4, 5, 18, 26, 27, 48,
49, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60,
63, 65, 107, 108, 117, 137,
192
- keseimbangan 1, 4, 10, 27, 30, 33,
39, 40, 46, 71, 81, 87, 100,
101, 107, 113, 115, 117, 118,
119, 120, 121, 124, 125, 130,
134, 136, 138, 139, 140, 143,
149, 151, 154, 155, 156, 157,
158, 159
- ketersediaan xv, 4, 26, 27, 31, 33,
35, 47, 52, 54, 55, 56, 57, 59,
60, 96, 99, 106, 107, 115, 119
- lokasi penangkapan 12, 13, 15, 30,
49, 53, 55, 56, 57, 65, 93, 94,
95, 96, 136, 139, 140, 150,
151, 158, 180
- Maluku Tenggara 9, 18, 22, 32, 35,
38, 51, 72, 81, 89, 96, 97,
104, 107, 113, 114, 116, 117,
118, 120, 124, 129, 147, 180,
183, 184
- manajemen 15, 29, 39, 40, 121,
138, 142
- migrasi xi, 23, 27, 37, 47, 50, 53, 60,
138, 147, 157
- Morfologi 20
- musim penangkapan 15, 30, 65, 96,
98, 101, 103, 108, 113, 115,
116, 124, 148, 176
- ombak 43, 62, 73, 85, 98, 99
- overfishing xi, 9, 15, 98, 111, 121,
122, 123, 125, 127, 130, 149,
153, 154, 155, 166
- oxycephalus 23, 24, 25, 60, 75, 99,
105, 106, 124, 157, 162, 168,
171, 172, 175, 177, 180, 181,
182, 184, 185
- Parexocoetus 19, 23, 24, 27, 105,
182
- Patorani 10, 11, 30, 31, 73, 74, 82,
84, 86, 89, 90, 91, 108, 109,
112, 114, 115, 116, 117, 167
- pemanfaatan ikan terbang xii, xv,
1, 8, 10, 14, 26, 27, 125, 126,
144
- pemijahan xi, 10, 12, 13, 14, 15,
51, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 77,
86, 87, 88, 99, 100, 113, 125,
128, 129, 130, 138, 139, 140,
141, 142, 143, 144, 147, 151,
154, 155, 157, 158
- pengelolaan perikanan 14, 31, 35,
44, 98, 100, 107, 119, 120,
124, 125, 130, 132, 134, 136,
149, 154, 164, 182, 191
- Perairan Kepulauan Aru 185
- perairan Maluku xii, xiii, xiv, 1, 2,
3, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 17, 30, 35,
40, 41, 42, 47, 48, 49, 61, 63,
65, 89, 90, 93, 94, 98, 107,
118, 123, 124, 125, 126, 130,
133, 137, 139, 140, 145, 153,
157, 158, 184, 191, 192, 193
- pesisir xiii, 1, 14, 18, 28, 46, 48, 57,
75, 76, 93, 98, 100, 101, 113,

- 116, 132, 133, 137, 144, 145,
146, 147, 148, 151, 180
- populasi ikan terbang 3, 4, 8, 30,
31, 33, 44, 46, 56, 57, 59, 60,
71, 87, 93, 100, 123, 124,
130, 138, 139, 140, 147, 148,
149, 150, 153, 154, 155, 158,
184
- potensi sumber daya xi, 1, 2, 8, 9,
17, 29, 34, 42, 43, 93, 114,
134
- Pulau 2, 18, 23, 68, 71, 74, 97, 104,
105, 108, 116, 124, 180
- regulasi xiii, 35, 38, 48, 99, 115,
131, 138, 143
- rumpon hanyut 32, 74, 83, 90, 103,
192
- spesies 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,
24, 26, 27, 33, 47, 50, 53, 54,
76, 99, 103, 104, 105, 106,
107, 122, 124, 125, 126, 127,
128, 130, 131, 132, 136, 148,
153, 154, 155, 157, 158
- status 33, 44, 103, 161, 168, 173
- stok ikan xi, 10, 33, 34, 38, 39, 42,
99, 100, 101, 115, 117, 123,
125, 126, 130, 131, 133, 134,
135, 138, 143, 146, 149, 151,
180
- sumber daya ikan xi, xiii, xiv, xv,
xvi, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
14, 15, 17, 22, 27, 29, 30, 31,
32, 33, 35, 36, 39, 40, 41, 42,
43, 44, 48, 49, 66, 68, 71, 72,
76, 89, 98, 100, 101, 103,
107, 108, 110, 113, 115, 117,
118, 121, 122, 123, 125, 127,
130, 131, 132, 133, 134, 135,
136, 137, 138, 139, 140, 142,
143, 144, 148, 149, 150, 151,
153, 154, 156, 157, 158, 159,
176, 182, 192, 193
- teknologi penangkapan 15, 43, 44,
65, 103, 132, 136, 148
- telur ikan terbang 3, 4, 6, 7, 8, 9,
11, 12, 15, 29, 30, 31, 32, 35,
36, 37, 38, 41, 66, 69, 70, 71,
76, 77, 81, 82, 83, 85, 88, 89,
90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98,
100, 101, 108, 109, 110, 111,
112, 113, 114, 115, 116, 117,
118, 119, 120, 129, 141, 145,
146, 147, 148, 155, 162, 168,
170, 187, 192
- ukuran ikan terbang 124, 176
- Zona konservasi 15

TENTANG PENULIS



Friesland Tuapetel dilahirkan di Ambon, 7 Januari 1977. Anak ke-4 dari delapan bersaudara dari pasangan Marthen Tuapetel dan Maria Pariama. Menyelesaikan pendidikan SD sampai SMP di Negeri Waai, kemudian SMA Negeri Tulehu. Pendidikan S-1 dimulai tahun 1996 pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Ambon dan memperoleh gelar S.Pi. tahun 2001 dengan topik penelitian skripsi, yaitu sedimentasi pada area terumbu karang.

Di tahun yang sama, penulis melanjutkan studi S-2 pada Program Studi Ilmu Perairan, Universitas Sam Ratulangi, Manado dan lulus tahun 2004 dengan topik tesis tentang ikan payangka di Danau Tondano. Selanjutnya, penulis bekerja di PBF Sulawesi Utara sampai

tahun 2007. Tahun 2008, penulis diangkat menjadi dosen tetap pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura (Unpatti). Tahun 2009 menikah dengan Febby Saamena. S.E. dan dikaruniai dua buah hati, Frendy Byland (2011) dan Filya Lovelyn (2016). Tahun 2011 penulis dipercayakan untuk melanjutkan studi S-3 pada Program Studi Ilmu Pertanian Kosentrasi Perikanan PPs Universitas Hasanuddin, Makassar dengan disertasi kondisi stok ikan terbang Laut Seram (2015). Penulis menekuni bidang iktiologi, biologi Perikanan, dan Pemanfaatan sumber daya perikanan. Mengikuti beberapa kursus yang berkaitan dengan taksonomi-identifikasi ikan, pengolahan data perikanan, publikasi ilmiah pada jurnal bereputasi, penyusunan deskripsi paten, serta pelatihan *scientific diving*. Buku yang pernah dipublikasikan oleh penulis, yakni Pendugaan Stok Ikan (Metode Analitik dan Holistik), beberapa *book chapter*, buku monograf, serta majalah ilmiah terkait ikan terbang dan iktiofauna. Selain menulis buku, penulis juga menghasilkan publikasi pada jurnal internasional, nasional, prosiding, serta majalah ilmiah. Penulis terlibat dalam berorganisasi, saat ini dipercayakan sebagai Koordinator Wilayah (Korwil) Kepulauan Maluku Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII) dan Dewan Pakar Ispikani Maluku. Chief Editor Amanisal, Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap. Rumpun ilmu penulis, yakni ilmu terapan, dengan pohon ilmu pertanian pada cabang ilmu atau sains perikanan, dengan fokus pada sumber daya perikanan ikan terbang. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: friesland.tuapetel@lecturer.unpatti.ac.id



Khairul Amri lahir di Tungkar, Kab. Lima puluh Kota, Sumatera Barat pada 5 Juni 1967. Menyelesaikan pendidikan dasar hingga sekolah lanjutan pertama di tanah kelahiran dan kemudian hijrah menempuh pendidikan menengah atas di Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SPP-SUPM) Negeri Bogor, lulus pada tahun 1987. Selanjutnya, menjadi aquaculturist tambak udang windu intensif PT Migra Tirta Saranindo di Lampung hingga 1990. Gelar Sarjana

Perikanan diperoleh dari jurusan Pemanfaatan Sumber daya Perikanan (PSP), Fakultas Perikanan dan Kelautan (FPIK), Universitas Satya Negara Indonesia (USNI), Jakarta 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 bekerja sebagai Peneliti pada Pusat Riset Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Jakarta 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 “Sumber daya Perikanan dan Lingkungan” hingga Mei 2023 berhasil mencapai jenjang Peneliti Ahli Utama (Research Professor) di Pusat Riset Perikanan, OR Kebumian dan Maritim-Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Sejak tahun 1999 mengabdikan ilmunya sebagai dosen tidak tetap pada FPIK USNI, di samping menjadi pembimbing dan penguji pada program pascasarjana FPIK IPB University sejak 2014. Tahun 2023 ikut terlibat dalam penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan (RPP) Ikan Terbang KKP dan saat ini tergabung dalam Konsorsium Riset Ikan Terbang yang digagas oleh sejumlah peneliti dari lembaga riset dan beberapa universitas di tanah air. Penulis tercatat sebagai anggota aktif organisasi profesi MAPIN (Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia), dan PPI (Perhimpunan Periset

Indonesia), serta anggota Pengurus Pusat ISOI (Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia) 2021–2024 dan 2025–2027.

Dunia tulis-menulis merupakan hobi yang ditekuni sejak 1986 dengan menulis artikel di beberapa media massa nasional. Telah banyak memublikasikan (author/co-author) hasil riset di berbagai jurnal ilmiah nasional dan internasional; menulis buku teknis perikanan; editor/penyunting buku/prosiding; serta reviewer di beberapa jurnal ilmiah nasional. Ia dapat dihubungi melalui e-mail: khairulamriyu@gmail.com.

Buku Pemanfaatan Berkelanjutan Sumber Daya Ikan Terbang Kepulauan Maluku membahas pentingnya pemanfaatan sumber daya perikanan laut untuk kesejahteraan generasi saat ini dan masa depan. Buku ini menekankan bahwa populasi ikan terbang di laut Maluku harus dilindungi dari penurunan populasi akibat praktik penangkapan yang tidak bertanggung jawab. Potensi perikanan perairan Maluku sangat besar dan dapat menjadi sumber utama pangan nasional, pendapatan devisa dari ekspor, penyedia lapangan kerja, serta sumber pendapatan domestik yang signifikan. Dengan pengelolaan yang optimal, perikanan ikan terbang dapat mendukung pencapaian tujuan pembangunan nasional. Buku ini juga menyoroti pentingnya aspek keberlanjutan, menjadikannya referensi yang layak dibaca. Dengan bahasa yang mudah dipahami, buku ini cocok untuk berbagai kalangan, termasuk mahasiswa, akademisi, pegiat lingkungan dan pengambil kebijakan.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.1782



ISBN 978-602-6303-96-7

