



Editor: Rachma Puspitasari & Suhartati M. Natsir



**Kualitas Lingkungan
untuk Menunjang**

Budi Daya

Biota Laut

di Perairan Lombok Barat

Tidak diperjualbelikan.

**Kualitas Lingkungan
untuk Menunjang
Budi Daya
Biota Laut
di Perairan Lombok Barat**



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok Barat

Editor: Rachma Puspitasari & Suhartati M. Natsir



LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2016 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Oseanografi

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok Barat/
Rachma Puspitasari dan Suhartati M. Natsir (Ed.) – Jakarta: LIPI Press, 2016.

xx + 201 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-979-799-865-3

1. Lingkungan

2. Biota Laut

3. Lombok, NTT

177.74 74

Copy editor : M. Kadapi dan Sarwendah Puspita Dewi
Proofreader : Risma Wahyu Hartiningsih
Penata Isi : Erna Rumbiati dan Prapti Sasiwi
Desainer Sampul : Rusli Fazi
Cetakan Pertama : Desember 2016



Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi

Jln. Gondangdia Lama 39, Menteng, Jakarta 10350

Telp. (021) 314 0228, 314 6942. Faks. (021) 314 4591

E-mail: press@mail.lipi.go.id

Website: lipipress.lipi.go.id

 LIPI Press

 @lipi_press

Buku ini merupakan karya buku yang terpilih dalam Program Akuisisi Pengetahuan Lokal Tahun 2021 Balai Media dan Reproduksi (LIPI Press), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



Karya ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
PENGANTAR PENERBIT	xvii
PRAKATA	xix

BAB I

KONDISI UMUM PERAIRAN LOMBOK BARAT

<i>Rachma Puspitasari</i>	1
---------------------------------	---

BAB II

KONDISI OSEANOGRAFI PERAIRAN TELUK KOMBAL, LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

<i>Dewi Surinati dan Edi Kusmanto</i>	7
---	---

BAB III

KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA PERAIRAN PESISIR LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

<i>Dewi Surinati, Lestari, dan Fitri Budiyanto</i>	23
--	----

BAB IV

DISTRIBUSI SENYAWA NITROGEN ANORGANIK DI PERAIRAN LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

<i>Hanif Budi Prayitno dan Suci Lastrini</i>	39
--	----

BAB V	
KUALITAS PESISIR LOMBOK BARAT DARI SEGI TOKSISITAS, DALAM KAITANNYA SEBAGAI KAWASAN BUDI DAYA	
<i>Rachma Puspitasari dan Triyoni Purbonegoro</i>	53
BAB VI	
DISTRIBUSI LOGAM BERAT TERLARUT DI PERAIRAN LOMBOK BERDASARKAN PERBEDAAN AKTIVITAS ANTROPOGENIK	
<i>Fitri Budiyanto</i>	63
BAB VII	
KONSENTRASI LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN DI PERAIRAN LOMBOK BARAT	
<i>Lestari</i>	79
BAB VIII	
KOMPOSISI DAN DISTRIBUSI SEDIMEN DI DASAR LAUT KAITANNYA DENGAN MINERAL DI SEKOTONG DAN LEMBAR, LOMBOK BARAT, NTB	
<i>Yunia Witasari dan Erlangga Herditrianto</i>	95
BAB IX	
KONDISI PERAIRAN LOMBOK BARAT DITINJAU DARI INDEKS FORAM DAN INDEKS AMMONIA-ELPHIDIUM	
<i>Ricky Rositasari</i>	117
BAB X	
KARAKTERISTIK MAKROALGA BERZAT KAPUR DI PERAIRAN TANJUNG SIRA, LOMBOK BARAT	
<i>Ahmad Kadi</i>	133
BAB XI	
KOMPOSISI, KELIMPAHAN, DAN SEBARAN ZOOPLANKTON DI PERAIRAN TELUK SEKOTONG, LOMBOK BARAT	
<i>Sutomo</i>	149

BAB XII

PENGEMBANGAN KULTUR HIDUP *Skeletonema* sp. YANG DIISOLASI DARI PERAIRAN LOMBOK, NUSA TENGGARA BARAT

Diab Radini Noerdjito dan Sutomo 165

BAB XIII

PENILAIAN KUALITAS LINGKUNGAN PERAIRAN LOMBOK BARAT SEBAGAI LOKASI BUDI DAYA BIOTA LAUT

Suhartati M. Natsir, Ricky Rositasari, dan Rachma Puspitasari 179

INDEKS 185

GLOSARIUM 187

BIODATA EDITOR 195

BIODATA PENULIS 197

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai Indeks Polusi	26
Tabel 3.2	Konsentrasi Parameter Fisika-Kimia Perairan Lombok Barat, NTB, April 2012	28
Tabel 3.3	Nilai Indeks Pencemaran di Stasiun Penelitian	36
Tabel 6.1	Intepretasi Nilai Indeks Polusi.....	73
Tabel 7.1	Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Lombok Barat, NTB, April 2012	83
Tabel 7.2	Perbandingan Konsentrasi Logam Berat (mg/kg bobot kering) dalam Sedimen di Perairan Pesisir Lombok dengan Beberapa Perairan Lainnya di Indonesia	90
Tabel 8.1	Penyebaran Mineral di Perairan Lembar dan Sekotong Lombok pada 2012	110
Tabel 8.2	Mineral yang Stabil dan Tidak Stabil di Permukaan Bumi..	111
Tabel 9.1	Formula Indeks FoRAM	122
Tabel 9.2	Formula Indeks A-E	124
Tabel 9.3	Indeks Ekologis Foraminifera Bentik di Pesisir Lombok Barat	125
Tabel 9.4	Pengategorian Fatela	126

Tabel 9.5	Jenis Foraminifera Bentik Resen di Perairan Barat Lombok, 2011	127
Tabel 10.1	Makroalga Berzat Kapur Paparan Terumbu Karang Pantai Tanjung Sira, Perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat.....	137
Tabel 10.2	Kandungan Kalsium Karbonat Makroalga Berzat Kapur (g/m^2) di Paparan Pantai Tanjung Sira, Lombok, Nusa Tenggara Barat	141
Tabel 11.1	Komposisi Zooplankton (%) di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat	154
Tabel 11.2	Persentase Zooplankton di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lokasi Penelitian 2005–2006, Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB.....	8
Gambar 2.2	Peta Kedalaman Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB, 2005–2006.....	9
Gambar 2.3	Lokasi (a) Pengukuran Karakteristik Massa Air (Stasiun CTD) dan (b) Lintasan Pengukuran Arus dengan ADCP dan Pasang surut.....	11
Gambar 2.4	Seperangkat Peralatan Pengukur (a) Arus (<i>Acoustic Doppler Current Profiler/ADCP</i>), (b) Posisi (<i>Global Positioning Sistem/GPS</i>), dan (c) Suhu dan Salinitas (<i>Conductivity Temperature Depth/CTD</i>).....	12
Gambar 2.5	Sebaran Spasial Arus Permukaan di Perairan Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB, Desember 2005	13
Gambar 2.6	Sebaran Spasial Arus Permukaan di Perairan Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB, Februari 2006.....	14
Gambar 2.7	Sebaran Spasial Arus Permukaan di Perairan Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB, April 2006.....	15
Gambar 2.8	(a) Suhu dan (b) Salinitas Permukaan Perairan Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB.....	17

Gambar 2.9	Kondisi Cuaca, Pola Suhu, Salinitas, dan Pasang Surut Teluk Kombal, Lombok Barat, Desember 2005–Februari 2006.....	19
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian di (a) Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar dan (b) Teluk Kombal, Lombok, NTB, 2012 ...	25
Gambar 3.2	Grafik Kecerahan, Kekeruhan, dan TSS di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012.....	29
Gambar 3.3	(a) Grafik dan (b) Sebaran Suhu Permukaan di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012.....	31
Gambar 3.4	(a) Grafik dan (b) Sebaran Salinitas Permukaan di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012.....	33
Gambar 3.5	(a) Grafik dan (b) Sebaran pH di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012	34
Gambar 3.6	Grafik Oksigen Terlarut di Perairan Lombok Barat, NTB, April 2012	35
Gambar 4.1	Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar.	41
Gambar 4.2	Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut di Teluk Kombal..	41
Gambar 4.3	Distribusi Senyawa Nitrit di Perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal.	44
Gambar 4.4	Distribusi Senyawa Nitrat di Perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal.....	46
Gambar 4.5	Distribusi Spasial Senyawa Nitrat di Perairan Sekitar Pelabuhan Lembar.....	47
Gambar 4.6	Distribusi Senyawa Ammonia di Perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal.....	48
Gambar 4.7	Distribusi Spasial Senyawa Ammonia di Perairan Sekitar Pelabuhan Lembar.....	49
Gambar 5.1	Lokasi Penelitian di Pesisir Lombok Barat, yaitu Sekotong dan Lembar.....	56

Gambar 5.2	Respons Fitoplankton <i>C. gracilis</i> terhadap Pemaparan Sedi- men yang Diambil dari Tiap Stasiun	58
Gambar 5.3	Jumlah Sel Rata-rata <i>C. gracilis</i> Hasil Pemaparan Sedimen Lombok Barat	58
Gambar 6.1	Area Pengambilan Sampel Air Laut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar.	66
Gambar 6.2	Distribusi Hg Terlarut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar.....	68
Gambar 6.3	Distribusi Kadmium Terlarut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar.....	69
Gambar 6.4	Distribusi Pb Terlarut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar.....	71
Gambar 6.5	Indeks Polusi di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar	73
Gambar 7.1a	Lokasi Penelitian di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar, Lombok Barat, NTB, 2012.....	81
Gambar 7.1b	Lokasi Penelitian di Teluk Komba dan Gili Air, Lombok Barat, NTB, 2012	81
Gambar 7.2a	Grafik Konsentrasi Logam Berat Hg, Cd, dan Cu (mg/kg) dalam Sedimen Permukaan di Perairan Lombok Barat, NTB, 2012	84
Gambar 7.2b	Grafik Konsentrasi Logam Berat Ni, Pb, dan Zn (mg/kg) dalam Sedimen Permukaan di Perairan Lombok Barat, NTB, 2012.....	85
Gambar 8.1	Peta Lokasi Penelitian dan Titik Stasiun Pengamatan	98
Gambar 8.2	Diagram Shepard	99
Gambar 8.3	Perbandingan Komposisi Fragmen di Kedua Perairan...	101
Gambar 8.4	Peta Sebaran Pasir	105
Gambar 8.5	Peta Sebaran Lumpur	106
Gambar 8.6	Perbandingan Komposisi Fragmen dan Ukuran Butir Perairan Sekotong	107

Gambar 8.7	Perbandingan Komposisi Fragmen dan Ukuran Butir Perairan Lembar.....	109
Gambar 8.8	Urutan Pembentukan Mineral dalam Pembekuan Magma Menurut Skema Bowen yang Memengaruhi Kedewasaan Mineral	112
Gambar 8.9	Tekstur Sedimen yang Terpilah Buruk dan Baik yang Menunjukkan Mekanisme Transportasi	112
Gambar 9.1	Lokasi Penelitian di Pesisir Sekotong, Lembar, dan Komba, Lombok barat	119
Gambar 9.2	Sedimen Dasar Perairan Pesisir Barat Lombok	120
Gambar 9.3	Foraminifera Bentik dari Perairan Dangkal Sekotong, Lembar, dan Komba, Lombok barat	122
Gambar 9.4	Dendrogram Berdasarkan Indeks Kesamaan Horn pada Komunitas Foraminifera Bentik di Perairan Sekotong, Lembar, dan Komba, Lombok	129
Gambar 10.1	Peta Perairan Pantai Tanjung Sira, Lombok Barat.....	135
Gambar 10.2	Habitat Makroalga Berzat Kapur di Rataan Terumbu Karang Pantai Tanjung Sira, Lombok-Barat	136
Gambar 10.3	Struktur Kimia Kalsium Karbonat	142
Gambar 10.4	<i>Halimeda macroloba</i>	143
Gambar 10.5	<i>Padina australis</i>	143
Gambar 10.6	<i>Corallina</i> sp. (Kerak).....	144
Gambar 10.7	<i>Peysonnalia rubra</i>	144
Gambar 11.1	Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel Zooplankton di PerairanTeluk Sekotong, Lombok Barat	152
Gambar 11.2	Persentase Komposisi Zooplankton di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat	152
Gambar 11.3	Kelimpahan dan Sebaran Zooplankton pada Setiap Stasiun di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat.....	155
Gambar 11.4	Parameter Fisika-Kimia di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat	159

Gambar 12.1	(a) Pembuatan Mikropipet dari Pipet Pasteur; (b) Isolasi Mikroalga Menggunakan Mikropipet dari Pipet Pasteur	169
Gambar 12.2a	Sel <i>Skeletonema</i> sp.	170
Gambar 12.2b	Kultur <i>Skeletonema</i> sp. Isolat Lombok.....	170
Gambar 12.3	Kurva Pertumbuhan <i>Skeletonema</i> sp. Isolat Lombok dan Perbandingannya dengan Kurva Pertumbuhan <i>Skeletonema</i> sp. yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia.....	171
Gambar 12.4	Produksi Biomassa <i>Skeletonema</i> sp. Isolat Lombok Dibandingkan Produksi Biomassa <i>Skeletonema</i> sp. yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia	171
Gambar 12.5	Kandungan Lipid <i>Skeletonema</i> sp. Isolat Lombok dan Perbandingannya dengan Kandungan Lipid <i>Skeletonema</i> sp. yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia	174
Gambar 12.6	Persentase Lipid terhadap Biomassa <i>Skeletonema</i> sp. Isolat Lombok dan Persentase Lipid terhadap Biomassa <i>Skeletonema</i> sp. yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia	174

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Penyediaan terbitan ilmiah yang berkualitas adalah salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk ikut serta dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Dalam rangka menjunjung tinggi tugas tersebut, LIPI Press melalui salah satu terbitan ilmiahnya dalam bentuk bunga rampai berjudul *Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok Barat*, berusaha untuk mengungkap kondisi perairan Lombok Barat yang merupakan salah satu kawasan penyangga pengembangan budi daya di Indonesia, di tengah maraknya aktivitas manusia yang ditengarai mampu mereduksi kualitas perairan di kawasan tersebut. Menariknya lagi, tulisan dalam buku ini merupakan hasil penelitian tim peneliti dari Pusat Oseanografi LIPI dalam rangka menyelesaikan salah satu program Masterplan Percepatan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI).

Melalui buku ini, pembaca akan dapat memahami dengan lebih detail data mengenai kondisi fisika-kimia, aspek kontaminasi cemaran logam berat ataupun organik akibat aktivitas manusia serta sumber daya hayati yang ada di kawasan Lombok Barat. Lebih jauh, data yang diperoleh dari buku ini dapat dijadikan sebagai *baseline*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pemantauan status ‘kesehatan’ perairan di kawasan Lombok Barat dalam menunjang aktivitas kemaritiman, seperti budi daya perikanan laut, pariwisata, pertambangan, dan pengembangan kawasan strategis.

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

LIPi Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA

Dalam Masterplan Percepatan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI), pemerintah mencanangkan enam pusat pertumbuhan atau koridor ekonomi untuk meningkatkan pembangunan ekonomi di wilayah Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali-Nusa Tenggara, dan Papua-Kepulauan Maluku. Kata kunci dari MP3EI yang diluncurkan pada 2011 adalah 'konektivitas' sehingga sektor utama yang terlibat dalam rencana induk ini adalah sektor kelautan. Rencana induk tersebut mengidentifikasi delapan program utama sebagai fokus pembangunan, yaitu pertanian, pertambangan, energi, kelautan, industri, pariwisata, telekomunikasi, dan pengembangan kawasan strategis.

Dengan tujuan mendukung penerapan rencana induk tersebut, pada tahun 2005 hingga 2012 kami melaksanakan kajian kualitas lingkungan untuk menunjang budi daya biota laut di perairan Lombok Barat untuk digunakan sebagai *baseline* data dalam kegiatan pemantauan selanjutnya. *Baseline* data tentang status kesehatan perairan ini diharapkan dapat menunjang program-program yang berhubungan dengan perikanan laut, pariwisata, pertambangan, dan pengembangan kawasan strategis. Kompleksitas hubungan timbal balik antara sektor perikanan dan pariwisata dengan pengembangan sektor pertambangan dan pengembangan kawasan strategis menjadi fokus perhatian dari kajian kesehatan perairan yang kami laksanakan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

di perairan pesisir barat Lombok pada 2012. Sehubungan dengan hal tersebut, besar harapan kami bunga rampai berjudul *Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok Barat* ini dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait.

Penelitian ini didanai oleh Kegiatan Program Insentif Riset Peneliti dan Perekayasa LIPI tahun anggaran 2012. Selain itu, juga menggunakan data hasil kegiatan Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Riset Kompetitif-LIPI Tahun Anggaran 2005–2006. Kelancaran pelaksanaan kegiatan ini tidak terlepas dari dukungan Kepala Pusat Penelitian Oseanografi dan Deputi Kebumihan LIPI.

Pada kesempatan ini Tim Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Muhadjirin, A.Md. yang telah membantu pengambilan data di lapangan; Abdul Rozak, A.Md. dan M. Taufik Kaisupy yang telah membantu analisis data di Laboratorium Logam Berat Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI; Lestari, M.Si. sebagai koordinator tim; dan kepada Fitri Budiyanto, S.T. atas izinnya untuk menggunakan gambar peta lokasi penelitian. Kemudian juga kepada Dra. M.G. Lily Panggabean, M.Sc., Afdal, M.Si., Sandi Permadi, dan Trimaningsih atas segala bantuan sehingga tulisan ini dapat diselesaikan. Tak lupa, Tim Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada ketua dan staf editor LIPI Press, ketua dan staf editor P2O-LIPI, dan rekan-rekan sesama peneliti dan teknisi yang telah membantu sehingga buku ini dapat terbit.

Jakarta, Februari 2016

Editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BABI

KONDISI UMUM PERAIRAN LOMBOK BARAT

Rachma Puspitasari

Indonesia sebagai poros maritim dunia memiliki potensi sumber daya alam yang sangat besar. Potensi tersebut salah satunya terletak pada wilayah pesisir di seluruh kawasan Indonesia yang dimanfaatkan sesuai dengan potensinya masing-masing. Sebagian pesisir berkembang menjadi kawasan pelabuhan dan lalu lintas barang antarpulau, sedangkan sebagian pesisir lainnya berkembang untuk sektor perikanan, baik perikanan tangkap maupun budi daya. Pengembangan sektor budi daya lebih berkembang di kawasan Indonesia tengah dan Indonesia timur. Sebagian faktor penyebabnya adalah kondisi kualitas lingkungan perairan yang relatif lebih baik dibandingkan perairan Indonesia barat. Tak dapat dimungkiri bahwa laju pertumbuhan penduduk membawa tekanan negatif pada lingkungan pesisir Indonesia.

Salah satu kawasan penyangga pengembangan budi daya di Indonesia tengah adalah Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Provinsi NTB memiliki dua pulau induk, yaitu Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa serta 278 pulau-pulau kecil di sekitarnya. NTB memiliki wilayah perairan laut yang cukup luas, yaitu sekitar 29.159 km² dengan panjang garis pantai 2.333 km. Wilayah NTB pada umumnya masih alami dengan perairan yang bersih, tingkat kecerahan air

Buku ini tidak diperjualbelikan.

laut yang tinggi, dan banyak teluk yang terlindung dari angin dan gelombang. Oleh karena itu, provinsi ini mempunyai potensi yang besar sebagai daerah pengembangan budi daya laut, seperti kerang mutiara, ikan kerapu, udang lobster, abalon, teripang, dan jenis-jenis biota laut bernilai ekonomis lainnya (Setyono, 2010). Aunurohim (2013) menyebutkan bahwa Sekotong merupakan salah satu tempat pengembangan budi daya kerang mutiara yang merupakan komoditas unggulan Indonesia, dengan rata-rata produksi 600 kg/tahun.

Salah satu kawasan penting di Pulau Lombok adalah pesisir Lombok bagian barat. Kawasan ini mengalami pemekaran pada tahun 2008 sehingga wilayah pesisir paling utara, yakni perairan Komba dan Tanjung Sira (Kecamatan Pemenang) terpisah dan masuk ke dalam wilayah Kabupaten Lombok Utara. Kajian dalam bunga rampai ini berasal dari rangkaian hasil penelitian di wilayah Perairan Pesisir Lombok Barat mulai tahun 2005 hingga 2012, yaitu masa sebelum dan sesudah pemekaran. Pelabuhan Lembar yang berbatasan dengan Sekotong merupakan salah satu pelabuhan besar di Kabupaten Lombok Barat. Luas perairan di Kabupaten Lombok Barat adalah 1.382,4 km², dengan panjang garis pantai 1.063,92 km². Potensi hutan mangrove yang dimiliki Sekotong adalah 307,67 ha dengan perincian 302,67 ha dalam kondisi baik dan 5 ha dalam tahap rehabilitasi. Potensi lain yang dimiliki oleh daerah ini adalah ekosistem padang lamun seluas 499,84 ha, rumput laut sekitar 5 ha, dan terumbu karang 6.294,59 ha, dengan perincian terumbu karang dalam kondisi baik sekitar 1.070,08 ha, rusak ringan 1.510,7 ha, dan kondisi rusak berat 3.713,81 ha. Selain itu, potensi perikanan tangkap dan budi daya juga berkembang baik. Inventarisasi oleh Dinas Kelautan dan Perikanan pada 2014 menyatakan bahwa kawasan budi daya mutiara seluas 2.294 ha, sedangkan kerapu, lobster, dan biota lainnya seluas 0,4444 ha, dan rumput laut seluas 9.944,25 ha.

Keberhasilan pengembangan usaha budi daya laut sangat ditentukan oleh penentuan lokasi yang tepat dan layak sebagai tempat budi daya. Ketepatan pemilihan lokasi sangat dipengaruhi dan ditentukan

oleh hasil kajian kondisi kualitas perairan dan potensi sumber daya laut yang tersedia sebagai penunjang keberhasilan budi daya (Afan, 2010). Kondisi kualitas perairan untuk usaha budi daya biota laut harus mempertimbangkan banyak faktor, di antaranya kondisi fisika-kimia, aspek kontaminasi dari cemaran logam berat ataupun organik, aspek sumber daya hayati, seperti kelimpahan organisme dan faktor lainnya. Semua faktor tersebut membentuk suatu daya dukung lingkungan yang menentukan apakah suatu lokasi cocok dikembangkan sebagai lokasi budi daya atau tidak.

Indonesia belum memiliki acuan khusus untuk budi daya di wilayah laut. Namun, Aunurohim (2013) menyebutkan bahwa ada beberapa syarat dalam menentukan lokasi budi daya laut, antara lain 1) terletak di perairan yang tenang dan terlindung dari pengaruh angin musim, gerakan arus, dan gelombang yang besar; 2) terbebas dari kemungkinan adanya pencemaran, baik yang diakibatkan oleh buangan sampah/kotoran kota maupun buangan industri; 3) terbebas dari lalu lintas kapal atau penempatan wadah budi daya sehingga tidak mengganggu alur pelayaran; dan 4) penempatan wadah budi daya yang tidak akan menimbulkan konflik dengan alat tangkap lain yang sudah ada. Namun, syarat-syarat tersebut masih bersifat umum dan tidak menjelaskan secara spesifik parameter-parameter kualitas lingkungan fisik dan kimia. Oleh karena itu, dalam tulisan ini digunakanlah acuan dari Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2004 yang menjelaskan persyaratan baku mutu air laut untuk biota laut. Acuan ini menyatakan bahwa nilai baku mutu air laut untuk biota laut untuk parameter fisika antara lain adalah suhu 28–32°C, padatan tersuspensi total <20 mg/l, kekeruhan <5 NTU, sedangkan untuk parameter kimia meliputi pH sekitar 7–8,5, oksigen terlarut >5 mg/l, salinitas 33–34 ppt, nitrat 0,008 mg/l, amonia 0,3 mg/l, merkuri 0,001 mg/l, kadmium 0,001 mg/l, dan timbal 0,008 mg/l.

Lombok, sebagai salah satu kawasan budi daya berkelanjutan di Indonesia, memerlukan pengawasan kualitas perairan yang menyeluruh. Faktor-faktor yang mendukung keberhasilan budi daya

seperti ketersediaan pakan alami misalnya kelimpahan fitoplankton, kandungan kontaminan logam, dan analisis kondisi kesehatan sedimen memerlukan pembuktian melalui penelitian. Oleh karena itu, buku ini dikemas secara sederhana untuk memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan perairan Lombok dalam menunjang kegiatan budi daya di Lombok. Informasi awal yang ada diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah setempat dan pemangku kepentingan lainnya untuk pengembangan kawasan budi daya di Lombok.

Ringkasan setiap bab dari buku ini disajikan sebagai berikut. Paparan mengenai kondisi oseanografi di perairan Teluk Komba disajikan dalam Bab II. Secara spesifik, Bab III membahas karakteristik fisika-kimia, seperti suhu, kekeruhan (turbiditas), kecerahan, total padatan tersuspensi (TSS), salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Analisis mengenai konsentrasi nitrat, nitrit, dan amonia di Perairan Lombok dibahas tuntas dalam Bab IV. Parameter ini menjamin kelayakan budi daya perikanan. Bab V–VII difokuskan pada aspek kualitas air laut dan sedimen, ditinjau dari segi kandungan logam berat terlarut, logam pada sedimen, dan aspek toksisitasnya terhadap biota. Tidak dapat dimungkiri bahwa kegiatan pelabuhan, industri, dan pertambangan menjadi penyumbang turunnya kualitas perairan untuk budi daya. Komposisi dan distribusi sedimen dasar laut yang berkaitan dengan mineral di Sekotong dan Lembar disajikan secara detail dalam Bab VIII. Bab ini menguraikan karakteristik dasar perairan serta asal muasal sedimentasi yang terjadi di Sekotong dan Lembar. Bab IX lebih menekankan pada analisis kualitas sedimen menurut indeks foram dan indeks ammonia-elphidium. Analisis pada Bab X–XII difokuskan pada aspek sumber daya laut yang mendukung rantai makanan, seperti kelimpahan makroalga yang mengandung kapur, zooplankton, dan fitoplankton.

Bagian akhir buku menekankan indikasi perairan Lombok sebagai perairan tercemar ringan, khususnya pada parameter Hg dan Zn yang melebihi konsentrasi alaminya. Adapun kualitas sedimen masih

tergolong baik karena masih mendukung pertumbuhan fitoplankton sebagai produsen perairan. Selain itu, keberhasilan mengkultur enam isolat mikroalga strain Lombok Barat di laboratorium juga membuka peluang pengembangan pakan alami. Secara umum, ada dua hal yang ingin ditekankan dalam buku ini. *Pertama* adalah menunjukkan bahwa potensi pengembangan budi daya di daerah Lombok masih sangatlah besar dan dapat dikembangkan sebagai sumber daya pesisir. *Kedua* adalah meningkatkan kesadaran masyarakat untuk menjaga kesehatan lingkungan pesisir agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan karena begitu banyak ancaman kerusakan dari berbagai aktivitas, seperti pelabuhan dan penambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affan, J. M. (2010). Analisis potensi sumber daya laut dan kualitas perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia di Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah. *Spektra*, 10(2), 99–113.
- Aunurohim, F. (2013). Kajian komposisi fitoplankton dan hubungannya dengan lokasi budi daya kerang mutiara (*Pinctada maxima*) di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 1–6.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. (2014). *Laporan tahunan*. Dinas Kelautan dan Perikanan. Kabupaten Lombok Barat, 233pp.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. *Himpunan Peraturan di Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Penegakan Hukum Lingkungan* (hlm. 823–831). Jakarta.
- Setyono, D. E. (2010). Potensi pengelolaan dan pemanfaatan kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil di Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Pidato Ilmiah*. Disampaikan pada Acara Wisuda Sarjana XXIII Universitas 45 Mataram. Rabu, 29 Desember 2010.

BAB II

KONDISI OSEANOGRAFI PERAIRAN TELUK KOMBAL, LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

Dewi Surinati dan Edi Kusmanto

A. PENDAHULUAN

Arus lintas Indonesia (arlindo) atau *Indonesian throughflow* (ITF) yaitu suatu sistem arus di perairan Indonesia yang menghubungkan Samudra Pasifik dengan Samudra Hindia dan melewati perairan Indonesia (Wyrтки, 1961). Gaya penggerak arlindo adalah karena bertiupnya angin pasat tenggara di bagian selatan Pasifik dari wilayah Indonesia. Angin mendorong massa air laut sehingga terjadi penumpukan di Pasifik Barat. Akibatnya, terjadi *slope* muka laut antara Pasifik Barat Samudra Hindia bagian timur. Gradien tekanan inilah yang mengakibatkan mengalirnya arus dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia (Wyrтки, 1987). Ketika melewati perairan Indonesia, massa air arlindo akan bercampur dengan massa air lainnya sehingga terjadi pencampuran massa air dari dua samudra yang berbeda.

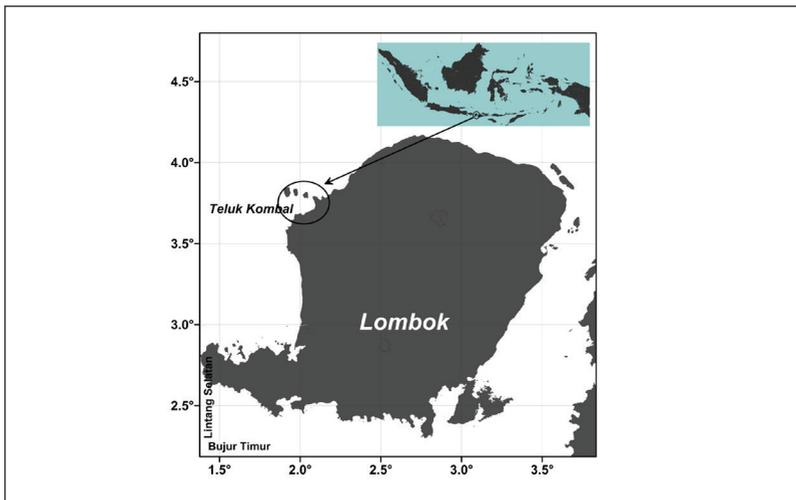
Lombok merupakan salah satu pulau yang terletak di sebelah timur wilayah Indonesia yang merupakan bagian dari Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lombok memiliki selat yang dinamakan Selat Lombok. Letaknya di sebelah barat dari Pulau Lombok dan diapit oleh Pulau Bali dan Pulau Lombok itu sendiri. Selat Lombok diketahui merupakan salah satu jalur yang dilalui oleh arlindo. Hal ini menun-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

jukkan betapa pentingnya peran perairan Indonesia, salah satunya Selat Lombok, sebagai suatu lintasan dalam mentransfer massa air Samudra Pasifik ke Samudra Hindia. Selat Lombok yang dilalui oleh arlindo menjadikan perairan tersebut subur karena kaya akan nutrien. Selat Lombok terletak di wilayah transisi antara wilayah perairan Indonesia bagian barat dan bagian timur.

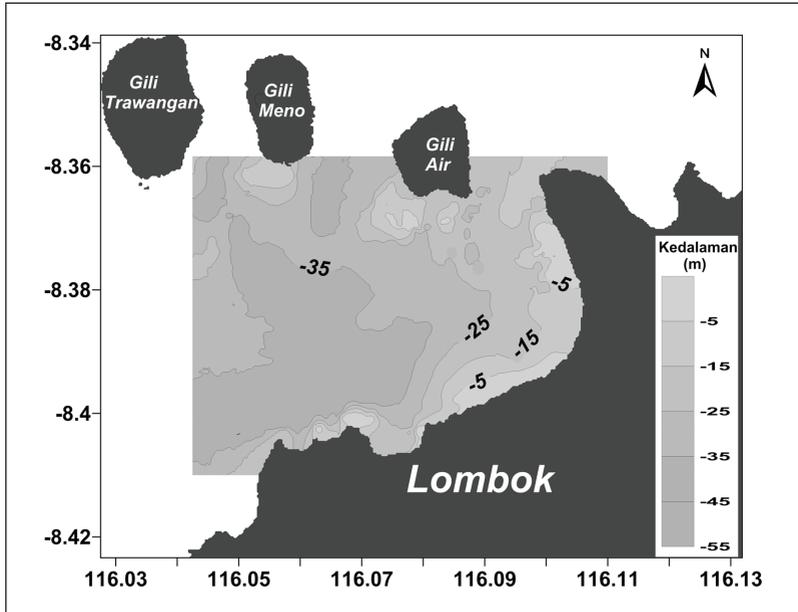
Selain itu, Selat Lombok merupakan salah satu kawasan budi daya di Indonesia. Pemantauan kondisi perairan sangat diperlukan untuk mendukung keberhasilan kegiatan budi daya di Lombok. Kajian kondisi oseanografi perairan Selat Lombok, khususnya Teluk Komba, menjadi penting dalam pengembangan kawasan budi daya di Lombok.

Teluk Komba merupakan teluk kecil yang berada di sisi timur Selat Lombok. Teluk ini berada di bawah naungan Kecamatan Pemenang, sekitar 12 km ke arah utara daerah wisata Senggigi. Di dalam peta, letak teluk ini ada di posisi $116^{\circ}8'9,9''-116^{\circ}4'24''$ BT dan $8^{\circ}25'20,6''-8^{\circ}8'9,9''$ LS (Gambar 2.1).



Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.1 Lokasi Penelitian 2005–2006, Teluk Komba, Lombok Barat, NTB



Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.2 Peta Kedalaman Teluk Komba, Lombok Barat, NTB, 2005–2006

Teluk Komba menghadap ke barat. Pegunungan Rinjani yang berada di belakang teluk ini menjadikan daratan pesisirnya relatif terjal. Di depan teluk, sedikit ke utara Teluk Komba, terlihat tiga pulau kecil berjajar yang dikenal dengan sebutan gili, yakni Gili Trawangan, Gili Meno, dan Gili Air. Ketiga gili ini menjadi pintu masuk air dari utara, sekaligus menjadi perlindungan untuk Teluk Komba. Hingga jarak 40 m dari garis pantai, kedalaman Teluk Komba tidak lebih dari 15 m (Purwati & Syahailatua, 2008). Kontur dasar yang landai sedikit banyak memengaruhi karakter massa airnya (Gambar 2.2).

Di Teluk Komba ada empat macam dasar perairan, yaitu 1) pasir yang agak berlumpur, 2) pasir dengan bebatuan besar, 3) relatif terbuka, lapisan pasir tipis dengan banyak patahan karang, dan 4) padang lamun yang cukup tebal. Timun laut banyak dijumpai di kedua teluk ini. Tidak kurang dari 22 jenis timun laut dijumpai

Buku ini tidak diperjualbelikan.

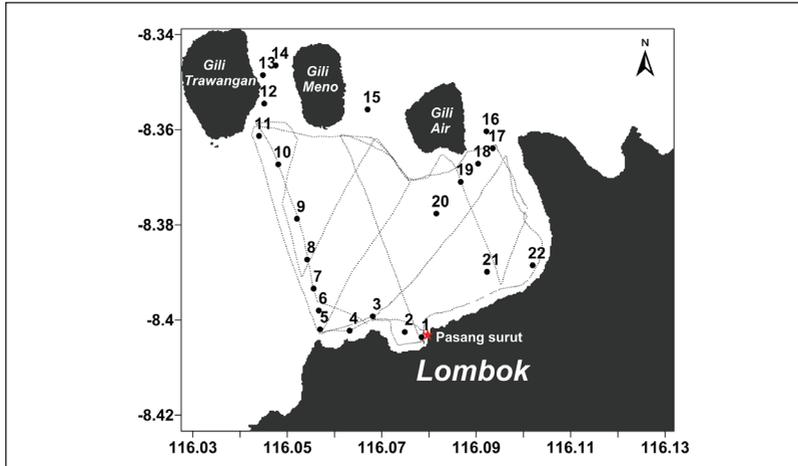
di teluk ini, dan beberapa jenis memiliki populasi dengan jumlah individu yang cukup banyak (Purwati dkk., 2010).

Secara umum, perairan Lombok Barat merupakan perairan yang bersih dengan tingkat kecerahan air laut yang tinggi dan memiliki banyak teluk yang terlindung dari angin dan gelombang. Perairan ini berpotensi untuk kegiatan budi daya seperti kerang mutiara, ikan kerapu, udang lobster, abalon, teripang, dan jenis-jenis biota laut bernilai ekonomis lainnya dalam skala kecil dan sedang (Setyono, 2010). Kajian kondisi oseanografi perairan merupakan modal utama yang sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi fisika perairan dalam mendukung kegiatan budi daya. Oleh karena itu, telah dilakukan penelitian di perairan Lombok Barat, khususnya Teluk Kombok pada 2005–2006.

B. KONDISI OSEANOGRAFI

Selain faktor genetik, keberadaan dan ketahanan biota tertentu pada satu atau lebih habitat bergantung pada daya dukung habitat (Lee & Shin, 2013). Habitat dapat memenuhi kebutuhan hidup organisme itu atau tidak. Kondisi oseanografi perairan yang meliputi arus dan karakteristik massa air merupakan daya dukung habitat biota laut. Selain itu, data meteorologi juga diperlukan dalam mendukung data oseanografi.

Lokasi pengukuran karakteristik massa air dan lintasan pengukuran menggunakan *acoustic doppler current profiler* (ADCP) disajikan pada Gambar 2.3. Pengukuran arus laut dan kedalaman perairan dilakukan dengan menggunakan ADCP 1.200 KHz (Gambar 2.4 (a)). Pengukuran profil vertikal arus dilakukan dengan interval kedalaman 50 cm dengan selang waktu pengukuran maksimum 3,75 detik mulai dari permukaan hingga kedalaman 21 m (Anonim, 2001). Pengukuran dilakukan sepanjang *track* perahu yang bergerak dengan kecepatan 5–6 knot. Penentuan posisi dilakukan dengan menggunakan *global positioning system* (GPS) Garmin 276C (Gambar 2.4 (b)) dan *bot-*



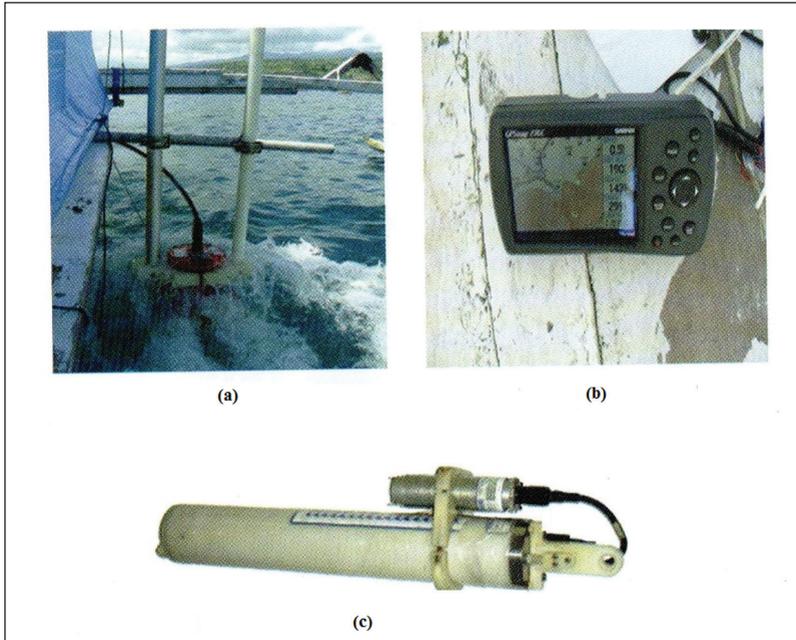
Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.3 Lokasi (a) Pengukuran Karakteristik Massa Air (Stasiun CTD) dan (b) Lintasan Pengukuran Arus dengan ADCP dan Pasang Surut

tom tracking dari alat ukur ADCP. Karakteristik massa air perairan (suhu dan salinitas) diukur menggunakan *conductivity temperature depth* (CTD) 19 *seacat profiler* (Gambar 2.4 (c)). Data meteorologi yang digunakan berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Mataram, Lombok Barat, NTB. Parameter yang dikumpulkan meliputi kecepatan dan arah angin, suhu dan tekanan udara, penyinaran matahari, kelembapan, dan curah hujan.

1. Arus

Kadaan arus di perairan pesisir Teluk Kambal sangat variatif. Daerah penelitian merupakan daerah yang dipengaruhi oleh tiga sistem arus yang besar, yaitu sistem arus musiman, arus pasang surut, dan arus arlindo. Ketiga sistem arus tersebut berperan dalam subsistem arus Teluk Kambal, pesisir timur Selat Lombok. Di samping itu, perairan ini dipengaruhi topografi dasar perairan yang kuat. Pada kontur kedalaman 15 m atau lebih hingga daerah pesisir pasang surut merupakan gaya penggerak yang utama secara umum, sedangkan

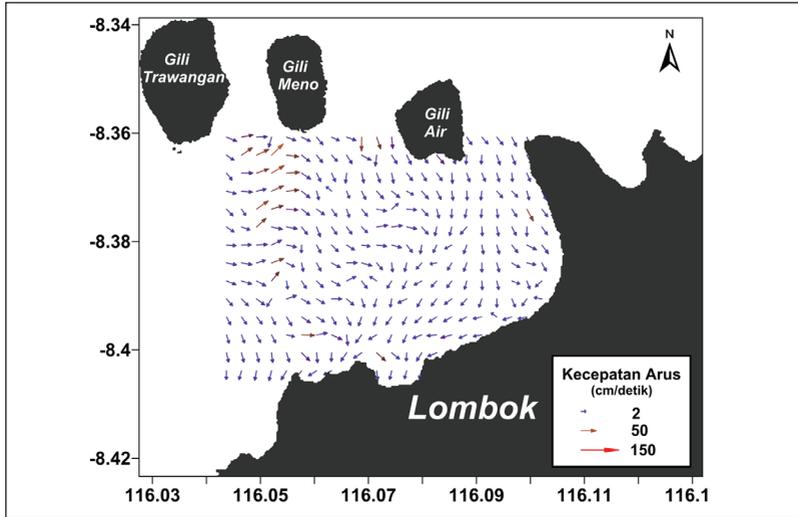


Sumber: Anonim, 2001

Gambar 2.4 Seperangkat Peralatan Pengukur (a) Arus (*Acoustic Doppler Current Profiler/ADCP*), (b) Posisi (*Global Positioning System/GPS*), dan (c) Suhu dan Salinitas (*Conductivity Temperature Depth/CTD*)

untuk kedalaman 15m lebih ke arah laut lepas, sistem arus musiman dan arlindo lebih banyak berperan (Purwati dkk., 2006).

Hasil perekaman secara spasial pada Desember 2005 serta Februari dan April 2006 diperoleh bahwa arah yang dominan adalah ke selatan karena hal ini lebih dipengaruhi oleh kondisi aliran arus utama (*mainstream*) Selat Lombok. Penelitian bulan Desember yang dilakukan saat kondisi menuju surut menunjukkan data kecepatan arus maksimum sebesar 119 cm/detik dengan arah ke selatan hampir di setiap lokasi di Teluk Kombal (Gambar 2.5). Pada Februari 2006 ditemukan arus yang menuju ke timur laut di perairan selatan Gili Trawangan, pesisir timur Gili Air. Kecepatan maksimum yang terekam



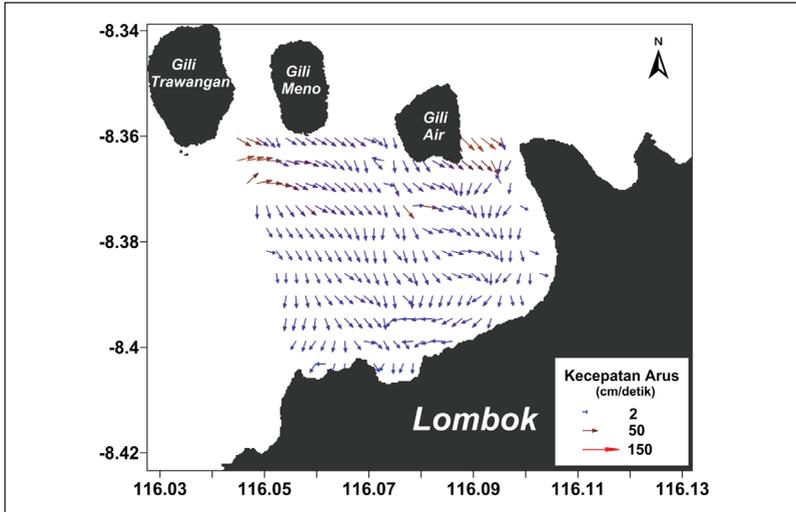
Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.5 Sebaran Spasial Arus Permukaan di Perairan Teluk Kambal, Lombok Barat, NTB, Desember 2005

adalah 120 cm/detik (Gambar 2.6). Kecepatan arus melemah saat menuju ke pesisir daratan Lombok. Pada saat menuju pasang, arah arus yang menuju ke timur laut pada bulan Februari tidak ditemukan pada bulan April walaupun pengambilan datanya dilakukan pada saat menuju pasang. Pada April, dominasi arus ke selatan sangat kuat hampir untuk seluruh perairan Teluk Kambal. Arus maksimum yang tercatat sebesar 150 cm/detik (Gambar 2.7).

Sistem arlindo yang berpengaruh di Selat Lombok diakibatkan oleh adanya gradien tekanan antara dua lautan (Laut Flores dan Samudra Hindia) dari kedua ujung selat yang berlawanan. Perairan Laut Flores memiliki tekanan tinggi dan level laut yang lebih tinggi. Sebaliknya, perairan Samudra Hindia memiliki tekanan rendah dengan level laut yang rendah. Untuk Selat Lombok, ujung selat bagian utara berhubungan dengan Laut Flores, sedangkan bagian selatan terhubung dengan Samudra Indonesia (Hindia). Level muka air

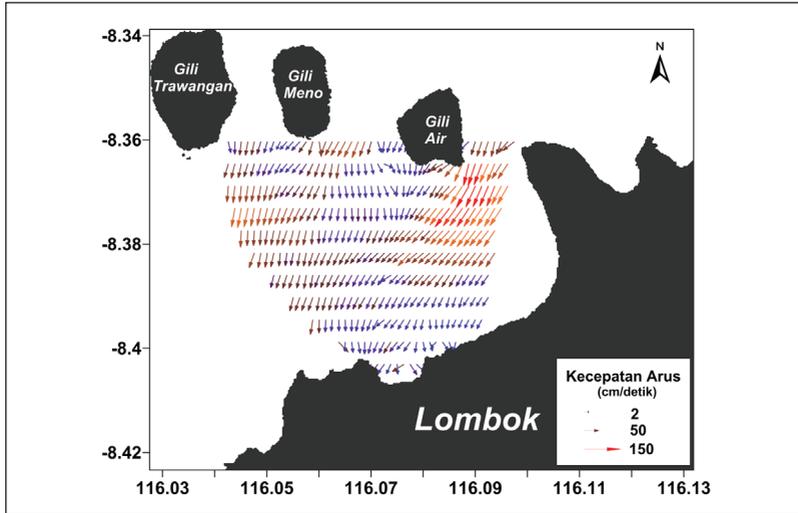
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.6 Sebaran Spasial Arus Permukaan di Perairan Teluk Kombal, Lombok Barat, NTB, Februari 2006

Samudra Hindia lebih rendah dibandingkan perairan barat Samudra Pasifik sehingga secara pasti arus air mengalir dari utara ke selatan melalui Selat Makassar dan Laut Flores. Hal ini termasuk bagian dari perairan Indonesia yang merupakan perlintasan air dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia (Gordon, 2005). Dalam periode Juli–Agustus terjadi arus yang paling kuat ke arah selatan di Selat Lombok. Berkaitan dengan musim timur di Perairan Indonesia, angin bertiup dari timur ke barat (Wyrтки, 1961). Medan angin skala besar bergerak dari lintang 30° ke selatan ataupun utara menuju ke arah khatulistiwa bersama dengan gaya *Coriolis*. Hal ini dapat menyebabkan perubahan muka laut bagian barat Samudra Pasifik dengan level yang lebih tinggi daripada Samudra Indonesia dibandingkan bulan-bulan yang lain (Arief, 1992). Secara keseluruhan, pola sirkulasi arus Selat Lombok dari kedua periode musim, baik musim barat maupun timur, cenderung mengalir ke selatan. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap kondisi dan sifat fisik air beserta komponen-komponennya. Selain



Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.7 Sebaran Spasial Arus Permukaan di Perairan Teluk Kambal, Lombok Barat, NTB, April 2006

itu, pola aliran yang terjadi juga mempunyai pengaruh yang besar terhadap wilayah pesisir yang mengapit Selat Lombok.

Teluk Kambal berada di barat laut Pulau Lombok atau pesisir timur laut Selat Lombok. Dilihat dari posisi maka sistem dan sifat fisik air teluk ini merupakan bagian dari sistem Selat Lombok secara umum. Namun, jika ditinjau secara mikro akan diperoleh subsistem tersendiri yang dipengaruhi, baik oleh kondisi lokal maupun sistem Selat Lombok. Sistem utama Selat Lombok tidak dipengaruhi oleh musim serta kondisi meteorologi dan arus dominan dari utara ke selatan, sedangkan subsistem Teluk Kambal dipengaruhi kedua faktor tersebut dan ditambah dengan kondisi lokal.

Arus air di Selat Lombok juga istimewa jika dibandingkan arus air di daerah lain di Indonesia. Perbedaan level muka air yang berbeda antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia menyebabkan air lebih asin dan lebih hangat yang berasal dari Samudra Pasifik bergerak ke

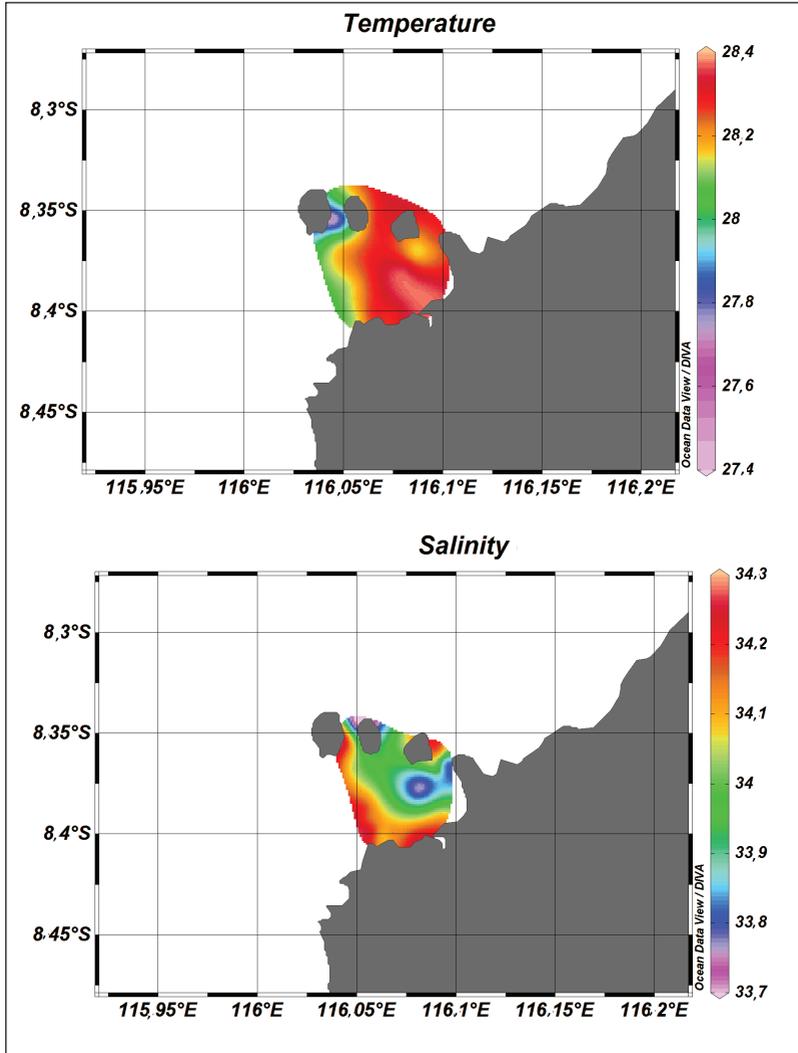
selatan, mengalir ke Indonesia melalui Selat Makassar, Laut Flores, dan terus ke Samudra Hindia melalui Selat Lombok (Ilahude & Gordon, 1996). Pergerakan massa air ini dikenal dengan sebutan arlindo. Pola aliran demikian memengaruhi dinamika wilayah pesisir yang mengapit Selat Lombok, termasuk Teluk Kombal.

Pergerakan massa air di teluk ini tidak lepas dari pengaruh arus utama lalu lintas air di Selat Lombok. Bentuk teluknya yang kecil merupakan jebakan bagi massa air yang masuk. Kecepatan arus yang cukup tinggi, yakni 100 hingga 120 cm/detik, mempercepat pergantian air di dalam teluk sehingga air di daerah ini cenderung jernih. Topografi dasar perairan mempunyai peran penting pada sistem arus di daerah penelitian dengan kontur kedalaman 15 m hingga bibir pantai. Di daerah pesisir kecepatan arus rata-rata melemah pada periode pasang ataupun surut karena adanya gesekan dasar perairan. Kisaran kecepatan arus yang terekam di pesisir tidak lebih dari 30 cm/detik.

Pada Desember 2005 arus bergerak dari selatan ke utara. Hujan deras menyebabkan salinitas dan suhu turun sehingga air di Teluk Kombal teraduk dan menjadi sangat keruh. Kondisi ini mengancam kehidupan tiram mutiara yang ada di Teluk Kombal, tetapi tidak berpengaruh pada habitat timun laut.

2. Karakteristik Massa Air

Suhu air laut di Indonesia biasanya berkisar antara 27–28°C dan 27–30°C untuk perairan pesisir dan salinitasnya berkisar antara 33–34 psu. Berdasarkan hasil penelitian, variabilitas suhu ataupun salinitas di Teluk Kombal relatif besar. Variasi nilai suhu adalah sebesar 25,70°C–30,34°C atau perbedaan suhu antara maksimum dan minimum adalah sebesar 4,66°C dan variasi salinitas sebesar 31,78–34,25 psu atau perbedaan salinitas antara maksimum dan minimum adalah sebesar 2,47 psu (Gambar 2.8).



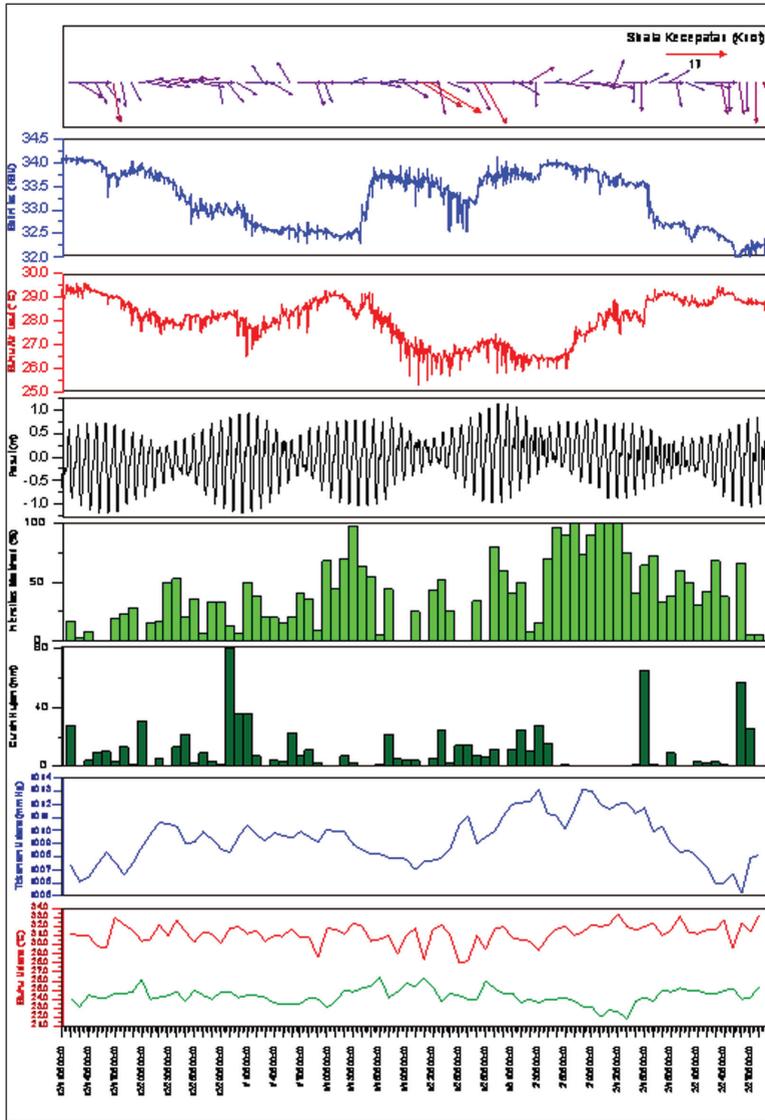
Gambar 2.8 (a) Suhu dan (b) Salinitas Permukaan Perairan Teluk Kom-
bal, Lombok Barat, NTB

Perbedaan suhu $4,66^{\circ}\text{C}$ dan salinitas $2,47$ psu merupakan perbedaan suhu dan salinitas yang sangat tinggi untuk perairan Indonesia yang rata-rata $2-3^{\circ}\text{C}$. Angka-angka ini menunjukkan besarnya kemampuan beradaptasi suatu biota laut di area tersebut. Perubahan suhu dan salinitas mendadak mengharuskan penyesuaian organisme yang hidup di dalamnya.

Hasil penelitian Hamzah & Nababan (2009) memperlihatkan bahwa kematian massal anakan kerang mutiara rerata sebesar $68,57\%$ bersamaan dengan kenaikan kondisi suhu harian hingga mencapai level 31°C di perairan Teluk Kapontori, Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Di perairan Teluk Kombal, NTB tercatat kematian massal sebesar 85% bersamaan dengan penurunan kondisi suhu musiman dari level $28,5^{\circ}\text{C}$ (suhu optimum) menjadi $26,5^{\circ}\text{C}$ dan bahkan kadang turun hingga mencapai level $24,5^{\circ}\text{C}$ dengan gradien suhu antara $2-4^{\circ}\text{C}$ (Hamzah dkk., 2005).

Selanjutnya, Hamzah (2008) mengemukakan bahwa kadar salinitas terlalu rendah, yakni $16-22$ psu yang sering terjadi di perairan Teluk Kodek, Lombok Utara, yang bertepatan dengan musim hujan barat dan dapat mengakibatkan kematian massal anakan kerang mutiara hingga mencapai 40.000 ekor. Dijelaskan pula bahwa kadar salinitas normal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup anakan kerang mutiara adalah $30-34$ psu.

Perubahan suhu air laut permukaan di Selat Lombok dipengaruhi oleh proses frekuensi rendah, bukan oleh pemanasan matahari harian. Periode 46 harian, yang merupakan variansi kedua terbesar, dikenal sebagai frekuensi Madden-Julian yang disebabkan oleh perubahan skala besar di atmosfer. Periode 23 harian telah diidentifikasi disebabkan oleh penjalaran gelombang internal Kelvin dari daerah khatulistiwa Samudra Hindia (Arief & Murray, 1996).



Sumber: Purwati dkk., 2006

Gambar 2.9 Kondisi Cuaca, Pola Suhu, Salinitas, dan Pasang Surut Teluk Komba, Lombok Barat, Desember 2005–Februari 2006

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Iklim

Iklim lokal berpengaruh pada karakter massa air Teluk Kombal, terutama curah hujan. Hujan yang terjadi secara terus-menerus mulai 1 hingga 4 Januari 2006 berpengaruh terhadap suhu dan salinitas perairan Teluk Kombal (Gambar 2.9). Sementara itu, tekanan udara diperkirakan mempunyai pengaruh yang signifikan, tetapi belum terlihat jelas dalam penelitian ini karena jumlah data masih belum tersedia secara lengkap. Intensitas matahari, kecepatan dan arah angin serta suhu udara tidak mempunyai pola yang mengikuti pola massa air Teluk Kombal. Surut yang rendah digunakan oleh biota laut seperti timun laut untuk membenamkan diri ke dalam pasir atau bersembunyi di bawah batu agar tidak terekspos ke permukaan, sedangkan pada saat pasang, hal tersebut memberi kesempatan bagi biota laut untuk berpindah tempat ataupun mendapatkan nutrisi segar agar dapat bertahan hidup (Purwati & Syahailatua, 2008).

Tinggi pasang surut di wilayah penelitian adalah 2,351 m, yaitu antara -1,206 m sampai 1,145 m. Tipe pasang surut selama penelitian adalah campuran dengan dominasi pasang surut diurnal. Pola pasang surut di teluk ini bersifat campuran. Surut terjadi dua kali dalam sehari pada bulan terang dan bulan gelap serta satu kali di antaranya. Pasang perbani atau pasang tertinggi terjadi antara Desember hingga Februari. Perbedaan tinggi muka air saat surut dan pasang mencapai 2,5 m (Gambar 2.9).

Komponen meteorologi memberi warna pada kondisi perairan setempat. Air yang mengalir dari pegunungan di sekitar teluk ke pesisir, baik sebagai *run-off* maupun *ground water* sangat berpengaruh pada kondisi perairan, terutama pada daya tahan biota laut seperti timun laut terhadap perubahan salinitas. Curah hujan yang tinggi pada musim hujan biasanya dimulai pada akhir November hingga Februari, membawa tidak hanya air tawar, tetapi juga lumpur dari daratan ke teluk sehingga permukaan perairan menjadi keruh.

C. PENUTUP

Sistem dan sifat fisik air laut perairan Teluk Kambal, Lombok Barat, NTB, merupakan bagian dari sistem perairan Selat Lombok secara umum, ditambah dengan komponen lokal wilayah setempat. Melalui pengukuran karakter massa air seperti arah dan kuatnya arus, kedalaman, tinggi muka air pada saat pasang dan surut, fluktuasi suhu dan salinitas, cuaca, dan curah hujan dapat diketahui potensi suatu biota laut dalam beradaptasi terhadap lingkungannya. Biota yang hidup di daerah pasang surut seperti timun laut di Teluk Kambal harus memiliki kemampuan bertahan terhadap variasi perubahan suhu dan salinitas yang lebih besar. Teluk Kambal secara umum masih cukup baik untuk dijadikan sebagai lokasi budi daya, tetapi perlu diwaspadai bahwa pada saat tertentu terjadi perubahan kondisi perairan yang mendadak (suhu dan salinitas turun secara drastis) sehingga dapat mengakibatkan kematian bibit-bibit komoditas yang dibudidayakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001. Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP). <https://www.who.edu/instruments/viewInstrument>, diakses tanggal 25 Januari 2015.
- Arief, D. (1992). *A study on low frequency variability in current and sea-level in the Lombok Strait and adjacent region*. A Dissertation. LSU.
- Arief, D. & Murray, S. P. (1996). Low-frequency fluctuations in the Indonesian throughflow through Lombok Strait. *J. Geophys. Res.*, 101(C5), 12.455–12.464.
- ASEAN Sub-Committee on Climatology. (1982). *The ASEAN climatic atlas*. Kuala Lumpur: Directorate of National Mapping Malaysia.
- Gordon, A. L. (2005). The oceanography of the Indonesian seas and their throughflow. *Oceanography*, 18, 14–27.
- Hamzah, M. S. (2008). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup anakan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) pada kondisi salinitas yang berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2008*. Teknologi Budi Daya Perikanan, Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Sekolah Tinggi Perikanan.

- Hamzah, M. S. & Nababan, B. (2009). Studi pertumbuhan dan kelangsungan hidup anakan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) pada kedalaman berbeda di Teluk Kapontori-Pulau Buton. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(2), 22–32.
- Hamzah, M. S., Kaplale, A. B., Sangkala, & Rustam. (2005). Kelangsungan hidup anakan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dan fenomena arus dingin di perairan Teluk Kombal, Lombok Barat. Dalam A. Nontji, W. B. Setyawan, D. E. D. Setiono, P. Purwati, & A. Supangat (Eds.), *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan I ISOI*, Jakarta 10–11 Desember 2004. Jakarta: Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI). Hlm. 171–178.
- Ilahude, A. G. & Gordon, A. L. (1996). Thermocline stratification within the Indonesian Seas. *J. Geophys. Res.*, 101(C5), 12.401–12.409.
- Lee, T. & Shin, S. (2013). Echinoderm fauna of Kosrae, the Federation States of Micronesia. *Journal of Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 29(1), 1–17.
- Purwati, P. & Syahailatua, A. (2008). *Timun laut Lombok Barat*. Jakarta: Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI).
- Purwati, P., Widianwary, P., & Dwiono, S. A. P. (2006). *Teripang, biodiversitas, dan permasalahannya di Indonesia. Laporan Kumulatif Program Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Riset Kompetitif, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Tahun Anggaran 2005–2006*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Purwati, P., Widianwary, P., & Dwiono, S. (2010). Timun laut Teluk Medana, Lombok Barat: pola sebaran dan kelimpahan. *J. Ilmu Kelautan*, 13(4), 219–226.
- Setyono, D. E. D. (2010). *ABALON: Teknologi pembenihan*. Jakarta: Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI).
- Wyrtki, K. (1961). Physical oceanography of the Southeast Asian Waters. *NAGA Report*. Univ. California. Vol. 2, 195 Hlm.
- Wyrtki, K. (1987). Indonesian throughflow and the associated pressure gradient. *Journal of Geophysical Research*. 92(C12), 12.941–12.946.

BAB III

KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA PERAIRAN PESISIR LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

Dewi Surinati, Lestari, dan Fitri Budiyanto

A. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Indonesia memiliki berbagai fungsi penting, yaitu sebagai sumber makanan, wahana transportasi dan pelabuhan, kawasan industri, agroindustri, pariwisata, kawasan permukiman, industri, dan perikanan budi daya (Dahuri dkk., 2001). Konsep dasar pemikiran pembangunan perikanan budi daya adalah pembangunan berkelanjutan nasional Indonesia yang di dalamnya termasuk perlindungan sumber daya alam dan lingkungannya (Bejo dkk., 2008).

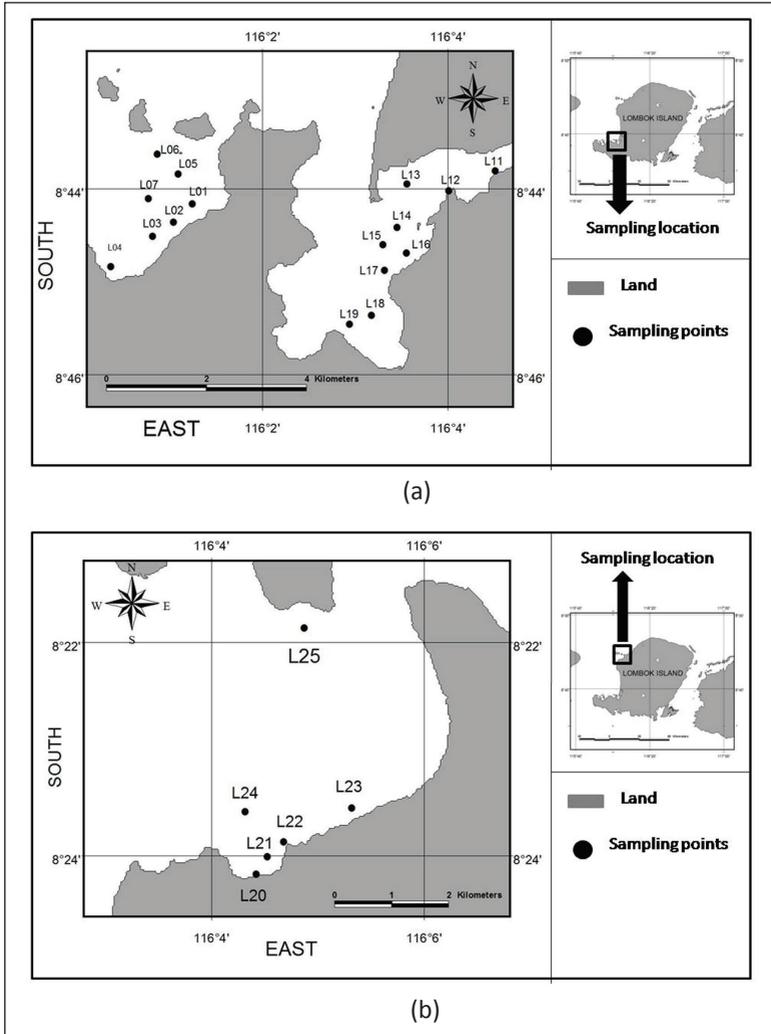
Kabupaten Lombok Barat merupakan salah satu daerah kepulauan di Nusa Tenggara Barat dengan pulau-pulau yang memiliki potensi sumber daya alam yang cukup besar. Dalam satu dekade ini, laju pemanfaatannya cukup intensif sehingga terjadi degradasi lingkungan. Sebagian besar wilayah pesisir yang rusak akibat pencemaran lingkungan secara signifikan memengaruhi perikanan budi daya. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran perairan merupakan kebutuhan yang mendesak dalam pengelolaan perikanan yang ada. Selain itu, diperlukan pula pengelolaan sumber daya perairan lain yang berkelanjutan.

Ekosistem perairan terdiri atas komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi satu sama lain. Komponen biotik meliputi semua makhluk hidup yang tinggal di suatu habitat, sedangkan komponen abiotik merupakan habitat atau tempat tinggal makhluk hidup tersebut dengan berbagai karakteristik fisika dan kimia di dalamnya. Dalam rangka pengelolaan sumber daya hayati perairan laut, pemahaman terhadap faktor-faktor fisika-kimia laut merupakan suatu kebutuhan yang mutlak. Faktor fisika-kimia laut merupakan faktor abiotik pada ekosistem laut yang memiliki banyak kegunaan dalam proses keberlangsungan hidup biota laut, seperti pertumbuhan dan distribusinya. Bertolak dari uraian tersebut, perlu diketahui karakteristik fisika-kimia perairan yang dapat menentukan baik buruknya suatu perairan dalam menunjang kegiatan budi daya di perairan Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat (NTB).

B. KARAKTERISTIK FISIKA-KIMIA PERAIRAN PESISIR LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

Penelitian dilakukan di Teluk Sekotong (Stasiun L01–L07), Pelabuhan Lembar (Stasiun L11–L19), Teluk Komba (Stasiun L20–L24), dan Gili Air (Stasiun L25) yang termasuk Kabupaten Lombok Barat (Gambar 3.1). Waktu pelaksanaan penelitian pada April 2012.

Parameter fisika-kimia perairan antara lain meliputi suhu, salinitas, kekeruhan (*turbidity*), kecerahan (*transparency*), total padatan tersuspensi (*total suspended solid/TSS*), keasaman (pH), dan oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*). Pengukuran *in situ* meliputi parameter suhu, salinitas, kekeruhan, kecerahan, dan keasaman. Suhu dan salinitas diukur menggunakan alat *salinity conductivity and temperature meter yellow spring instrument* (SCT YSI). Pengukuran kekeruhan menggunakan turbidimeter. Kecerahan diukur dengan *secchi disk*. Derajat keasaman air (pH) diukur dengan menggunakan pH meter merek Methrom. Pengambilan sampel air permukaan ($\pm 0,5\text{--}1$ m) menggunakan *water sampler* yang telah dicuci dan dibilas dengan air



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian di (a) Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar dan (b) Teluk Kambal, Lombok, NTB, 2012

Buku ini tidak diperjualbelikan.

bebas mineral sebanyak 1 liter, kemudian dimasukkan ke botol yang berbeda untuk tiap parameter dan selanjutnya disimpan dalam *ice box* dengan suhu kurang dari 4°C untuk dianalisis di laboratorium. Pengukuran TSS dilakukan menggunakan metode gravimetri dan pengukuran DO dengan menggunakan metode Winkler.

Hasil pengukuran parameter *in situ* fisika dan kimia air laut kemudian dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk biota laut menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Lampiran III. Untuk mengetahui tingkat pencemaran setiap stasiun pengamatan dilakukan penilaian parameter fisika-kimia perairan pesisir Lombok Barat dengan menggunakan indeks polusi/IP atau *pollution index*/PI sebagai kajian awal kondisi perairan (Tabel 3.1).

Penentuan status pencemaran ditentukan dengan menggunakan indeks pencemaran persamaan 1 menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

Hasil penilaian parameter fisika-kimia perairan atas dasar indeks pencemaran ini dapat dijadikan acuan untuk memberi masukan kepada pengambil keputusan. Tujuannya adalah agar kondisi perairan dapat terjaga. Selain itu, jika terjadi penurunan kualitas perairan akibat kehadiran senyawa pencemar, hal tersebut dapat segera ditangani. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independen dan bermakna.

Tabel 3.1 Nilai Indeks Polusi

Nilai PI	Kategori
$0 \leq PI_j \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu/kondisi baik (<i>normal standard water quality</i>)
$1,0 < PI_j \leq 5,0$	cemar ringan (<i>weak pollution</i>)
$5,0 < PI_j \leq 10,0$	cemar sedang (<i>middle pollution</i>)
$PI_j > 10,0$	cemar berat (<i>strong pollution</i>)

Sumber: KMNLH, 2003

Hasil analisis parameter fisika-kimia *in situ* di perairan pesisir Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, pada April 2012 disajikan dalam Tabel 3.2.

1. Kecerahan (Transparency), Kekeruhan (Turbidity), dan Total Padatan Tersuspensi (Total Suspended Solid)

Kecerahan air merupakan ukuran kejernihan suatu perairan, semakin tinggi suatu kecerahan perairan semakin dalam penetrasi cahaya ke dalam air. Kecerahan air yang berkurang akan mengurangi kemampuan fotosintesis tumbuhan air dan dapat memengaruhi kegiatan fisiologi biota air (Effendi, 2003). Kedalaman penetrasi cahaya ke dalam air sangat dipengaruhi oleh intensitas dan sudut datang cahaya, tingkat kekeruhan perairan serta bahan-bahan yang terlarut dan tersuspensi di dalam air (Adhi, 2009). Kekeruhan adalah suatu ukuran biasan cahaya di dalam air. Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan, tidak larut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri atas partikel-partikel yang ukurannya bervariasi dari ukuran koloid sampai dispersi kasar, seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut, bakteri, dan plankton (Alaerts & Santika, 1987).

Padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air. Bagi organisme perairan, intensitas cahaya matahari yang masuk berfungsi sebagai alat orientasi yang akan mendukung kehidupan organisme di habitatnya. Nilai kecerahan dan kekeruhan pada perairan alami merupakan faktor penting untuk mengontrol produktivitas. Pengaruh ekologis kekeruhan adalah penurunan daya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan yang selanjutnya menurunkan produktivitas primer akibat penurunan fotosintesis fitoplankton (Satino, 2010).

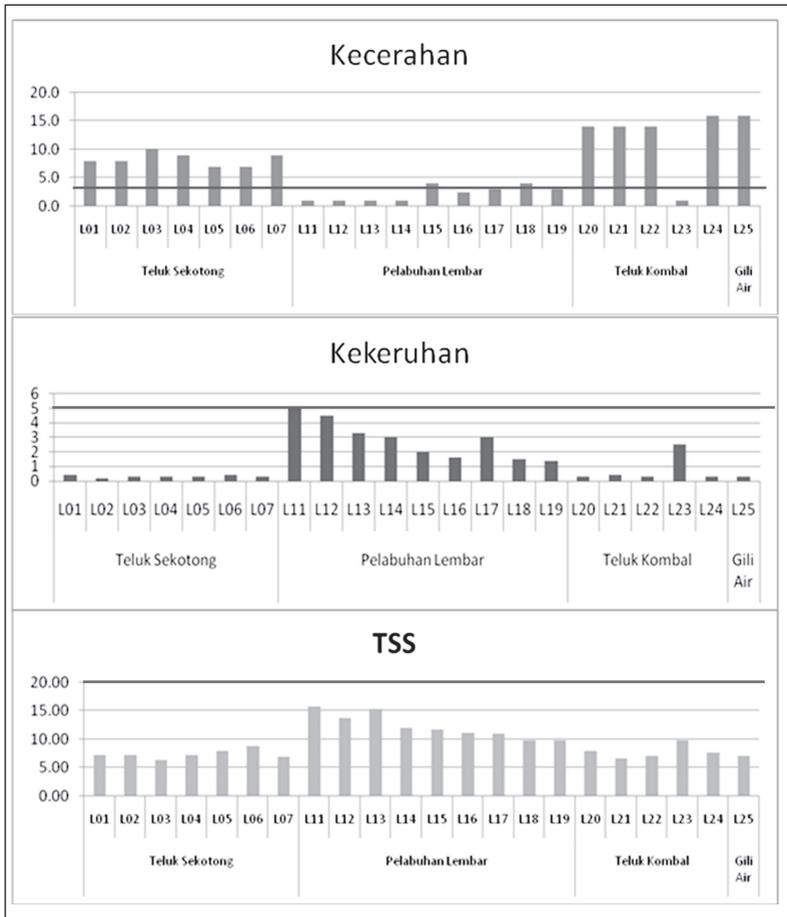
Kisaran nilai kecerahan, kekeruhan, dan total padatan tersuspensi di perairan pesisir Lombok Barat pada April 2012 (Gambar 3.2) masih memenuhi baku mutu air laut untuk biota laut, seperti terumbu

Tabel 3.2 Konsentrasi Parameter Fisika-Kimia Perairan Lombok Barat, NTB, April 2012

Stasiun	Kedalaman (m)	Kekeruhan (NTU)	Suhu (C)	pH	Salinitas (ppt)	Kecerahan (m)	TSS (mg/l)	DO (mg/l)
Teluk Sekotong (n=7)	14-30	0,20-0,40	29,10-29,50	8,21-8,26	32,10-32,60	7,00-10,00	6,40-8,80	5,85-6,94
		0,30±0,10	29,30±0,13	8,23±0,22	32,30±0,21	8,00±1,10	7,40±0,760	6,36±0,34
Pelabuhan Lembar (n=9)	1,5-16	1,40-5,00	29,90-31,40	8,18-8,31	31,00-32,00	1,00-4,00	9,90-15,80	6,43-7,58
		2,81±1,31	30,70±0,52	8,24±0,04	31,70±0,24	2,00±1,30	12,30±2,19	6,98±0,37
Teluk Kambal (n=4)	1,0-37	0,30-2,50	29,50-30	8,25-8,37	30,90-32,2	1,00-16,00	6,60-9,9	6,21-6,77
		0,80±0,97	29,60±0,21	8,30±0,05	31,80±0,54	11,80±6,10	7,8±1,26	6,39±0,22
Gili Air (n=1)	28	0,30	29,40	8,22	31,60	16,00	7,10	6,15
Baku Mutu								
c: coral		< 5	c: 28-30	7-8,5	c: 33-34	c: > 5	c: 20	> 5
m: mangrove			m: 28-32		m: 34	m: -	m: 80	
l: lamun			l: 28-30		l: 33-34	l: > 3	l: 20	

Sumber: KMNLIH, 2004

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Lestari dkk., 2012

Ket: Garis merah merupakan ambang batas baku mutu air laut menurut KMN LH

Gambar 3.2 Grafik Kecerahan, Kekeruhan, dan TSS di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012

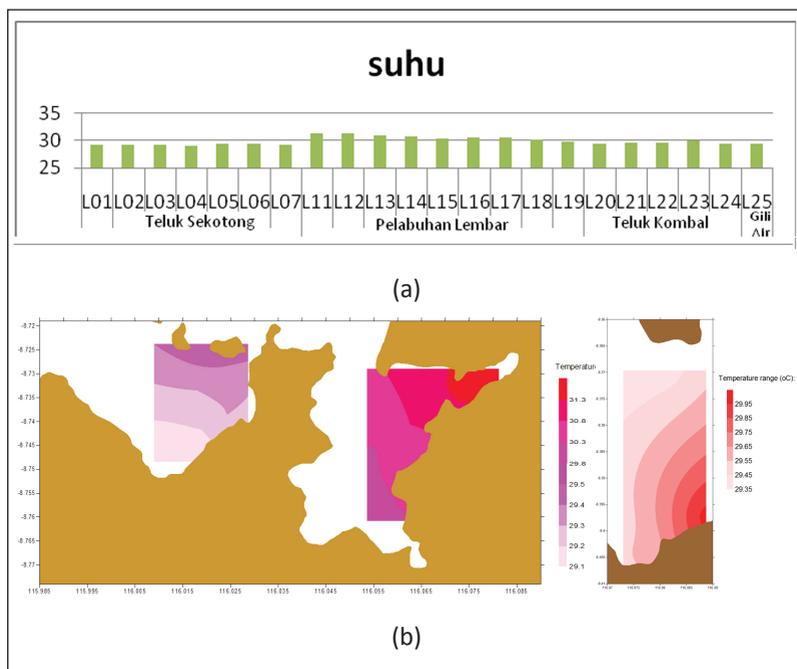
Buku ini tidak diperjualbelikan.

karang dan lamun (KMNLH, 2004). Nilai maksimum kekeruhan (mencapai 5) dan total padatan tersuspensi (15,8 mg/L) di Pelabuhan Jelambar paling tinggi. Hal ini disebabkan adanya aktivitas manusia dan pelayaran. Namun, nilai ini masih berada di bawah baku mutu air laut menurut KMNLH (2004), yaitu < 20 mg/L. Nilai minimum kekeruhan dan total padatan tersuspensi (15,8 mg/L) di Gili Air paling kecil karena posisi perairan jauh dari aktivitas manusia, permukiman, industri, dan pertanian. Padatan tersuspensi dan kekeruhan memiliki korelasi positif, yaitu semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, semakin tinggi pula nilai kekeruhan. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti oleh tingginya kekeruhan. Air laut memiliki nilai padatan terlarut yang tinggi, tetapi tidak berarti kekeruhannya tinggi pula (Effendi, 2003). Tingkat kekeruhan air di perairan memengaruhi tingkat kedalaman pencahayaan matahari. Semakin keruh suatu badan air, semakin terhambat sinar matahari yang masuk ke dalamnya.

2. Suhu

Pada umumnya makhluk hidup di perairan sangat sensitif terhadap perubahan suhu air. Suhu sangat terkait dengan proses metabolisme dalam tubuh, yaitu memengaruhi kerja enzim dalam tubuh makhluk hidup. Oleh karena itu, suhu merupakan faktor penting dalam kehidupan organisme perairan. Suhu di ekosistem perairan mudah berubah. Perubahan suhu, baik musiman maupun harian, terjadi pada bagian permukaan dari perairan, sedangkan bagian dalam biasanya akan lebih konstan. Suhu menjadi faktor pembatas dalam ekosistem perairan, baik secara langsung maupun tidak langsung (Sina & Muntalif, 2005).

Suhu perairan di pesisir Lombok Barat menunjukkan nilai yang hampir seragam, yaitu berkisar antara 29–30°C (Gambar 3.3). Nilai tersebut masih dalam kisaran normal suhu perairan Indonesia secara umum.



Sumber: Lestari dkk., 2012

Gambar 3.3 (a) Grafik dan (b) Sebaran Suhu Permukaan di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012

Kisaran suhu di pesisir Lombok Barat masih berada di batas baku mutu air laut menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 untuk biota laut yang hidup di ekosistem koral, mangrove, dan lamun, kecuali di Pelabuhan Lembar. Pada beberapa stasiun di Pelabuhan Lembar terdapat nilai suhu yang sedikit lebih tinggi daripada nilai baku. Hal ini disebabkan oleh aktivitas antropogenik di pelabuhan yang mengakibatkan suhu perairan lebih tinggi dibandingkan suhu perairan di lokasi lain.

3. Salinitas

Salinitas merupakan garam-garam terlarut yang dapat berpengaruh terhadap pengaturan osmosis pada tumbuhan dan hewan serta zat-zat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

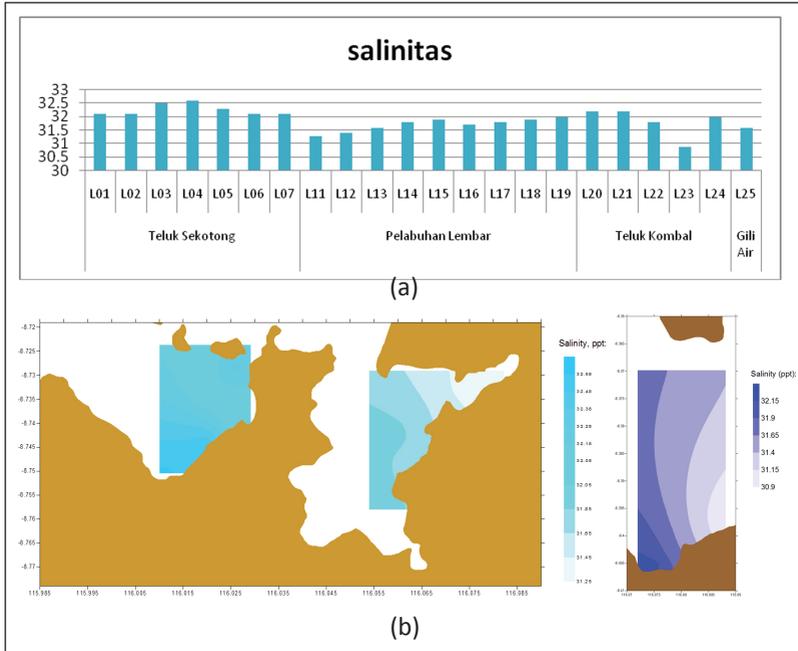
hara yang terkandung di dalamnya memengaruhi sifat komunitas jasad tersebut. Fluktuasi salinitas dapat disebabkan oleh adanya gradien salinitas pada saat tertentu yang polanya bervariasi, bergantung pada topografi estuaria, musim, pasang surut, dan jumlah air tawar (Nybakken, 1992).

Menurut Romimohtarto & Thayib (1982), salinitas di perairan Indonesia umumnya berkisar antara 30–35 ppt. Untuk daerah pesisir, salinitas berkisar antara 32–34 ppt. Baku mutu salinitas untuk kualitas air laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 adalah sebesar salinitas alami yang mampu mendukung kehidupan organisme, yakni 33–34 ppt. Kisaran salinitas di lokasi Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, Teluk Kombal, dan Gili Air (Gambar 3.4) masih baik untuk kehidupan organisme laut, khususnya ikan. Nilai salinitas yang rendah di L23 dimungkinkan terjadi karena masukan dari sungai pada saat air laut surut. Selain itu, lokasinya paling dekat dengan daratan.

4. Derajat Keasaman (pH)

Salah satu faktor yang memengaruhi sifat kimia air adalah nilai derajat keasaman (pH). Nilai pH merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan (Simanjuntak, 2012). Nilai pH berfluktuasi karena adanya penambahan bahan-bahan organik yang dapat membebaskan karbon dioksida sehingga terjadi peningkatan dan penurunan bilangan pH akibat terbentuknya garam karbonat dari ikatan antara CO_2 dan molekul air (Sina & Muntalif, 2005). Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga sering dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik atau buruknya suatu perairan (Odum, 1993).

Organisme perairan dapat hidup ideal dalam kisaran pH asam lemah sampai dengan basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat asam kuat ataupun basa kuat akan membahayakan kelangsungan hidup biota karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi. Perairan dengan kondisi asam kuat akan menyebabkan logam berat



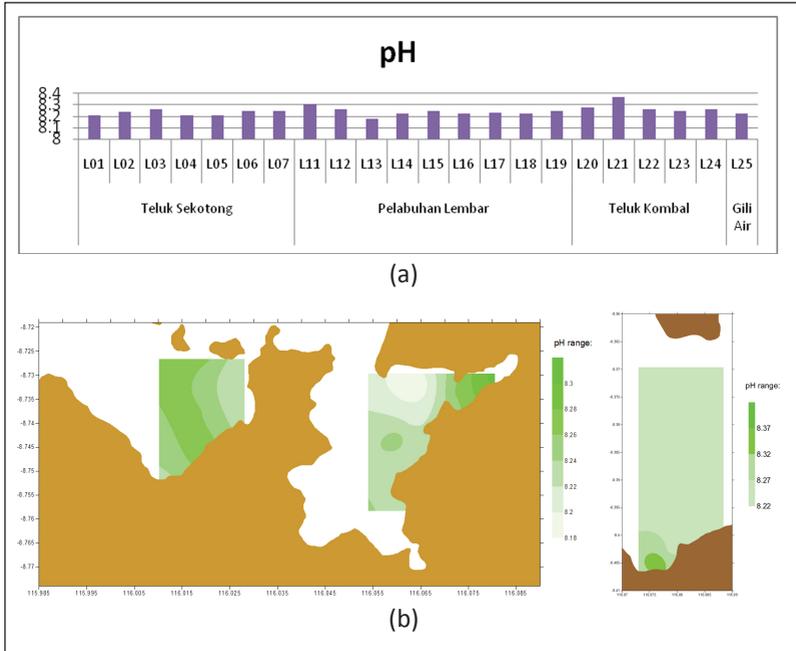
Sumber: Lestari dkk., 2012

Gambar 3.4 (a) Grafik dan (b) Sebaran Salinitas Permukaan di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012

seperti aluminium memiliki mobilitas yang meningkat dan karena bersifat toksik, logam ini dapat mengancam kehidupan biota. Sementara itu, keseimbangan amonium dan amoniak akan terganggu apabila pH air terlalu basa. Kenaikan pH di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga toksik terhadap biota (Satino, 2010).

Nilai pH di lokasi penelitian berkisar antara 8,22–8,37 (Gambar 3.5). Nilai tersebut menunjukkan bahwa kadar pH di perairan bersifat basa sebagaimana umumnya kadar pH normal di perairan laut (Susana, 2009). Nilai pH air tercemar berbeda-beda, tergantung dari zat pencemarnya. Air limbah industri bahan anorganik biasanya mengandung asam mineral yang cukup tinggi sehingga keasamaannya juga tinggi atau pH-nya rendah. Berdasarkan nilai pH-nya, perairan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



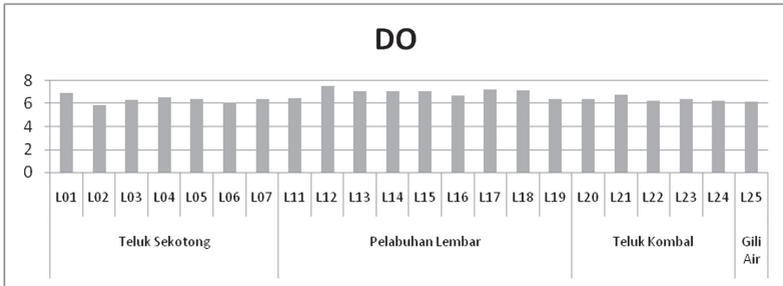
Sumber: Lestari dkk., 2012

Gambar 3.5 (a) Grafik dan (b) Sebaran pH di Perairan Pesisir Lombok Barat, NTB, April 2012

pesisir Lombok Barat masih memenuhi baku mutu air untuk biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, yaitu berkisar 7–8,5.

5. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*)

Oksigen larut dalam air dan tidak bereaksi dengan air secara kimiawi. Tingkat kelarutan oksigen dalam perairan alami dan air limbah bergantung pada aktivitas fisik, biologi, dan biokimia dalam badan air (APHA, 2005). Konsentrasi dari oksigen terlarut merupakan salah satu parameter penting sebagai indikator pencemaran di perairan. Oksigen yang terlarut dalam air dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas yang ada, baik di udara maupun di dalam air, kadar garam



Gambar 3.6 Grafik Oksigen Terlarut di Perairan Lombok Barat, NTB, April 2012

serta senyawa atau unsur yang mudah teroksidasi air (Sina & Muntalif, 2005). Oksigen terlarut memegang peranan sangat penting dalam perairan karena salah satu fungsinya adalah menentukan kuantitas organisme suatu perairan. Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur pokok sebagai regulator pada proses metabolisme organisme, terutama untuk proses respirasi dan dibutuhkan sebagai petunjuk kualitas air (Odum, 1993). Sebagai indikator kualitas perairan, oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Menurut Nybakken (1992), sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut.

Nilai oksigen terlarut di perairan pesisir Lombok Barat berkisar antara 5,85–7,58 mg/L (Gambar 3.6). Kisaran tersebut secara umum menunjukkan nilai normal dan berada di atas baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, yaitu > 5 mg/L. Semua kadar DO pada tiap stasiun mendukung untuk kehidupan biota di laut.

C. INDEKS PENCEMARAN

Perhitungan status mutu dengan metode indeks pencemaran ini adalah berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Hasil perhitungan dalam analisis laboratorium

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3.3 Nilai Indeks Pencemaran di Stasiun Penelitian

Lokasi	Nilai PI
Teluk Sekotong	2,16
Pelabuhan Lembar	2,81
Teluk Kombal	2,61
Gili Air	2,84

untuk rata-rata konsentrasi setiap parameter yang diteliti pada semua titik *sampling* disajikan dalam Tabel 3.3.

Dari hasil perhitungan nilai indeks pencemaran didapatkan status mutu air pada semua segmen lokasi penelitian. Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003, nilai indeks pencemaran yang berada di antara $1,0 < Pij \leq 5,0$ dikategorikan statusnya menjadi tercemar ringan.

D. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisika-kimia, perairan pesisir Lombok Barat masih memenuhi baku mutu air laut untuk mendukung kehidupan biota yang ada di dalamnya dan dapat dijadikan sebagai lokasi budi daya meskipun terindikasi sebagai perairan tercemar ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, S. (2009). Studi komunitas plankton di Goa Toto, Wediutuh, Ngeposari, Semanu, Gunungkidul. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA-UNY.
- Alaerts, G. & Santika, S.S. (1987). *Metoda penelitian air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- APHA. (2005). *Standard methods for the examination of water and waste water (21st ed)*. New York: American Public Health Association Inc.
- Bejo, S., Artha, I. W., & Suyasa, I. W. B. (2008). Studi kualitas lingkungan perairan di daerah budi daya perikanan laut di Teluk Kaping dan Teluk Pegametan, Bali. *Ecotrophic*, 3(1), 16–20.

- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., & Sitepu, M. J. (2001). *Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu*. Bogor: Pradnya Paramita.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius Press.
- KMNLH. (2003). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Penetapan Status Mutu Air. Dari <http://www.menlh.go.id>, diakses 28 Januari 2014.
- KMNLH. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Kehidupan Biota Laut. Jakarta. Dari <http://www.menlh.go.id>, diakses 28 Januari 2014.
- Lestari, Rositasari, R., Fahmi, Munawir, K., & Puspitasari, R. (2012). *Identifikasi Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. (31 hlm).
- Nybakken, J. W. (1992). Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis. Dalam M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Begen, M. Hutomo, & S. Sukardjo, (Penerj.), *Marine Biology: An Ecological Approach*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Dalam T. Samingan (Penerj.). Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 697 hlm.
- Romimohtarto, K., & Thayib, S. S. (1982). *Kondisi lingkungan dan laut di Indonesia*. Jakarta: LON-LIPI.
- Satino. (2010). *Handout limnologi*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Simanjuntak, M. (2012). Kualitas air laut ditinjau dari spek zat hara, oksigen terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2), 290–303.
- Sina, A. & Muntalif, B.S. (2005). Makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas air (Studi kasus: Sungai Cipeles, Kabupaten Sumedang). *Prosiding Seminar II Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia*. Diselenggarakan oleh Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia (IATPI). Oktober 2005.
- Susana, T. (2009). Tingkat keasaman (pH) dan oksigen terlarut sebagai indikator kualitas perairan sekitar muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5, 33–39.

BAB IV

DISTRIBUSI SENYAWA NITROGEN ANORGANIK DI PERAIRAN LOMBOK BARAT, NUSA TENGGARA BARAT

Hanif Budi Prayitno dan Suci Lastrini

A. PENDAHULUAN

Perairan Lombok di Provinsi Nusa Tenggara Barat terkenal dengan potensi wisatanya, salah satunya adalah Pantai Gili Trawangan. Pantai ini merupakan tujuan utama wisatawan domestik ataupun mancanegara apabila berkunjung ke Pulau Lombok. Selain memiliki potensi untuk kegiatan wisata, perairan Lombok juga memiliki potensi lain yang memberikan kontribusi terhadap pendapatan daerah, yaitu potensi perikanan laut. Potensi perikanan laut di perairan Lombok tidak terbatas hanya pada perikanan tangkap tetapi juga meliputi budi daya laut seperti kerang mutiara, abalon, dan teripang. Terkait budi daya kerang mutiara, Lombok bahkan terkenal sebagai sentra penghasil mutiara laut dan barang kerajinan berbahan mutiara.

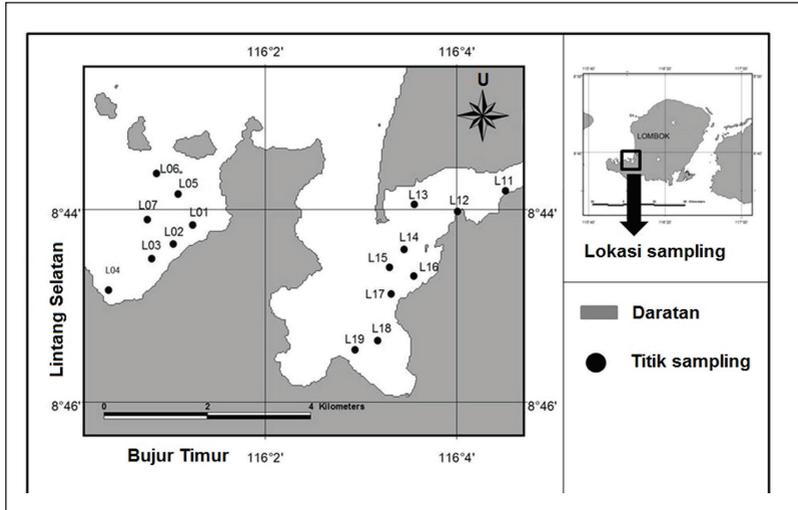
Khusus untuk wilayah Kabupaten Lombok Timur, potensi perikanan tangkap yang dimiliki tercatat sebesar 18.242,0 ton/tahun, sedangkan potensi area budi daya kerang mutiara dan abalonna mencapai 2.355,0 ha (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Nusa Tenggara Barat, 2015). Sementara itu, Kabupaten Lombok Barat memiliki potensi perikanan tangkap sebesar 21.474,7 ton/tahun dan potensi area budi daya kerang mutiara dan abalon sebesar 5.000,0 ha.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

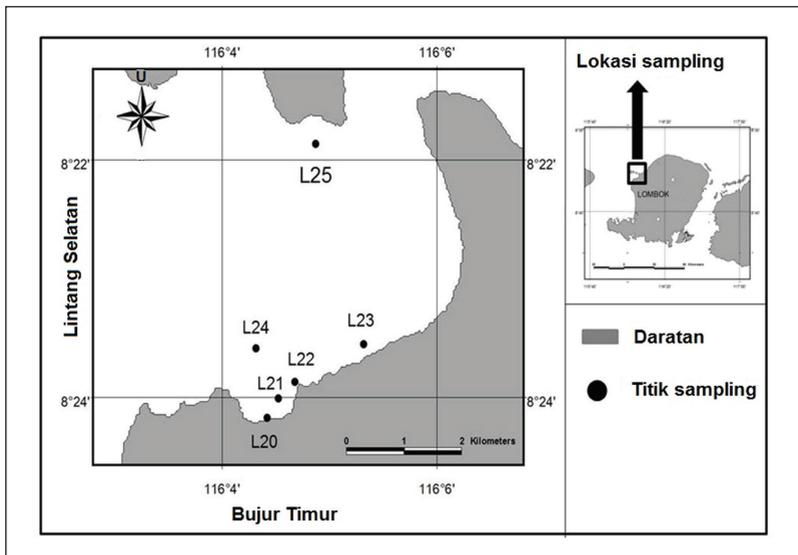
Kedua kabupaten tersebut bahkan ditetapkan sebagai kawasan Mina-politan, yaitu 'suatu bagian wilayah yang mempunyai fungsi utama ekonomi yang terdiri atas sentra produksi, pengolahan, pemasaran komoditas perikanan, pelayanan jasa, dan/atau kegiatan pendukung lainnya' (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2010; Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2011).

Hal menarik yang teramati di perairan Lombok adalah beberapa lokasi budi daya kerang mutiara dan area penangkapan ikan cukup dekat dengan lokasi pelabuhan. Sebagai contoh adalah lokasi penangkapan ikan di Pelabuhan Lembar dan lokasi budi daya kerang mutiara di Teluk Komba. Padahal, dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 kualitas air laut untuk pelabuhan dan biota laut telah dibedakan. Artinya, aktivitas pelabuhan dan aktivitas penangkapan ataupun budi daya perikanan laut seharusnya tidak dilakukan di lokasi yang sangat berdekatan karena pasti akan memengaruhi kualitas dan kuantitas perikanan hasil penangkapan ataupun budi daya.

Aktivitas pelabuhan dapat memengaruhi kualitas air laut, baik dengan limbah yang dihasilkan di daratan maupun limbah buangan kapal. Limbah buangan kapal bisa berupa limbah cair ataupun gas hasil pembakaran bahan bakar fosil. Limbah cair yang dihasilkan dari kapal dikenal dengan istilah *black water* dan *grey water*. *Black water* merujuk pada limbah yang berasal dari toilet dan fasilitas medis sehingga mengandung bakteri dan zat hara, sedangkan *grey water* merujuk pada limbah yang dihasilkan dari aktivitas mandi, cuci, dan bersih-bersih sehingga mengandung limbah makanan, minyak dan pelumas, detergen, sampo, pestisida, logam berat, dan lain-lain (Clark, 1986; The Ocean Conservancy, 2002). Sementara itu, limbah yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil adalah oksida belerang (SO_x), oksida nitrogen (NO_x), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), dan gas ataupun partikulat hidro karbon lainnya (The Ocean Conservancy, 2002).



Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar



Gambar 4.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut di Teluk Kambal

Tulisan ini membahas pengaruh aktivitas pelabuhan terhadap distribusi senyawa nitrogen anorganik (nitrit, nitrat, dan amonia) di perairan Lombok mengingat nitrogen merupakan salah satu unsur yang terdapat dalam limbah buangan kapal. Jumlah nitrogen yang dihasilkan dalam limbah cair kapal, khususnya *black water*, mencapai 12–15 g/orang/hari (Huhta dkk., 2007). Nitrogen juga merupakan unsur pembatas produktivitas primer di air laut (Maestrini dkk., 1999; Larned, 1998) yang tentu secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap kelimpahan ikan ataupun hasil budi daya laut. Sebagai contoh, Moullac dkk. (2013) menyebutkan bahwa ketersediaan pakan (mikroalga) berpengaruh terhadap aktivitas reproduksi kerang mutiara *Pinctada margaritifera*.

B. KONSENTRASI SENYAWA NITROGEN ANORGANIK DI PERAIRAN

Pengamatan distribusi senyawa nitrogen anorganik berupa nitrit, nitrat, dan amonia di perairan Lombok dilakukan pada April 2012. Lokasi yang dipilih adalah Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal. Lokasi ini merupakan perairan yang digunakan sebagai daerah tangkapan ikan dan budi daya kerang mutiara. Pemilihan ketiga lokasi ini didasarkan pada perbedaan jarak lokasi bagan penangkapan ikan ataupun lokasi budi daya kerang mutiara dengan pelabuhan.

Lokasi di Pelabuhan Lembar mewakili lokasi penangkapan ikan ataupun budi daya kerang mutiara yang sangat dekat dengan pelabuhan kapal-kapal besar atau sangat dipengaruhi oleh aktivitas pelabuhan. Lokasi di Teluk Kombal mewakili lokasi budi daya kerang mutiara yang dekat dengan pelabuhan kapal-kapal kecil nelayan atau sedikit dipengaruhi aktivitas pelabuhan. Sementara itu, lokasi di Teluk Sekotong mewakili lokasi penangkapan ikan ataupun budi daya kerang mutiara yang jauh dari pelabuhan atau tidak dipengaruhi aktivitas pelabuhan. Dengan mengamati distribusi senyawa nitrit, nitrat, dan amonia di tiga lokasi yang memiliki perbedaan jarak

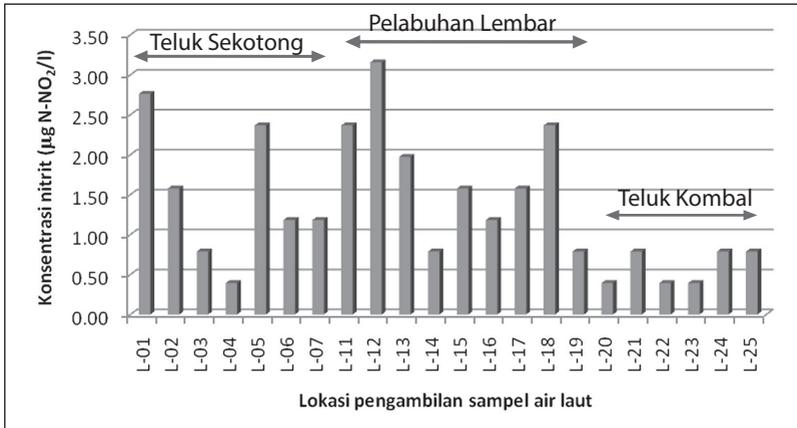
dengan pelabuhan, pengaruh aktivitas pelabuhan terhadap distribusi senyawa nitrogen anorganik dapat diketahui.

Sampel air laut lapisan permukaan untuk analisis senyawa nitrit, nitrat, dan amonia dikoleksi dalam botol polietilena volume 500 ml. Sebelum dianalisis, sampel lebih dulu disaring menggunakan kertas saring berbahan nitroselulosa dengan ukuran pori 0,45 μm . Analisis dilakukan kurang dari 12 jam setelah sampel dikoleksi dari lapangan. Analisis dilakukan secara spektrofotometri menggunakan spektrofotometer Shimadzu UV-1201V. Nitrogen (N) dalam bentuk senyawa nitrit (NO_2) dianalisis berdasarkan metode sulfanilamid dalam larutan asam dan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrat (NO_3), dianalisis sebagai nitrit setelah direduksi dalam kolom Cd-Cu (Parsons dkk., 1984). Sementara itu, amonium dianalisis dengan metode fenol hipoklorit (Solorzano, 1969).

1. Nitrit

Konsentrasi senyawa nitrit di ketiga lokasi pengamatan (Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Komba) berkisar antara 0,39–3,16 $\mu\text{g N-NO}_2/\text{l}$ dengan rata-rata 1,35 $\mu\text{g N-NO}_2/\text{l}$ (0,001 ppm). Konsentrasi rata-rata nitrit sebesar itu menunjukkan karakteristik perairan dengan konsentrasi oksigen yang tinggi sesuai dengan informasi Lewis & Morris (1986) yang menyatakan bahwa konsentrasi nitrit di perairan dengan konsentrasi oksigen yang melimpah umumnya kurang dari 0,002 ppm. Hal ini dibuktikan dengan data pengukuran oksigen terlarut yang menunjukkan konsentrasi rata-rata sebesar 6,6 ppm, lebih tinggi daripada baku mutu oksigen dalam air laut untuk biota laut yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (KLH) Nomor 51 Tahun 2004, yaitu sebesar 5 ppm.

Konsentrasi rata-rata nitrit yang didapatkan dalam penelitian ini juga sama dengan konsentrasi nitrit yang diperoleh oleh Muchtar (1994) pada September 1993 di perairan Teluk Kuta, Lombok Selatan.



Sumber: Lestari dkk., 2012

Gambar 4.3 Distribusi Senyawa Nitrit di Perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal

Namun, pada saat itu konsentrasi oksigen yang terukur adalah sebesar 4,97 ppm. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia tidak menetapkan baku mutu untuk nitrit. Namun, dalam *review* yang dipublikasikan oleh Camargo & Alonso (2006), disebutkan bahwa kisaran konsentrasi yang disarankan untuk melindungi biota air yang sensitif terhadap toksisitas nitrit adalah 8–350 µg N-NO₂/l. Jika informasi ini dijadikan acuan, konsentrasi nitrit di perairan Pulau Lombok berada dalam tingkat normal.

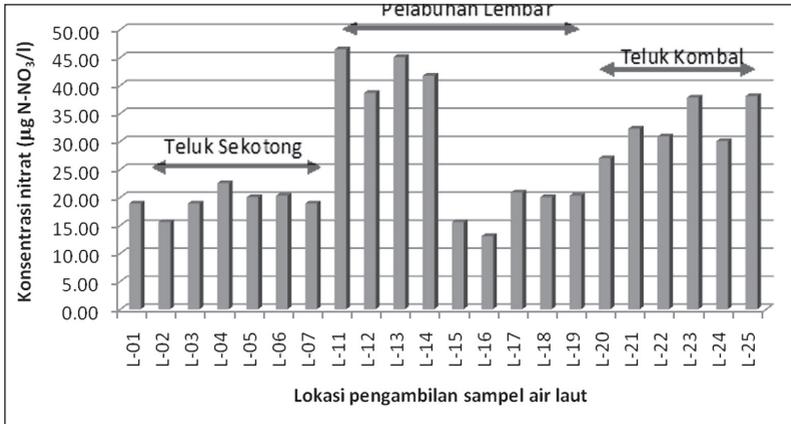
Distribusi senyawa nitrit di tiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari grafik tersebut terlihat bahwa senyawa nitrit dengan konsentrasi yang relatif rendah berada di Teluk Kombal, sedangkan konsentrasi nitrit di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar secara umum tidak jauh berbeda. Jika aktivitas pelabuhan berpengaruh terhadap distribusi senyawa nitrit, seharusnya konsentrasi nitrit di Teluk Sekotong adalah yang relatif paling rendah karena lokasinya yang tidak berdekatan dengan pelabuhan meskipun sebelah utara lokasi ini merupakan jalur pelayaran. Faktor biologi berupa aktivitas bakteri nitrifikasi sepertinya lebih berperan terhadap

distribusi senyawa ini karena nitrit merupakan senyawa antara dalam reaksi nitrifikasi, yaitu proses oksidasi amonia menjadi nitrat. Selain itu, lokasi antara Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar yang saling berdekatan memungkinkan keduanya memiliki karakteristik aktivitas biologi yang sama sehingga memiliki konsentrasi nitrat yang relatif serupa.

2. Nitrat

Konsentrasi nitrat yang terukur di tiga lokasi pengamatan berkisar antara 13,07–46,45 $\mu\text{g N-NO}_3/\text{l}$. Kisaran konsentrasi nitrat tersebut lebih besar dibandingkan baku mutu nitrat air laut untuk biota laut ataupun wisata bahari sebesar 8 $\mu\text{g N-NO}_3/\text{l}$ (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2004). Namun, konsentrasi tersebut mendekati kisaran konsentrasi nitrat di Teluk Kuta, Lombok Selatan, yang terukur oleh Muchtar (1999) pada Desember 1996 dengan kisaran 12–22 $\mu\text{g N-NO}_3/\text{l}$. Selain itu, konsentrasi nitrat yang tinggi tersebut belum berpotensi memberikan efek toksik bagi biota laut karena toksisitas nitrat untuk biota laut adalah 200 $\mu\text{g N-NO}_3/\text{l}$ (Camargo dkk., 2005). Meski demikian, apabila kondisi kimia-fisika lainnya mendukung, konsentrasi nitrat yang tinggi patut diwaspadai karena dapat memicu pertumbuhan fitoplankton ataupun makroalga dalam jumlah besar atau berlebih.

Distribusi senyawa nitrat di tiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4. Data ini memberikan gambaran yang jelas bahwa perairan yang lokasinya semakin dekat dengan aktivitas pelabuhan memiliki konsentrasi nitrat yang semakin tinggi. Hal ini dapat dimengerti mengingat semakin dekat suatu perairan dengan aktivitas pelabuhan maka perairan tersebut akan semakin banyak mendapatkan masukan limbah yang mengandung unsur nitrogen, baik limbah yang berasal dari aktivitas di darat maupun dari buangan kapal. Konsentrasi nitrat di Teluk Kombal berada di pertengahan antara konsentrasi nitrat di Pelabuhan Lembar dan Teluk Sekotong karena lokasi pengambilan

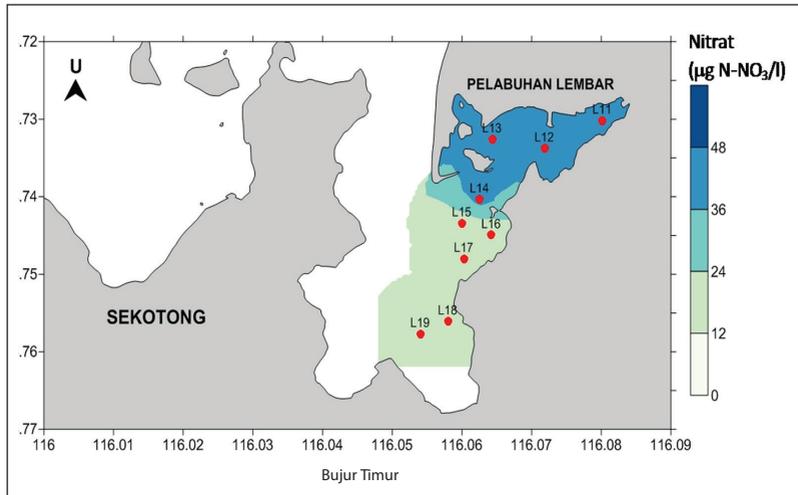


Sumber: Lestari dkk., 2012

Gambar 4.4 Distribusi Senyawa Nitrat di Perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kambal

sampel di Teluk Kambal sangat dekat dengan pelabuhan kapal-kapal kecil nelayan sehingga meskipun konsentrasi nitrat di perairan ini dipengaruhi oleh aktivitas pelabuhan, pengaruhnya tidak begitu besar.

Jika diperhatikan dengan lebih saksama, terlihat bahwa tidak semua lokasi pengambilan sampel di Pelabuhan Lembar memiliki konsentrasi nitrat yang tinggi. Beberapa di antaranya memiliki konsentrasi yang serupa dengan konsentrasi nitrat di Teluk Sekotong, bahkan lebih rendah dibandingkan konsentrasi nitrat di Teluk Kambal. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh aktivitas pelabuhan terhadap konsentrasi nitrat tidak sampai ke lokasi tersebut. Selain itu, data ini juga semakin menegaskan hipotesis awal bahwa konsentrasi nitrat di perairan akan semakin tinggi dengan semakin dekatnya jarak perairan dengan pelabuhan. Gambar 4.5 memperlihatkan distribusi nitrat di Pelabuhan Lembar.



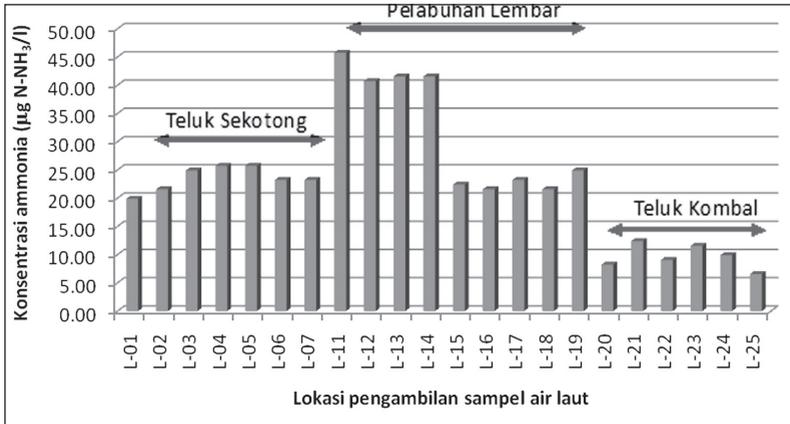
Sumber: Lestari dkk., 2012

Gambar 4.5 Distribusi Spasial Senyawa Nitrat di Perairan Sekitar Pelabuhan Lembar

3. Amonia

Menurut Koroleff (1976), kadar amonia di perairan yang tidak tercemar dan mengandung banyak oksigen sangat jarang lebih dari $70 \mu\text{g N-NH}_3/\text{l}$. Dalam penelitian ini, konsentrasi amonia di semua lokasi pengamatan berkisar antara $6,58\text{--}45,75 \mu\text{g N-NH}_3/\text{l}$. Dengan demikian, dapat dianalogikan bahwa perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal merupakan perairan yang belum tercemar. Konsentrasi amonia yang didapat juga masih berada dalam batasan baku mutu konsentrasi amonia untuk biota laut sebesar $300 \mu\text{g N-NH}_3/\text{l}$ (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2004). Sebagai perbandingan, konsentrasi amonia pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan konsentrasi amonia yang didapat oleh Muchtar (1999) pada Desember 1996 di Teluk Kuta, Lombok Selatan, yaitu $<36 \mu\text{g N-NH}_3/\text{l}$. Konsentrasi amonia di Pelabuhan Lembar paling tinggi dibandingkan konsentrasi amonia di dua lokasi lainnya (Gambar 4.6) karena lokasi ini merupakan

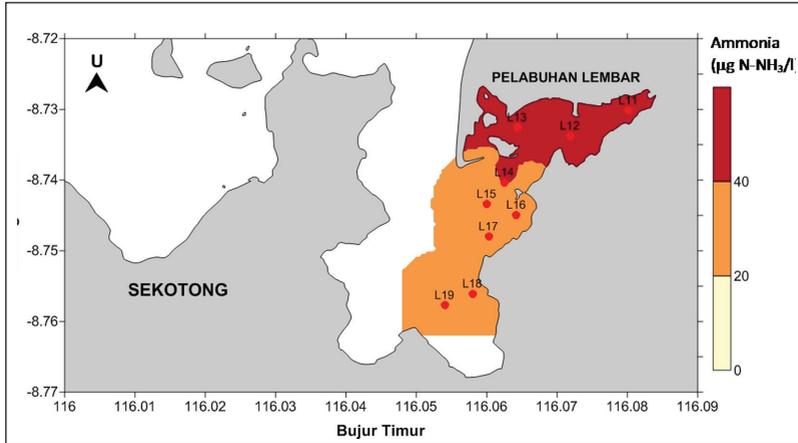
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4.6 Distribusi Senyawa Amonia di Perairan Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal

perairan yang paling rentan tercemar senyawa organik ataupun nitrogen anorganik, tidak terkecuali amonia. Hal ini tidak mengherankan karena di sekitar lokasi ini permukiman penduduk cukup padat dan aktivitas pelabuhan cukup tinggi. Seperti halnya distribusi nitrat, konsentrasi amonia di Pelabuhan Lembar tidak semua tinggi. Beberapa lokasi pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi amonianya relatif serupa dengan konsentrasi amonia di Teluk Sekotong yang diasumsikan tidak mendapatkan pengaruh aktivitas pelabuhan. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh aktivitas pelabuhan terhadap konsentrasi amonia juga tidak sampai hingga ke lokasi tersebut. Gambar 4.7 memperlihatkan distribusi nitrat di Pelabuhan Lembar.

Hal yang menarik adalah rendahnya konsentrasi amonia di Teluk Kombal. Lokasi pengambilan sampel di Teluk Kombal dekat dengan pelabuhan kapal-kapal kecil nelayan. Secara teori, perairan ini akan mendapatkan sedikit pengaruh dari aktivitas pelabuhan sehingga seharusnya konsentrasi amonianya lebih tinggi daripada konsentrasi amonia di Teluk Sekotong yang merupakan perwakilan dari perairan yang jauh dari pelabuhan dan diasumsikan tidak mendapatkan pengaruh aktivitas pelabuhan. Namun, pada kenyataannya konsentrasi



Gambar 4.7 Distribusi Spasial Senyawa Amonia di Perairan Sekitar Pelabuhan Lembar

amonia di Teluk Sekotong lebih tinggi daripada konsentrasi amonia di Teluk Kambal. Sepertinya proses nitrifikasi sangat efektif terjadi di Teluk Kambal sehingga sebagian besar amonia diubah menjadi nitrat yang pada akhirnya menyebabkan konsentrasi amonia di perairan Teluk Kambal relatif rendah, tetapi konsentrasi nitratnya relatif tinggi.

C. PENUTUP

Konsentrasi nitrat dan amonia memiliki kecenderungan semakin tinggi dengan semakin dekat perairan dengan jaraknya dari pelabuhan. Aktivitas pelabuhan dapat meningkatkan konsentrasi senyawa nitrogen anorganik di perairan melalui limbah yang dihasilkan, baik dari kegiatan operasional, baik di darat maupun dari limbah buangan kapal. Pengecualian terjadi untuk konsentrasi amonia di perairan Teluk Kambal. Konsentrasi amonia di perairan yang dekat dengan pelabuhan kapal-kapal kecil nelayan ini lebih rendah dibandingkan konsentrasi amonia di perairan Teluk Sekotong yang jauh dari pengaruh aktivitas pelabuhan. Sepertinya proses nitrifikasi berlangsung sangat efektif di perairan Teluk Kambal sehingga sebagian besar amo-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

nia dikonversi menjadi nitrat yang menyebabkan konsentrasi amonia di perairan Teluk Kombal rendah, tetapi konsentrasi nitratnya tinggi.

Secara umum, konsentrasi nitrogen anorganik di perairan Teluk Sekotong, sekitar Pelabuhan Lembar, dan Teluk Kombal, Nusa Tenggara Barat, terbilang normal. Konsentrasi nitrit masih di bawah 0,002 ppm yang menunjukkan karakteristik perairan yang kaya akan oksigen. Konsentrasi amonia masih memenuhi baku mutu air laut untuk biota laut sehingga perairan tersebut masih kondusif untuk lokasi penangkapan ikan ataupun budi daya kerang mutiara. Namun, konsentrasi nitrat terdeteksi lebih tinggi daripada baku mutu walaupun konsentrasi nitrat tersebut masih berada dalam kisaran nilai yang sama seperti penelitian serupa di perairan Lombok Selatan sekitar dua dasawarsa sebelumnya. Selain itu, konsentrasi nitrat yang tinggi tersebut juga belum bersifat toksik bagi biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Camargo, J. A., & Alonso, A. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environment International*, 32, 831–849.
- Camargo, J. A., Alonso, A., & Salamanca, A. (2005). Nitrate toxicity to aquatic animals: A review with new data for freshwater invertebrates. *Chemosphere*, 58, 1.255–1.267.
- Clark, R. B. (1986). *Marine Pollution*. Oxford: Clarendon Press.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2015). Dokumen laporan statistik. Dari <http://dislutkan.ntbprov.go.id/dokumen-statistik>, diakses 21 April 2016.
- Huhta, H-K., Rytkönen, J., & Sassi, J. (2007). *Estimated nutrient load from waste waters originating from ships in the Baltic Sea area*. VTT Tiedoteita-Research Notes 2370. VTT. Espoo.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. *Himpunan Peraturan di Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Penegakan Hukum Lingkungan*. KLH. Jakarta: Hlm. 823–831.

- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2010). Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.32/MEN/2010 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan. Dari <http://www.djpb.kkp.go.id/download/KEPMEN%202010-32%20ttg%20Penetapan%20Kawasan%20Minapolitan.pdf>, diakses 23 Juni 2014.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2011). Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.18/MEN/2011 tentang Pedoman Umum Minapolitan. Dari <http://www.djpb.kkp.go.id/download/KEPMEN%202011-18%20ttg%20Pedoman%20Umum%20Minapolitan.pdf>, diakses 23 Juni 2014.
- Koroleff, F. (1976). Determination of ammonia. Dalam Grasshoff, K. (Ed.), *Methods of Seawater Analysis*. Verlag chemie, Weinheim and New York. (hlm. 126–133).
- Larned, S. T. (1998). Nitrogen-versus phosphorus-limited growth and sources of nutrients for coral reef macroalgae. *Marine Biology*, 132, 409–421.
- Lestari, Rositasari, R., Fahmi, Munawir, K., & Puspitasari, R. (2012). *Identifikasi Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. (31 hlm).
- Lewis, W. M., & Morris D. P. (1986). Toxicity of nitrite to fish: A review. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115, 183–195.
- Maestrini, S. Y., Balode, M., Bechemin, C., Purina I., & Botva, U. (1999). Nitrogen as the nutrient limiting the algal growth potential, for summer natural assemblages in the Gulf of Riga, eastern Baltic Sea. *Plankton Biol. Ecol.*, 46(1), 1–7.
- Moullac, G. L., Soyeze, C., Sham-Koua, M., Levy, P., Moriceau, J., Vonau, V., ... & Cochard, J. C. (2013). Feeding the pearl oyster *Pinctada margaritifera* during reproductive Conditioning. *Aquaculture Research*, 44(3), 404–411.
- Muchtar, M. (1994). Karakteristik dan sifat-sifat kimia padang lamun di Lombok Selatan. Dalam Kiswara, W., Moosa, M. K., & Hutomo, M. (Ed.) *Struktur komunitas biologi padang lamun di Pantai Selatan Lombok dan kondisi lingkungannya*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.
- Muchtar, M. (1999). Zat hara dan kondisi fisik Teluk Kuta, Lombok. Dalam S. Soemodihardjo, O. H. Arinardi, & I. Aswandy (Ed.), *Dinamika komunitas biologis pada ekosistem lamun di Pulau Lombok, Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.

- Parsons, T. R., Maita, Y., & Lalli, C. M. (1984). *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Oxford: Pergamon Press.
- Solorzano, L. (1969). Determination of ammonia in natural water by the phenolhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.*, 14, 799–801.
- The Ocean Conservancy. (2002). *Cruise control: A report of on how cruise ships affect the marine environment*. Washington DC: The Ocean Conservancy.

BAB V

KUALITAS PESISIR LOMBOK BARAT DARI SEGI TOKSISITAS, DALAM KAITANNYA SEBAGAI KAWASAN BUDI DAYA

Rachma Puspitasari dan Triyoni Purbonegoro

A. PENDAHULUAN

Lombok merupakan salah satu daerah pengembangan budi daya, seperti mutiara dan lobster. Kegiatan budi daya dapat membawa sisi negatif dan positif bagi kehidupan manusia. Dampak positif yang dihasilkan adalah terpenuhinya kebutuhan masyarakat, baik pangan maupun ekonomi, sedangkan dampak negatifnya adalah penggunaan obat, penyubur, dan pakan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan pesisir, seperti di pesisir Lombok Barat, Sekotong, dan Lembar. Selain itu, pesatnya kegiatan di daratan, baik aktivitas pelabuhan, industri, maupun aktivitas domestik di wilayah ini juga dapat memberi tekanan negatif pada kawasan pesisir dan memengaruhi kualitas lingkungan. Oleh karena itu, pemantauan kualitas pesisir Lombok Barat penting dilakukan secara kontinu. *Monitoring* (pemantauan) kualitas lingkungan tidak hanya cukup dilakukan dengan mengukur kadar air, tetapi juga perlu dilakukan pada sedimen. Hal ini sejalan dengan penelitian pemantauan lingkungan di Indonesia yang juga mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Periode 1970–1990, pemantauan kontaminasi difokuskan pada pengukuran konsentrasi logam berat di air laut, pada 1990–2000 penelitian berkembang ke

Buku ini tidak diperjualbelikan.

arah pengukuran konsentrasi biota dan sedimen, dan tahun 2000 hingga sekarang penelitian difokuskan pada metode *bioassay* (pengujian) dan geokimiawi dari logam (Arifin dkk., 2012). Mengacu pada perkembangan penelitian, pemantauan kualitas pesisir Lombok Barat menitikberatkan pada aspek pengujian sedimen dan didukung oleh data pengukuran logam dalam sedimen. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kualitas sedimen Lombok Barat ditinjau dari aspek toksisitasnya terhadap pertumbuhan fitoplankton, *Chaetoceros gracilis*.

B. TOKSISITAS SEDIMEN TERHADAP MIKROALGA

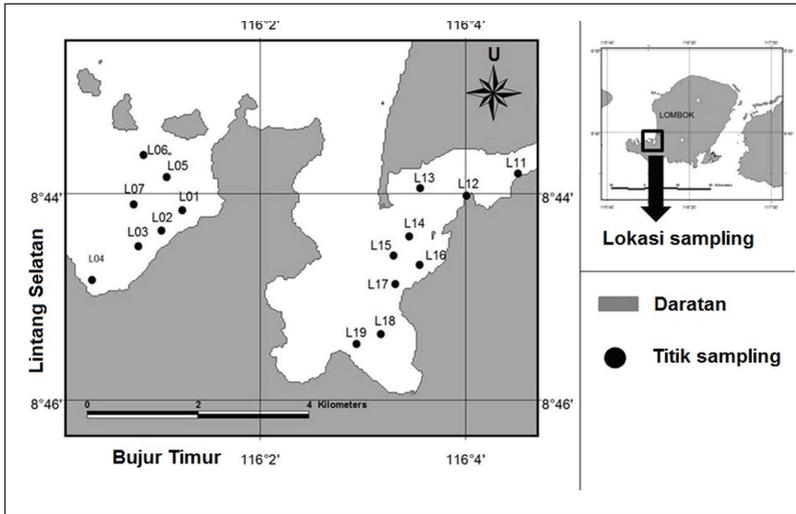
Sedimen suatu perairan dapat berperan sebagai perekam atau penyimpan kontaminan dalam lingkungan perairan. Selain itu, sedimen merupakan habitat bagi banyak organisme bentik dan epibentik (CCME, 1995). Adanya pengadukan dari faktor arus dan *upwelling* menyebabkan zat-zat yang terikat dalam sedimen dapat terlepas dan memengaruhi biota yang ada, baik yang bersifat bentik maupun planktonik. Oleh karena itu, kajian kesehatan sedimen penting dilakukan untuk menilai kesehatan sedimen pesisir Lombok Barat untuk mendukung kegiatan budi daya.

American Standard for Testing Material (ASTM) mengembangkan sebuah metode pengujian untuk menilai kesehatan sedimen pesisir terhadap biota tertentu, seperti bivalvia dan fitoplankton. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *sediment elutriate method*, yaitu pengujian menggunakan air dari bagian atas campuran sedimen air yang telah diendapkan dalam waktu tertentu terhadap mikroalga (ASTM, 2006). Pengujian sedimen dapat digabungkan dengan metode lain, misal pengukuran kontaminan logam berat dalam sedimen untuk mengevaluasi kesehatan sedimen di suatu lokasi, seperti yang telah dilakukan di Teluk Kelabat, Bangka (Hindarti dkk., 2008; Puspitasari & Hindarti, 2009), pesisir Cirebon (Puspitasari, 2011a; Puspitasari 2011b), dan Teluk Jakarta (Hindarti dkk., 2010).

Mikroalga adalah komponen produsen dari ekosistem akuatik yang memproduksi oksigen dan substansi organik melalui proses fotosintesis yang sangat dibutuhkan bagi organisme lainnya, antara lain ikan dan invertebrata (Berard, 1996). Mikroalga berperan penting dalam keseimbangan ekosistem akuatik karena berada pada tingkat pertama dalam rantai makanan yang memproduksi bahan organik dan oksigen melalui fotosintesis. *Chaetoceros gracilis* merupakan genus dengan anggota terbanyak dari kelas Bacillariophyceae yang berperan sebagai produsen primer dan merupakan makanan penting bagi biota lain terutama udang (Panggabean, 1997). Jenis diatom ini dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran air karena mampu bertahan di perairan tercemar. Hal ini dikarenakan diatom ini memiliki kemampuan lebih baik untuk melekat pada substrat daripada mikroalga lain. Kemampuan melekat ini dikarenakan diatom memiliki material berupa lendir atau organel berupa *setae* (Aunurohim dkk., 2008).

Sampel sedimen diambil dari pesisir Lombok Barat sebanyak 7 titik di daerah Sekotong dan 9 titik di daerah Pelabuhan Lembar (Gambar 5.1). Budi daya utama di wilayah ini adalah pembesaran ikan kerapu dan kerang mutiara. Sampel sedimen yang diambil menggunakan Grab *Smith Mc-Intyre* 0,05 m² sebanyak 3 kali ulangan untuk setiap stasiun. Sampel sedimen dicuplik dari lapisan permukaan, kemudian diambil sedimen lapisan atas setebal 1–5 cm, dikomposit dan dimasukkan ke dalam botol 1 L sesuai dengan standar. Sampel sedimen disimpan dalam suhu 4°C dalam keadaan gelap sampai saat dilakukan pengujian toksisitas (ASTM, 2006). Jika terdapat kandungan bahan toksik yang berbahaya di dalam sedimen, pertumbuhan *C. gracilis* akan terganggu, ditandai oleh adanya penghambatan pertumbuhan dan rata-rata jumlah selnya yang akan berkurang dibandingkan jumlah sel pada kontrol.

Kultur murni *C. gracilis* berumur 4 hari diperoleh dari laboratorium Marikultur-Puslit Oseanografi LIPI. Sedimen ditimbang sebanyak 18 gram, kemudian diaduk kira-kira 10 detik dengan 900 ml



Gambar 5.1 Lokasi Penelitian di Pesisir Lombok Barat, yaitu Sekotong dan Lembar

air laut yang sudah disaring dengan kertas saring ukuran $0,45 \mu\text{m}$ dan disterilkan dengan autoklaf. Campuran dibiarkan 4 jam sampai sedimen mengendap, dan lapisan atas (*overlying water*) diambil sebanyak 100 ml untuk uji toksisitas sedimen dan dimasukkan ke erlenmeyer 250 ml. Larutan kontrol sedimen dan kontrol kadmium disiapkan dan diisi air laut steril saja. Larutan toksikan acuan kadmium disiapkan dengan volume yang sama (100 ml). Kemudian 1 ml larutan kultur *C. gracilis* dengan kepadatan satu juta sel/ml diinokulasikan ke dalam erlenmeyer berisi 100 ml larutan uji sehingga kepadatan sel menjadi 10.000 sel/ml. Setiap perlakuan memiliki tiga pengulangan. Lama pemaparan dengan kadmium dan sedimen adalah 96 jam. Titik akhir pengamatan adalah pertumbuhan (jumlah sel) diatom pada perlakuan dibandingkan kontrol setelah 96 jam yang dihitung menggunakan *haemocytometer*. Uji dianggap valid apabila jumlah sel pada kontrol mencapai 2×10^5 sel/ml (ASTM, 2006).

Nilai persentase penghambatan/*inhibition* (I) dan stimulasi (S) dari rata-rata jumlah sel tiap perlakuan (P) dibandingkan rata-rata jumlah sel pada kontrol air laut (K) setelah 96 jam dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$I = \frac{K - P}{K} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$S = \frac{P - K}{K} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

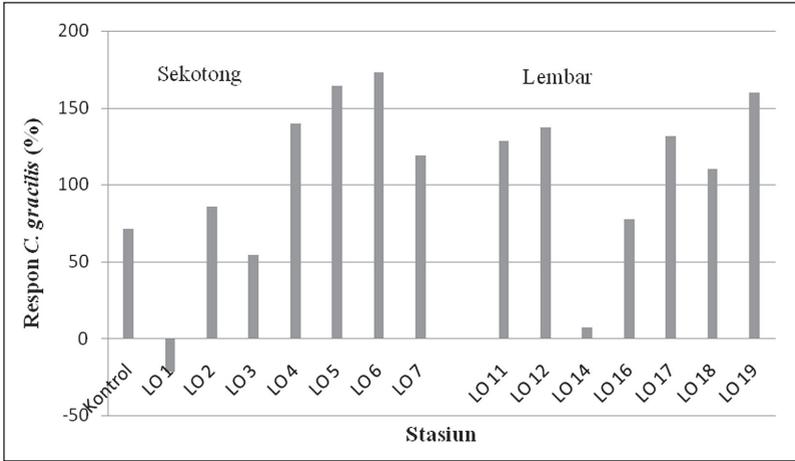
Parameter kualitas air yang dipantau selama uji adalah oksigen terlarut yang diukur menggunakan DO meter YSI 55, salinitas menggunakan refraktometer, sedangkan pH dan suhu menggunakan pH meter Eijkelkamp.

Untuk memenuhi kriteria validitas uji, jumlah sel *C. gracilis* pada kontrol harus mencapai jumlah minimum 2×10^5 sel/ml. Pengujian ini memenuhi kriteria tersebut dengan jumlah sel pada kontrol mencapai $7,09 \times 10^5$ sel/ml. Hal ini untuk memastikan bahwa biota uji yang digunakan berada dalam kondisi normal dan layak uji sehingga respons yang terukur dapat dipercaya.

Berikut ini adalah rata-rata sel *C. gracilis* hasil pemaparan dengan sedimen pesisir Sekotong dan Lembar, Lombok Barat.

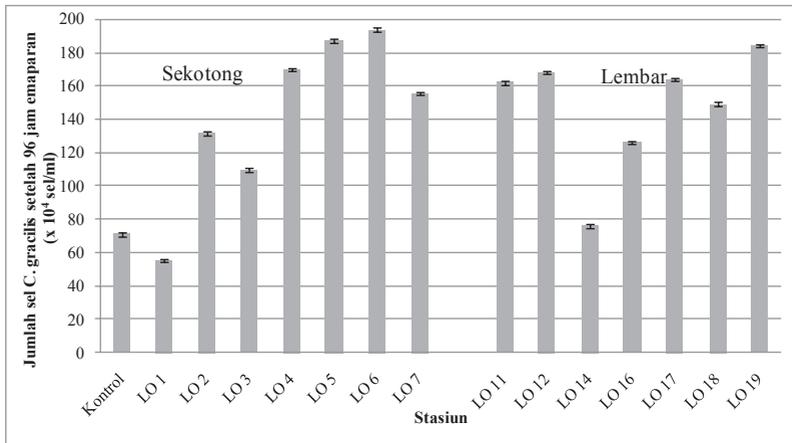
Secara umum, sebagian besar wilayah Lombok Barat, baik di Sekotong maupun Lembar, masih menunjukkan stimulasi pertumbuhan fitoplankton (Gambar 5.2). Artinya, ada peningkatan jumlah sel *C. gracilis* setelah dipaparkan dengan sedimen selama 96 jam (Gambar 5.3). Kondisi abnormal dijumpai di stasiun L01, berupa penghambatan pertumbuhan dan di stasiun L14 (Gambar 5.2), berupa kondisi pertumbuhan fitoplankton yang tidak optimal dibandingkan kondisi normal (kontrolnya). Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi sedimen setempat yang dipengaruhi berbagai faktor, seperti curah hujan, buangan kontaminan dari daratan, arah dan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Ket.: Respons fitoplankton dapat berupa stimulasi pertumbuhan (nilai positif) ataupun penghambatan pertumbuhan (nilai negatif) dari *C. gracilis*.

Gambar 5.2 Respons Fitoplankton *C. gracilis* terhadap Pemaparan Sedimen yang Diambil dari Tiap Stasiun



Ket.: Sebagian besar menunjukkan peningkatan pertumbuhan dibandingkan jumlah sel pada kontrolnya (n = 3)

Gambar 5.3 Jumlah Sel Rata-rata *C. gracilis* Hasil Pemaparan Sedimen Lombok Barat

pola arus yang mengakibatkan pengadukan sedimen, dan terlepasnya komponen-komponen dalam sedimen termasuk kontaminan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan berkala pada setiap musim untuk dapat memastikan status dan pengaruh sedimen terhadap fitoplankton secara menyeluruh.

Pertumbuhan fitoplankton selama pemaparan di laboratorium sangat bergantung pada komposisi sedimen yang diuji. Adapun komposisi sedimen di suatu lokasi sangat dipengaruhi oleh kandungan kontaminan dalam sedimen dan air. Pengadukan dan turbulensi dapat menyebabkan lepasnya kontaminan dalam sedimen serta memengaruhi kolom air dan organisme yang hidup di dalamnya, seperti fitoplankton. Kadar logam berat (Cd, Cu, Pb, Zn, dan Hg) dan pestisida organoklorin terlarut di Sekotong dan Lembar pada 2012 masih memenuhi baku mutu air laut untuk biota laut tahun 2004 dari KMNLH. Konsentrasi logam Cu, Pb, dan Cd dalam sedimen juga masih berada di bawah baku mutu, sedangkan logam Hg dan Zn melewati ambang batas yang ditetapkan oleh Selandia Baru dan Kanada (Lestari dkk., 2012).

Nilai IC_{50} 96 jam merkuri terhadap *Odontella mobiliensis* Bailey yang telah diteliti oleh Veerapandiyam dkk. (2012) adalah sebesar 28,59 $\mu\text{g/L}$. Nilai ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi merkuri 28,59 $\mu\text{g/L}$, populasi diatom akan berkurang sebanyak 50%-nya. Konsentrasi merkuri terlarut di Lombok berkisar antara 1,2–1,7 $\mu\text{g/L}$, tetapi di dalam sedimen sudah mencapai 0,3–0,45 mg/L di beberapa lokasi (Lestari dkk., 2012). Ditinjau dari sifat *C. gracilis* yang bersifat planktonik, tergantung arus, dan lebih banyak berinteraksi di kolom air, kadar merkuri terlarut tentu lebih besar pengaruhnya dibandingkan kadar merkuri dari sedimen. Pengadukan sedimen dapat menyebabkan lepasnya partikel merkuri dalam sedimen yang berpotensi meningkatkan kadar merkuri terlarut. Pada penelitian ini kadar merkuri terlarut di air belum memengaruhi pertumbuhan diatom, *C. gracilis*.

Selain itu, hasil analisis parameter *in situ* meliputi kecerahan, kekeruhan, suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut di lokasi yang sama masih menunjukkan kondisi alami. Konsentrasi amoniak, fosfat, dan detergen dalam air laut masih berada di bawah baku mutu, sedangkan nitrat telah melewati baku mutu air laut berdasarkan KMNLH No. 51 Tahun 2004 (Lestari dkk., 2012). Nitrat sebagai salah satu faktor pembatas kelimpahan fitoplankton, juga terukur tinggi di daerah ini. Faktor penyumbang nitrat ke badan perairan dapat berasal dari penggunaan *fertilizer* (pupuk) dalam kegiatan budi daya. Ancaman yang dapat terjadi adalah pengayaan nutrien yang berasal dari penguraian bahan organik yang tinggi. Di dalam penelitian yang sama juga ditemukan foraminifera, *Ammonia beccarii* di daerah Lembar yang memperkuat terjadinya pengayaan nutrien di Lombok Barat. *A. beccarii* merupakan jenis yang ditemukan secara luas di perairan yang telah mengalami eutrofikasi, contohnya Teluk Jakarta (Lestari dkk., 2012). Ancaman yang dapat terjadi dari eutrofikasi adalah turunnya kadar oksigen terlarut (*hypoxia*) yang dapat menyebabkan kematian hewan-hewan budi daya.

C. PENUTUP

Hasil pemaparan sedimen Lombok Barat di laboratorium menunjukkan efek positif berupa penambahan jumlah sel dalam 96 jam pemaparan, artinya fitoplankton *C. gracilis* masih dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi sedimen tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan bahan-bahan dalam sedimen belum memengaruhi pertumbuhan *C. gracilis* dalam penelitian ini. Dengan demikian, ketersediaan fitoplankton sebagai produsen perairan dan sumber pakan alami bagi biota masih terpenuhi. Selain itu, Sekotong dan Lembar masih dapat dikembangkan menjadi kawasan budi daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., Puspitasari, R., & Miyazaki, N. (2012). Heavy metals contamination in Indonesian coastal marine ecosystem: A historical perspective. *Journal Coastal Marine Research*, 35(1), 227–233.
- Aunurohlim, D. S., Saptarini, D., & Yanthi, D. (2008). *Fitoplankton penyebab harmful algae blooms (HABs) di Perairan Sidoarjo*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- ASTM. (2006). *Standard guide for conducting 10-day static sediment toxicity tests with marine and estuarine amphipods*. ASTM E 1367-03. West Conshohocken, PA, USA: American Society for Testing and Materials.
- Berard, A. (1996). Effect of organic four solvents on natural phytoplankton assemblages: Consequences for ecotoxicological experiments on herbicides. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 57, 183–190.
- Canadian Council Ministry of the Environment (CCME). (1995). Protocol for derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. *Report CCME-EPC 98 E*. Ottawa: Environmental Canada.
- Hindarti, D., Arifin, Z., Puspitasari, R., & Rochyatun, E. (2008). Sediment contaminants and their toxicity in Kelabat Bay, Bangka Belitung Province, Indonesia. *Mar. Res. in Indonesia*, 33(1), 203–212.
- Hindarti, D., Puspitasari, R., & Arifin, Z. (2010). Preliminary study the response of amphipod, *Grandidierella sp.* to contaminated sediment of Jakarta Bay. *Mar. Res. in Indonesia*, 35(2), 31–37.
- KMNLH. (2004). Keputusan Menteri Negara dan Lingkungan Hidup No. 51 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Kehidupan Biota Laut.
- Lestari, Rositasari, R., Fahmi, Munawir, K., & Puspitasari, R. (2012). Identifikasi kualitas lingkungan untuk menunjang budi daya biota laut di Perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat. Laporan kegiatan insentif perekayasa DIKTI. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Puspitasari, R. & Hindarti, D. (2009). Korelasi antara logam berat dalam sedimen dan toksisitasnya terhadap diatom, *Chaetoceros gracilis*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 35(2), 131–149.
- Puspitasari, R. (2011a). Aspek toksisitas sedimen Pesisir Cirebon terhadap abnormalitas larva kerang hijau *Perna viridis*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37(2), 235–245.

- Puspitasari, R. (2011b). Uji toksisitas sedimen Cirebon terhadap pertumbuhan diatom planktonik *Chaetoceros gracilis*. *Segara*, 7(1), 57–64.
- Panggabean, L. M. G. (1997). *Toxicity of hexavalent chromium and cadmium to green mussels (Perna viridis) embryo*. Pp. X-38-43. Dalam G. A. Vigers, K. S. Ong, C. McPherson, N. Millson., I. Watson, & A. Tang (Ed.), *ASEAN Marine Environmental Management: Quality Criteria and Monitoring for Aquatic Life and Human Health Protection*. Prosiding untuk ASEAN-Canada Technical Conference on Marine Science (24–28 Juni 1996), Penang, Malaysia. EVS Environment Consultants, North Vancouver and Departement of Fisheries Malaysia.
- Setyono, D. E. (2010). Potensi pengelolaan dan pemanfaatan kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil di Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Disampaikan pada acara wisuda sarjana XXIII Universitas 45 Mataram*, Rabu, 29 Desember 2010.
- Veerapandiyan, N., Karthikeyan, P., Manimaran, K., Ashokkumar, S., Sampathkumar, P., & Ashokprabu, V. (2012). Toxicity of mercury on marine diatom, *Odontella Mobiliensis* Bailey. *Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research*. Issue 2, 2, 140–147.

BAB VI

DISTRIBUSI LOGAM BERAT TERLARUT DI PERAIRAN LOMBOK BERDASARKAN PERBEDAAN AKTIVITAS ANTROPOGENIK

Fitri Budiyanto

A. PENDAHULUAN

Aktivitas antropogenik merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan perairan (Widajanti dkk., 2004; Rochyatun & Rozak, 2007; Elliot & Quintino, 2007). Salah satu aktivitas antropogenik adalah pembuangan limbah berbahaya seperti logam berat (Lestari & Edward, 2004). Logam berat dapat masuk ke perairan laut melalui berbagai cara. Pembuangan langsung bahan yang mengandung logam berat ataupun *input* dari sungai menjadi faktor penting yang memengaruhi kelimpahan logam berat di perairan (Adams, 2010). Logam seperti merkuri ataupun timbal dapat masuk ke perairan melalui deposisi logam dari atmosfer ke permukaan air laut ataupun presipitasi melalui air hujan (Gutierrez-Galindo dkk., 2007; Luoma & Rainbow, 2008). Jarak perairan dengan pusat aktivitas antropogenik akan berpengaruh pada kelimpahan logam dalam perairan. Semakin dekat perairan dengan pusat aktivitas, semakin tinggi konsentrasi logam yang akan dihasilkan (Edwards dkk., 2001).

Dalam lingkungan perairan, logam berat dapat berada di fase terlarut dalam air, terserap dalam *suspended particle* ataupun terikat

dalam sedimen (Canli & Atli, 2003). Dalam fase terlarut, logam berat dapat terserap ke dalam tubuh organisme melalui permukaan kulit, baik melalui organ pernapasan seperti insang ikan, maupun melalui serapan di organ pencernaan (Luoma & Rainbow, 2008). Masuknya logam berat ke dalam tubuh organisme ini bergantung pada jenis logam tersebut. Selain itu, tingkat toksisitas logam berat dipengaruhi oleh banyak faktor. Selain spesiasi logam, kondisi fisika-kimia seperti pH dan salinitas memengaruhi tingkat toksisitas logam (Eggleton & Thomas, 2004).

Logam berat memiliki karakter unik, yaitu dapat mengalami bioakumulasi dalam tubuh organisme dan biomagnifikasi ke rantai makanan (Turkmen dkk., 2005). Karakter ini menyebabkan predator yang berada di tingkat tropik paling atas berpotensi memiliki konsentrasi logam berat yang tinggi (Romeo dkk., 1999). Mekanisme ini akan berdampak besar pada manusia sebagai konsumen tingkat atas yang menjadikan makanan laut sebagai bagian dari diet hariannya (Dural dkk., 2007).

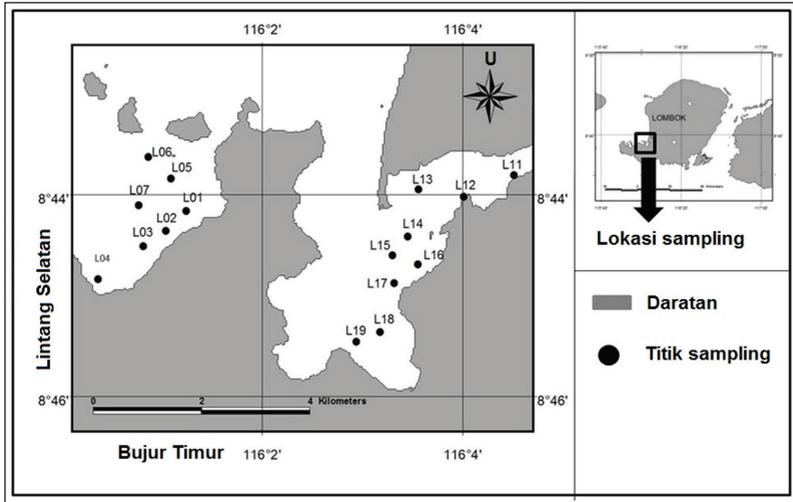
Perairan Lombok menyimpan banyak potensi luar biasa yang dapat digali, seperti di bidang pariwisata dan budi daya perikanan. Selain pariwisata dan budi daya, Lombok juga memiliki kekayaan mineral seperti emas (BPS, 2012). Meskipun demikian, berdasarkan pemantauan di lapangan, penambangan emas masih dilakukan secara tradisional dan sporadis oleh masyarakat. Pengelolaan limbah buangan hasil pemurnian emas ini menjadi perhatian dalam kesehatan lingkungan. Penambangan tradisional tersebut ditengarai masih menggunakan merkuri dalam proses amalgamasi emas, sedangkan limbah yang masih banyak mengandung merkuri langsung dibuang ke perairan tanpa melewati pengolahan lebih dulu. Metode penambangan ini dikhawatirkan merusak perairan. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui distribusi logam berat merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) terlarut di perairan Lombok, kemudian menilai status kesehatan perairan ditinjau dari parameter logam tersebut.

Logam Cd dan Pb dipilih sebagai parameter yang diukur karena lokasi aktivitas antropogenik, seperti pelabuhan dan perkotaan, ditemukan di perairan Lombok bagian barat. Logam Cd dan Pb secara alami ada dalam bahan bakar minyak. Dalam pembakaran bahan bakar tersebut logam berat akan dilepaskan ke lingkungan (Darmono, 1995). Penambangan emas tradisional yang banyak di perairan Lombok berpotensi memberikan masukan logam Hg yang tinggi ke perairan sehingga distribusi ketiga logam tersebut perlu diketahui.

Pengambilan sampel air laut untuk pengukuran logam berat Hg, Cd, dan Pb dilakukan pada bulan April 2012. Sampel air laut diambil sebanyak satu kali di setiap stasiun, kecuali beberapa titik diambil dua kali sebagai duplikasi. Area pengambilan sampel air laut dibagi menjadi dua lokasi dan penentuan titik pengambilan sampel menggunakan *global positioning system* (GPS). Area pengambilan sampel tersebut adalah

- 1) Teluk Sekotong mewakili area perairan Lombok bagian barat. Secara geografis area penelitian dibatasi pada posisi $8^{\circ}43'38''$ LS s.d. $8^{\circ}44'51''$ LS dan $116^{\circ}0'40''$ BT s.d. $116^{\circ}1'33''$ BT. Sebanyak 7 titik pengambilan sampel dipilih di area ini, mulai dari L01–L07 (Gambar 6.1). Area ini digunakan masyarakat untuk area budi daya dan area perikanan tangkap. Akan tetapi, di area ini masyarakat juga melakukan penambangan emas tradisional.
- 2) Pelabuhan Lembar berada di sebelah timur Teluk Sekotong dan area penelitian dibatasi pada $8^{\circ}43'49''$ LS s.d. $8^{\circ}45'28''$ LS dan $116^{\circ}3'15''$ BT s.d. $116^{\circ}4'49''$ BT. Pengambilan sampel air laut dilakukan di 9 titik, mulai dari L11–L19 (Gambar 6.1). Area ini lebih berfungsi sebagai area pelabuhan, tetapi pengamatan di lapangan menunjukkan masih aktifnya perikanan tangkap di area ini, dibuktikan dengan masih banyaknya bagan.

Sampel air laut dikoleksi menggunakan *van dorn water sampler*. Satu liter air laut disaring menggunakan kertas saring *whatmann* ukur-



Gambar 6.1 Area Pengambilan Sampel Air Laut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar

an pori 0,45 μm . Kemudian filtrat yang didapat dipisah menjadi dua bagian, setengah liter untuk analisis merkuri dan sisanya untuk analisis Cd dan Pb. Selama di lapangan, air laut yang akan digunakan untuk pengujian merkuri ditambahi larutan $\text{KMnO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$, sedangkan air laut untuk analisis Cd dan Pb diasamkan dengan HNO_3 hingga pH kurang dari 2.

Analisis Hg terlarut mengadopsi metode SNI 19-6964.2-2003. Sampel air laut didestruksi dengan $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-HNO}_3\text{-KMnO}_4\text{-K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ dengan pemanasan di atas *water bath* pada suhu 90°C. Pengukuran sampel menggunakan alat *Flame Atomic Absorption Spectrophotometer* merk SpectrAA 20 yang direduksi dengan SnCl_2 . Untuk menjamin proses analisis, semua alat yang digunakan direndam dalam HNO_3 (1:1) selama 24 jam, kemudian dibilas dengan air suling.

Air laut untuk analisis Cd dan Pb diekstraksi menggunakan bahan kimia organik dan anorganik. Sebanyak 250 ml air laut pada pH 3 yang telah ditambah 2,5 ml APDC (amonium pirolidin ditiokarbamat) 4% dan 25 ml MIBK (metil isobutil keton) dikocok

selama 5 menit. Fase organik yang terpisah dibilas dengan 10 ml akuades. Setelah terpisah, fase organik ditambah 0,25 ml HNO₃ pekat dan 9,75 ml akuades. Logam berat dalam fase anorganik dianalisis menggunakan FAAS Varian spectrAA 20 dengan nyala campuran udara-asetilen. Semua peralatan gelas dan polietilen yang digunakan selama proses analisis direndam dalam HNO₃ (1:1) selama 24 jam sebelum digunakan (Magnusson & Westerlund, 1981; Standard Methods, 1992).

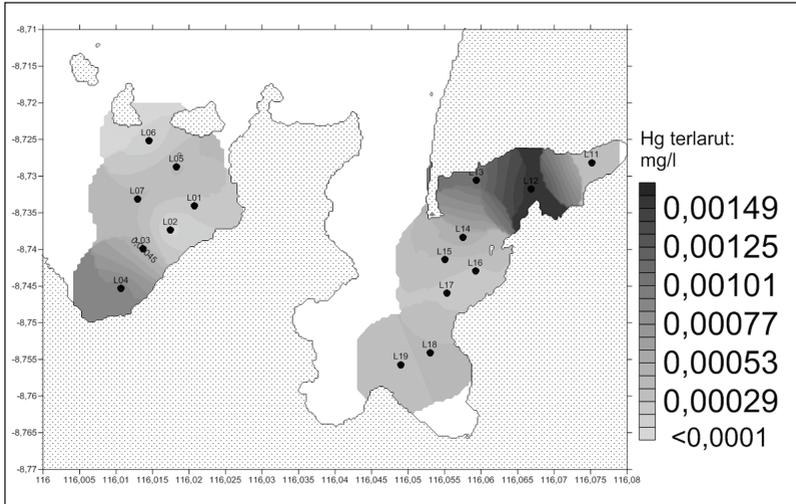
B. KONSENTRASI DAN PENYEBARAN

1. Distribusi Hg terlarut

Distribusi merkuri terlarut sangat variatif dengan konsentrasi tertinggi ditunjukkan di Pelabuhan Lembar (0,0016 mg/l). Konsentrasi Hg terlarut di Pelabuhan Lembar berada di kisaran 0,0003 mg/l hingga 0,0016 mg/l. Sementara itu, Teluk Sekotong menunjukkan konsentrasi Hg terlarut paling rendah, yaitu berada pada kisaran <0,0001 mg/l hingga 0,0009 mg/l.

Distribusi Hg terlarut di Teluk Sekotong menunjukkan pola yang disebabkan oleh pengaruh daratan (Gambar 6.2). Area yang berada di dekat daratan cenderung memiliki konsentrasi Hg terlarut yang tinggi, terutama di bagian selatan. Aktivitas penambangan emas tradisional aktif di area ini sehingga masukan merkuri yang merupakan limbah dari penambangan memengaruhi pola distribusi di area ini. Pengaruh daratan terhadap kenaikan konsentrasi Hg di estuari juga diamati oleh Navarro dkk. (2012) di Bach Dang Estuari, Vietnam. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Brewer dkk. (2012), limbah hasil penambangan emas berpengaruh pada komunitas pelagis lokal, tetapi tidak banyak memengaruhi kelimpahan dan biodiversitas pada jaring makanan lokal.

Hg terlarut terkonsentrasi di dalam area Pelabuhan Lembar (Gambar 6.2), dan konsentrasi di area pelabuhan ini mengindikasikan

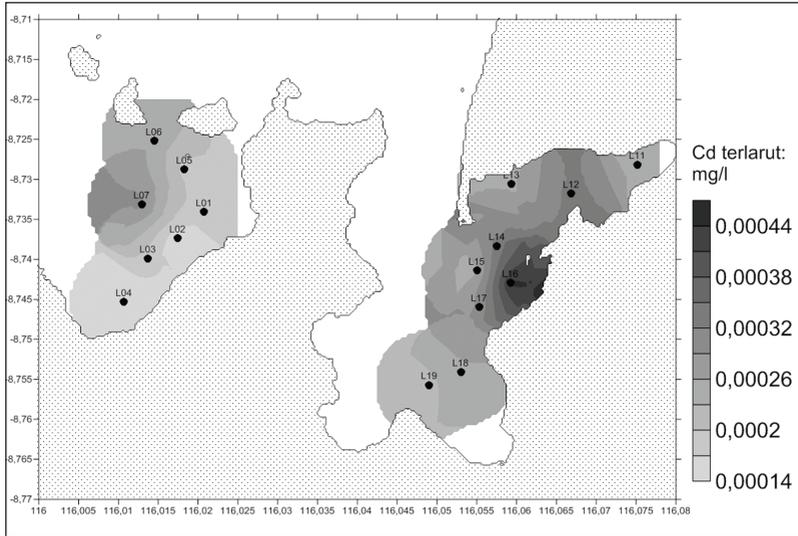


Gambar 6.2 Distribusi Hg Terlarut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar

adanya akumulasi Hg akibat aktivitas pelabuhan. Pelabuhan Lembar ini merupakan teluk semi tertutup dan tidak ditemukan adanya sungai besar yang bermuara ke dalamnya sehingga efek pengenceran dari massa air laut kemungkinan kecil di dalam pelabuhan. Hg merupakan unsur yang ada dalam bahan bakar minyak dengan kadar yang relatif tinggi. Menurut Darmono (1995), kadar Hg dalam minyak mentah adalah sebesar 0,014–30 mg/kg, sedangkan kadar Hg dalam batu bara lebih rendah dari 1,6 mg/kg.

2. Distribusi Cd terlarut

Kadmium terlarut terdistribusi hampir merata di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar. Nilai kadmium terlarut di Teluk Sekotong berada pada angka 0,00014 mg/l hingga 0,0003 mg/l. Di Pelabuhan Lembar kadmium terlarut menunjukkan nilai lebih tinggi daripada nilai kadmium di Teluk Sekotong, yaitu 0,00022–0,00044 mg/l.



Gambar 6.3 Distribusi Kadmium Terlarut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar

Kadmium terlarut di Teluk Sekotong terkonsentrasi di bagian luar teluk, sedangkan bagian teluk yang berdekatan dengan daratan menunjukkan konsentrasi kadmium terlarut yang rendah (Gambar 6.3). Aktivitas pelayaran di Teluk Sekotong ini rendah, sedangkan daratan di sekitar Teluk Sekotong tidak menunjukkan kegiatan yang dapat memberikan masukan kadmium secara berlebih ke perairan. Kadmium di perairan dapat berasal dari pelapukan batuan ataupun pembakaran bahan bakar fosil (Ayres dkk., 2003). Sisi luar Teluk Sekotong menunjukkan konsentrasi yang relatif tinggi dibandingkan konsentrasi dalam teluk. Hal ini disebabkan dekatnya area terluar dengan jalur pelayaran kapal-kapal yang akan masuk ke Pelabuhan Lembar. Dari pengamatan di lapangan, kapal-kapal besar berlabuh di bagian luar teluk, sedangkan bagian dalam teluk hanya digunakan untuk kapal-kapal nelayan kecil. Jika dilihat dari sumbernya, bagian luar pelabuhan akan berpotensi terpapar bahan pencemar lebih tinggi dibandingkan dalam teluk. Distribusi bahan pencemar oleh arus air

Buku ini tidak diperjualbelikan.

perlu dipaparkan untuk mengetahui pola sebaran bahan pencemar. Konsentrasi bahan pencemar berkorelasi positif dengan jarak dari sumber pencemar (Hyun dkk., 2007).

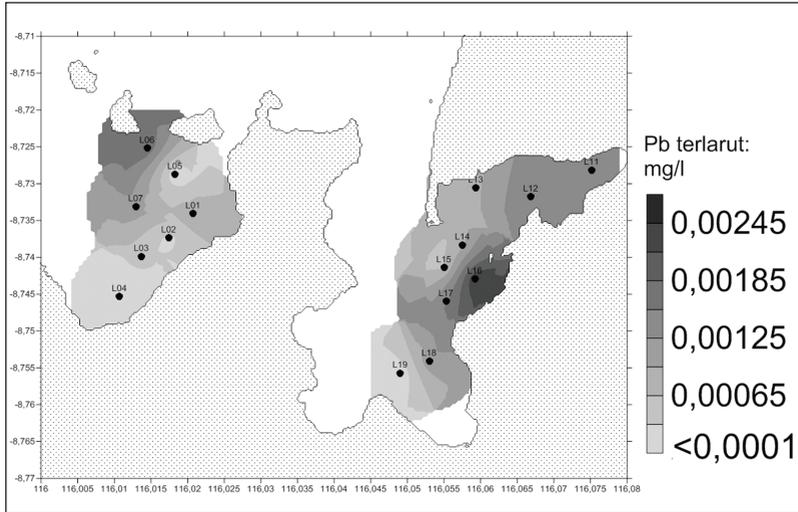
Area Pelabuhan Lembar menunjukkan konsentrasi kadmium terlarut yang relatif tinggi dibandingkan konsentrasi kadmium di Teluk Sekotong. Kadmium terlarut lebih terkonsentrasi di sisi luar Pelabuhan Lembar dibandingkan di dalam pelabuhan (Gambar 6.3) akibat akumulasi kadmium di area tersebut. Kadmium ini ditengarai berasal dari kapal-kapal yang berlabuh di sekitar Pelabuhan Lembar. Kadmium secara alami ada dalam bahan bakar minyak ataupun batu bara dan pembakaran bahan bakar ini akan melepaskan kadmium ke perairan (Hogan, 2011).

Kadmium banyak digunakan untuk baterai nikel-kadmium (Hogan, 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Metzger dkk. (2007) menunjukkan bahwa konsentrasi kadmium dalam kolom air laut di perairan dangkal tidak menunjukkan diferensiasi yang nyata. Menurut Agency for Toxic Substances & Disease Registry (2011c), semua tanah dan batuan termasuk batu bara dan pupuk mengandung kadmium. Kadmium banyak digunakan dalam produksi seng, timbal, dan tembaga. Selain itu, kadmium banyak digunakan untuk baterai, pigmen, pelapis logam, dan plastik.

3. Distribusi Pb terlarut

Pb terlarut merupakan logam yang terdistribusi dengan rentang konsentrasi paling lebar dibandingkan Hg ataupun Cd. Pb terlarut di Teluk Sekotong berkisar antara $< 0,0001$ mg/l hingga $0,0018$ mg/l. Pelabuhan Lembar menunjukkan rentang konsentrasi Pb yang paling lebar, yaitu berada di antara $< 0,0001$ mg/l dan $0,0024$ mg/l.

Pb terlarut di Teluk Sekotong terkonsentrasi di bagian terluar teluk, sedangkan bagian teluk yang berdekatan dengan daratan memiliki konsentrasi yang rendah (Gambar 6.4). Pola distribusi ini mengindikasikan bahwa Pb terlarut di Teluk Sekotong tidak berasal



Gambar 6.4 Distribusi Pb Terlarut di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar

dari daratan. Bagian terluar Teluk Sekotong berdekatan dengan jalur pelayaran ke Pelabuhan Lembar. Boleh jadi, sumber Pb terlarut ini berasal dari kapal-kapal yang lewat. Pb dapat berasal dari minyak bumi dan pembakaran bahan bakar minyak ataupun tumpahan minyak dapat memberikan masukan Pb ke perairan.

Pelabuhan Lembar menunjukkan pola distribusi Pb terlarut yang mirip dengan Cd terlarut. Pb terlarut terkonsentrasi di bagian luar pelabuhan (Gambar 6.4). Kapal-kapal besar berlabuh di bagian luar teluk, sedangkan bagian dalam teluk hanya dipergunakan untuk kapal-kapal nelayan kecil sehingga bagian luar teluk berpotensi terpapar bahan pencemar lebih tinggi dibandingkan dalam teluk. Distribusi bahan pencemar oleh arus air perlu dipaparkan untuk mengetahui pola sebaran bahan pencemar. Aktivitas pelabuhan seperti bongkar muat kapal, tumpahan minyak bakar, dan *ballast water* memberikan masukan Pb ataupun Cd ke perairan yang menyebabkan area tersebut tercemar (Hasan dkk., 2013). Area luar Pelabuhan Lembar ini menjadi tempat akumulasi Pb terlarut meskipun bagian dalam

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pelabuhan juga mengindikasikan konsentrasi Pb terlarut yang relatif tinggi. Kawasan pelabuhan seperti Pelabuhan Bakar, Kroasia, sering tercemar akibat polutan logam berat (Popadic dkk., 2013). Timbal banyak digunakan dalam baterai, produk-produk logam, bahan bakar minyak, keramik, cat dinding, dan pipa (Agency for Toxic Substances & Disease Registry, 2011b).

C. STATUS KUALITAS PERAIRAN LOMBOK BERDASAR PARAMETER LOGAM Hg, Cd, DAN Pb

Penilaian kualitas perairan Lombok menggunakan indeks polusi yang dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (Kepmen LH No. 51 Tahun 2004). Nilai indeks polusi ini dihitung berdasarkan perbandingan konsentrasi logam yang terukur dengan baku mutu. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan formula berikut ini.

$$[PI_j] = \sqrt{\frac{(Ci / Lij)^2 m + (Ci / Lij)^2 R}{2}}$$

Keterangan:

PI_j : indeks polusi

Ci : merupakan konsentrasi logam yang terukur

Lij : merupakan konsentrasi logam yang tercantum dalam baku mutu

m : mengindikasikan nilai maksimum

R : mengindikasikan nilai rerata

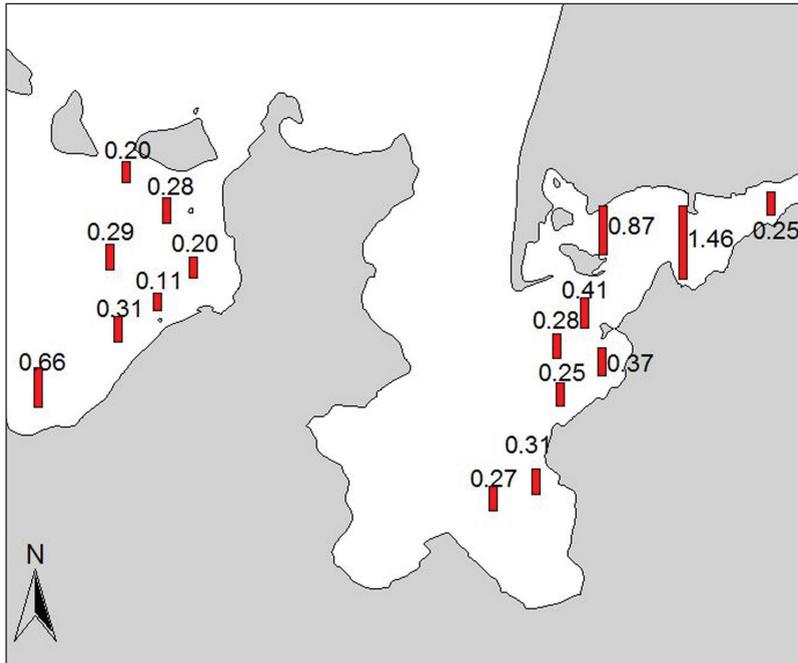
Nilai yang didapat dapat diinterpretasikan seperti dalam Tabel 6.1.

Teluk Sekotong dapat dikategorikan berada dalam keadaan tidak terpolusi dengan nilai indeks polusi berada di bawah 1 di semua titik pengamatan (Gambar 6.5). Nilai indeks polusi tertinggi di area ini ditemukan di titik observasi paling selatan, dekat daratan. Konsentrasi Hg terlarutlah yang menyebabkan nilai indeks polusi di titik ini relatif tinggi dibandingkan nilai indeks polusi titik lain. Sementara itu,

Tabel 6.1 Intepretasi Nilai Indeks Polusi

Nilai	Interpretasi
0–1	Tidak terpolusi
1–5	Polusi ringan
5–10	Polusi sedang
>10	Polusi berat

Sumber: KMN LH, 2004



Gambar 6.5 Indeks Polusi di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar

Pelabuhan Lembar didominasi oleh keadaan tidak tercemar, hanya satu stasiun yang berada dalam kategori tercemar ringan (Gambar 6.5). Hg terlarut yang relatif tinggi (0,0016 mg/l) di dalam area pelabuhan menyebabkan indeks polusi di titik observasi ini tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pengaruh timbal dan kadmium terhadap tubuh hampir sama, yaitu gangguan kardiovaskuler (jantung dan pembuluh darah), gangguan perkembangan organ (pada individu yang masih tumbuh), gangguan saraf pusat dan organ pembuangan (ginjal dan urinari sistem) serta gangguan reproduksi (Agency for Toxic Substances & Disease Registry, 2011c). Selain itu, timbal dapat mengganggu pembentukan darah (Agency for Toxic Substances & Disease Registry, 2011b). Sementara itu, menurut Agency for Toxic Substances & Disease Registry/ATSDR (2011a), keracunan merkuri dapat menyebabkan gangguan perkembangan organ, gangguan penglihatan, masalah digestif, kerusakan neurologi, dan kerusakan sistem pembuangan (ginjal dan sistem urinari).

D. PENUTUP

Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar menunjukkan distribusi Hg, Cd, dan Pb terlarut yang bervariasi. Hg menunjukkan pola distribusi yang paling berbeda, aktivitas daratan mengindikasikan pengaruh yang besar ditandai dengan tingginya konsentrasi Hg terlarut di dekat daratan. Cd dan Pb terlarut menunjukkan pola distribusi yang hampir sama. Meskipun tidak dipengaruhi oleh aktivitas dari daratan, aktivitas manusia seperti pelayaran dan pelabuhan tampak memberikan pengaruh pada pola distribusi.

Teluk Sekotong dapat digolongkan pada kondisi tidak tercemar dan Pelabuhan Lembar sebagian besar berada pada kondisi tidak tercemar, yaitu hanya satu titik observasi di setiap area (Pelabuhan Lembar dan Teluk Kombal) yang berada pada kondisi polusi ringan. Pengaruh konsentrasi Hg terlarut mendominasi status mutu perairan di ketiga area tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, D. H. (2010). Mercury in wahoo, *Acanthocybium solandri*, from offshore waters of the Southeastern United States and the Bahamas. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 139–151.
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry. (2011a). Mercury. Dari www.atsdr.cdc.gov, diakses 6 Juni 2014.
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry. (2011b). Lead. Dari www.atsdr.cdc.gov, diakses 6 Juni 2014.
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry. (2011c). Cadmium. Dari www.atsdr.cdc.gov, diakses 6 Juni 2014.
- American Public Health Association, American Public Works Association Water Environment Federation. (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. USA: American Public Health Association, American Public Works Association Water Environment Federation.
- Ayres, R. U., Ayres, L., & Rade, I. (2003). *The life cycle of copper, its coproducts and byproducts*. Netherland: Springer.
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Lombok Barat dalam Angka*. Lombok Barat: Badan Pusat Statistik Kabupaten.
- Brewer, D. T., Morello, E. B., Griffiths, S., Fray, G., Heales, D., Apte, S. C. ... Richardson, A. J. (2012). Impacts of gold mine waste disposal on a tropical pelagic ecosystem. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 2.790–2.806.
- Canli, M., & Atli, G. (2003). The relationships between metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121, 129–136.
- Darmono. (1995). *Logam dalam sistem biologi makhluk hidup*. Jakarta: UI Press.
- Dural, M., Goksu, M. Z. L., & Ozak, A. A. (2007). Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla Lagoon. *Food Chemistry*, 102, 415–421.
- Edwards, J. W., Eyvane, K. S., Boxall, V. A., Hamann, M., & Soole, K. L. (2001). Metal levels in seston and marine fish flesh near industrial and metropolitan centres in South Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 389–396.

- Eggleton, J., & Thomas, K. V. (2004). A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environmental International*, 30, 973–980.
- Elliot, M., & Quintino, V. (2007). The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 640–645.
- Gutierrez-Galindo, E. A., Munez-Barbosa, A., Daessle, L. W., Macias-Zamora, J. V., & Segovia-Zavala, J. A. (2007). Sources and factors influencing the spatial distribution of heavy metals in a coastal lagoon adjacent to the San Quintin Volcanic Field, Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1.962–1.989.
- Hasan, A. B., Kabir, A., Reza, A. H. M. S., Zaman, M. N., Ahsan, M. A., Akbor, M. A., & Rashid, M. M. (2013). Trace metals pollution in seawater and groundwater in the ship breaking area of Sitakund Upazilla, Chittagong, Bangladesh. *Marine Pollution Bulletin*, 71, 317–324.
- Hogan, C. M. (2011). Cadmium. Dari <http://www.eoearth.org/article/Cadmium>, diakses 13 Desember 2011.
- Hyun, S., Lee, C. H., Lee, T., & Choi, J. W. (2007). Anthropogenic contributions to heavy metal distribution in the surface sediments of Masan Bay, Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1.031–1.071.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2004). *Himpunan peraturan di bidang pengelolaan lingkungan hidup dan penegakan hukum lingkungan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Lestari & Edward. (2004). Dampak pencemaran logam berat terhadap kualitas air laut dan sumber daya perikanan (Studi kasus kematian massal ikan-ikan di Teluk Jakarta). *Makara Sains*, 8, 52–58.
- Luoma & Rainbow. (2008). *Metal contamination in aquatic environments: Science and Lateral Management*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Magnusson, B., & Westerlund, S. (1981). Solvent extraction procedures combined with back-extraction for trace metal determinations by atomic absorption spectrophotometry. *Analytica Chimica Acta*, 131, 63–72.
- Metzger, E., Simonucci, C., Viollier, E., Sarazin, G., Prevot, F., Poulichet, F. E. ... & Jezequel, D. (2007). Influence of diagenetic processes in thau lagoon on cadmium behaviour and benthic fluxes. *Estarine, Coastal and Shelf Science*, 72, 497–510.

- Navarro, P., Amouroux, D., Thanh, N. D., Rochelle-Newall, E., Ouillon, S., Arfi, R., Van, T. C., Mari, X., & Torreton, J. P. (2012). Fate and tidal transport of butyltin and mercury compounds in the waters of the tropical bach dang estuary (Haiphong, Vietnam). *Marine Pollution Bulletin*, 64, 1.789–1.798.
- Popadic, A., Vidovic, J., Cosovic, V., Medakovic, D., Dolenc, M., & Felja, I. (2013). Impact evaluation of the industrial activities in the Bay of Bakar (Adriatic Sea, Croatia): Recent benthic foraminifera and heavy metals. *Marine Pollution Bulletin*, 76, 333–348.
- Rochyatun, E., & Rozak, A. (2007). Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains*, 11, 28–36.
- Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z., & Gnassia-Barelli, M. (1999). Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *The Science of the Total Environment*, 232, 169–175.
- SNI 19-6964.2-2003. (2003). *Kualitas Air Laut-Bagian 2: Cara uji merkuri (Hg) secara cold vapour dengan spektrofotometer serapan atom atau mercury analyzer*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standard Methods. (1992). Standard Methods for The Examination of water and Wastewater. American Public Health Association, American Public Works Association Water Environment Federation, USA, p: 3–15.
- Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y., & Akyurt, I. (2005). Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 91, 167–172.
- Widajanti, L., Girsang, R., & Pradigdo, S.F. (2004). Studi keamanan pangan kimiawi dari logam berat timbal pada *Euthynnus* sp. di Perairan Semarang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 3, 66–68.

BAB VII

KONSENTRASI LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN DI PERAIRAN LOMBOK BARAT

Lestari

A. PENDAHULUAN

Kabupaten Lombok Barat di Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu wilayah pesisir yang memiliki potensi sumber daya alam yang cukup besar. Dalam satu dekade terakhir, pemanfaatan kawasan ini cukup intensif sehingga terjadi degradasi lingkungan (Bappeda Kabupaten Lombok Barat, 2014).

Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, dan Teluk Komba merupakan lokasi budi daya dalam skala kecil dan sedang. Budi daya utama di wilayah ini adalah pembesaran ikan kerapu dan kerang mutiara, tetapi sepanjang pesisir pantai Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar digunakan untuk pencucian emas dari tambang rakyat yang tidak resmi.

Logam berat telah dibuang ke sistem perairan sebagai hasil perkembangan industri, pertanian, dan perkotaan sehingga kontaminasi logam berat menjadi masalah serius ekosistem laut di seluruh dunia (Pekey, 2006). Logam berat merupakan salah satu polutan serius di lingkungan karena masalah toksisitas, daya tahan, dan bioakumulasinya. Arsen (As), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) dikla-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sifikasikan sebagai polutan prioritas karena logam ini tidak digunakan untuk aktivitas metabolisme dan dapat menjadi racun meskipun pada konsentrasi sangat rendah (Ye dkk., 2012). Seng atau *zinc* (Zn) secara biologis penting, tetapi identifikasi sumber kontaminasi Zn dan perilakunya dalam sistem alam juga diperlukan karena logam Zn memiliki potensi menjadi racun bagi biota di atas nilai ambang tertentu (Ye dkk., 2012).

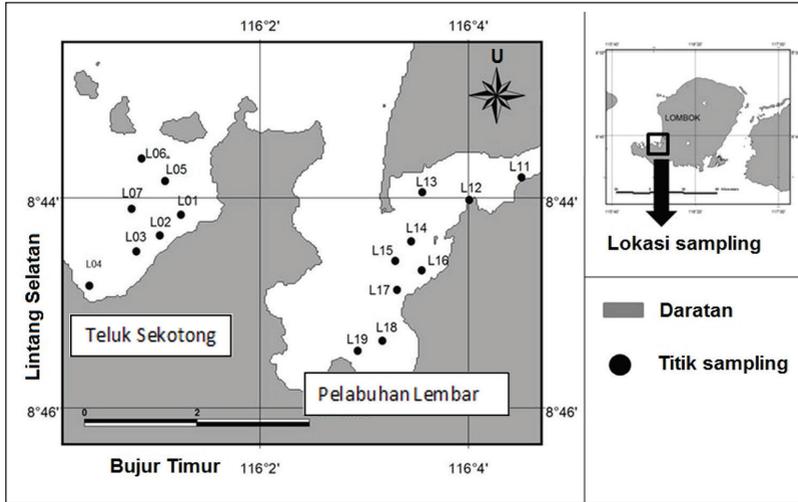
Sedimen laut merupakan tempat pengendapan kontaminan yang terbawa dari daratan. Sedimen dapat menjadi indikator untuk memantau kontaminan dalam lingkungan perairan (Balls dkk., 1997). Logam berat dapat terakumulasi dalam sedimen, antara lain melalui buangan limbah cair, limpasan dari daratan, dan lepasan yang terbawa secara kimiawi dari kegiatan di darat, industri, dan pertanian (Mucha dkk., 2003).

Oleh karena itu, tulisan ini memberikan informasi mengenai konsentrasi logam berat Hg, Cd, Cu, Pb, dan Zn dalam sedimen di perairan Lombok Barat.

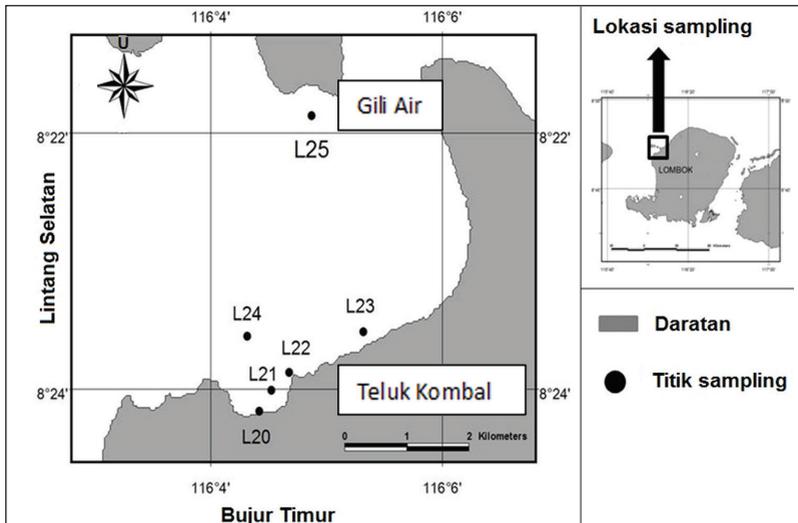
B. KONDISI LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN

Penelitian ini dilakukan pada April 2012 di perairan Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat (Gambar 7.1a dan 7.1b). Contoh sedimen permukaan diambil di empat lokasi pengamatan, yaitu Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, Teluk Kombal, dan Gili Air.

Sampel sedimen diambil dari lapisan permukaan setebal 10 cm dengan menggunakan *grab stainless steel*. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada tiap stasiun. Sampel sedimen untuk analisis merkuri dimasukkan ke wadah gelas borosilikat, sedangkan analisis logam berat (Cd, Cu, Pb, dan Zn) dimasukkan ke wadah polietilen kemudian disimpan dalam *cool box*. Di laboratorium, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam untuk analisis merkuri, sedangkan untuk logam berat Cd, Cu, Pb, dan Zn, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam kemudian



Gambar 7.1a Lokasi Penelitian di Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar, Lombok Barat, NTB, 2012



Gambar 7.1b Lokasi Penelitian di Teluk Kambal dan Gili Air, Lombok Barat, NTB, 2012

dihaluskan (Hutagalung, 1997). Analisis merkuri menggunakan metode 7471 B (USEPA, 2007) dan diukur menggunakan *flameless AAS spectrAA-20* plus varian dengan *vapor generated accessories*. Analisis logam berat Cd, Cu, Pb, dan Zn dilakukan dengan menggunakan metode 3050 B (USEPA, 1996) dan diukur dengan menggunakan *flame AAS spectrAA-20* plus varian dengan nyala campuran udara-asetilen. Hasil pengukuran logam berat dalam sedimen dibandingkan pedoman mutu sedimen, antara lain dengan ANZECC/ARMCANZ (2000) dari Australia, Selandia Baru, dan Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 2001) karena Indonesia belum memiliki pedoman mutu untuk sedimen.

1. Konsentrasi dan Penyebaran Logam Berat dalam Sedimen

Hasil analisis kisaran dan rata-rata konsentrasi logam berat Hg, Cd, Cu, Ni, Pb, dan Zn dalam sedimen di perairan ini dapat dilihat pada Tabel 7.1, Gambar 7.2a, dan 7.2b. Sementara itu, perbandingan logam berat dalam sedimen dengan perairan lainnya dapat dilihat dalam Tabel 7.2.

Konsentrasi rata-rata Hg di Pelabuhan Lembar lebih tinggi daripada konsentrasi Hg di Teluk Sekotong, Teluk Kombal, dan Gili Air. Taylor (1964) menunjukkan bahwa nilai rata-rata konsentrasi logam Hg di dalam sedimen alami (*average crustal abundance*) adalah 0,08 mg/kg. Mengacu pada kondisi tersebut, logam Hg di hampir semua titik lokasi dinilai lebih tinggi daripada nilai alami. Pada perairan ini konsentrasi Hg mempunyai nilai yang bervariasi. Konsentrasi Hg yang tinggi terdapat di Stasiun L19 (0,42 mg/kg), L18 (0,37 mg/kg), dan L11 (0,36 mg/kg) di Pelabuhan Lembar. Hal ini dikarenakan titik stasiun di lokasi ini berada dekat pantai yang terdapat aktivitas pencucian emas dengan menggunakan merkuri (Hg) oleh penduduk setempat sehingga konsentrasi Hg di lokasi ini lebih tinggi daripada nilai alaminya. Konsentrasi Hg di perairan Gresik

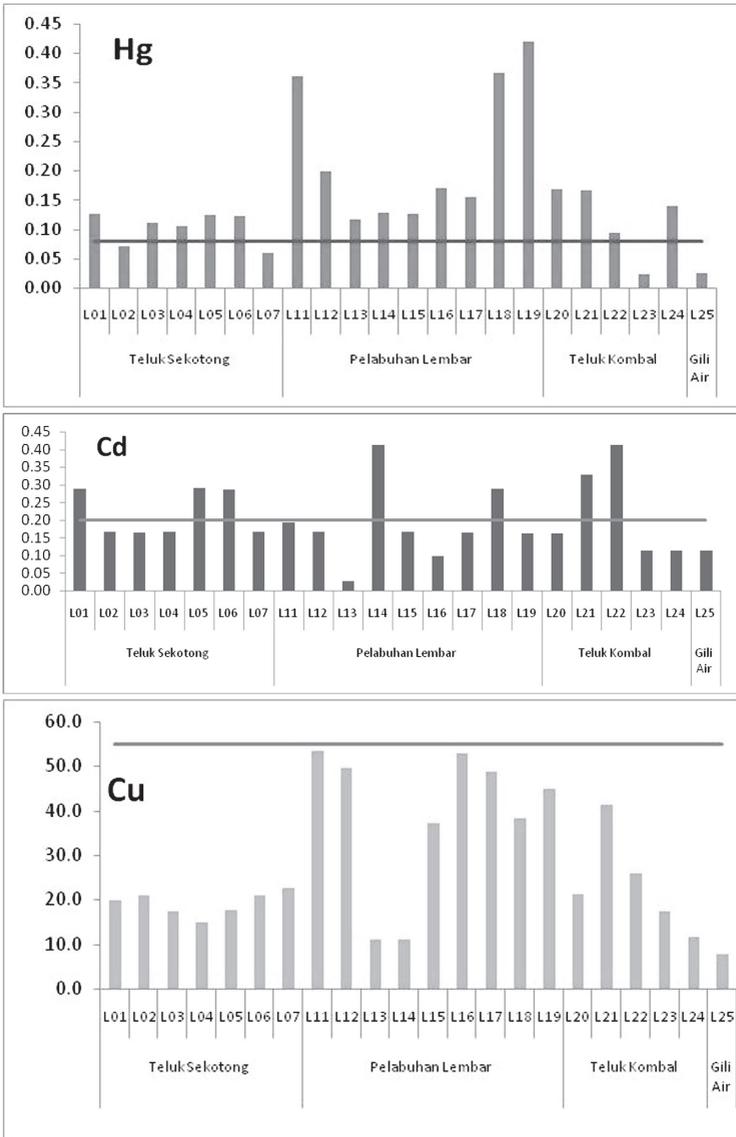
Tabel 7.1 Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Lombok Barat, NTB, April 2012

Lokasi	Logam Berat (mg/kg berat kering)						
	Hg	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	
Teluk Sekotong (n=7)	0,06-0,13 ^{a)} (0,10±0,03) ^{b)}	0,16-0,29 (0,22±0,07)	14,8-22,7 (19,2±2,74)	3,35-7,95 (5,43±1,56)	0,10-7,44 (1,83±2,72)	40,7-73,2 (52,1±10,8)	
Pelabuhan Lembar (n=9)	0,12-0,42 (0,23±0,12)	0,03-0,41 (0,19±0,11)	10,9-53,4 (38,5±16,6)	1,19-11,1 (5,74±3,59)	0,09-2,48 (0,89±1,18)	32,6-122 (85,4±29)	
Teluk Kormal (n=5)	0,03-0,17 (0,12±0,06)	0,11-0,41 (0,23±0,14)	11,7-41,4 (23,5±11,3)	1,24-5,34 (3,47±1,66)	0,07-1,23 (0,31±0,51)	39,1-55,6 (46,3±7,49)	
Gili Air (n=1)	0,03	0,11	7,71	4,90	0,07	33,9	
Kelimpahan rerata di alam (Average crust) ^{c)}	0,08	0,20	55,0	75	12,5	70	
ANZECC/ARMCANZ							
<i>Guidelines</i>							
<i>Low</i>	0,15	1,5	65	21	50	200	
<i>High</i>	1	10	270	52	220	410	
CCME							
ISQG ^{d)}	0,13	0,7	18,7		30,2	124	
PEL ^{e)}	0,7	4,2	108		112	271	

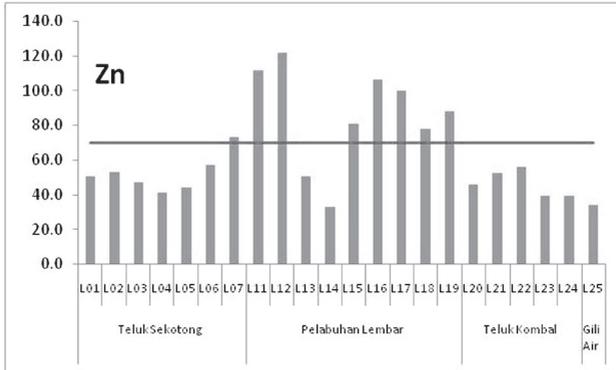
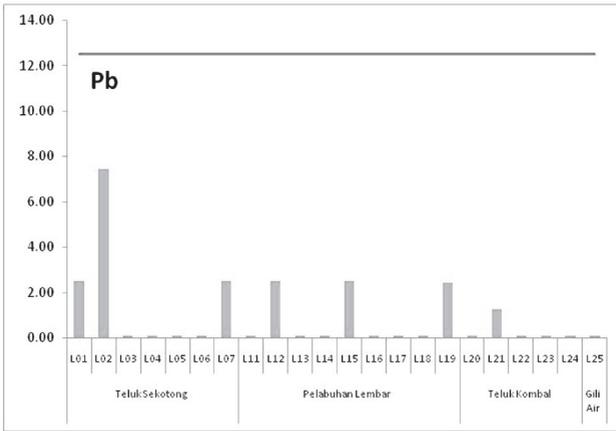
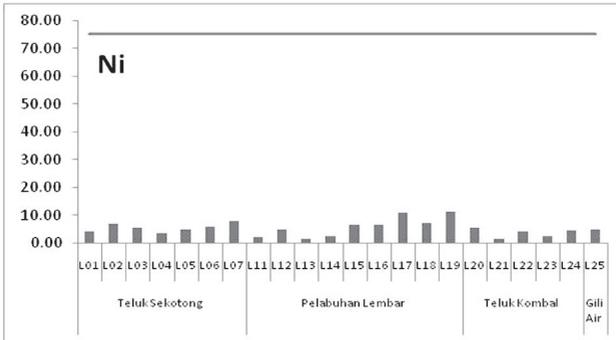
Keterangan

- a) Kisaran konsentrasi logam berat
- b) Konsentrasi rata-rata dan standar deviasi logam berat
- c) Taylor, 1964
- d) ISQG, *interim sediment quality guidelines*
- e) PEL, *probable effect levels*

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 7.2a Grafik Konsentrasi Logam Berat Hg, Cd, dan Cu (mg/kg) dalam Sedimen Permukaan di Perairan Lombok Barat, NTB, 2012



Gambar 7.2b Grafik Konsentrasi Logam Berat Ni, Pb, dan Zn (mg/kg) dalam Sedimen Permukaan di Perairan Lombok Barat, NTB, 2012

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berkisar antara 0,04 hingga 0,33 mg/kg, dengan konsentrasi tertinggi berada di lokasi pembuangan limbah industri (Lestari & Budiyanto, 2013). Merkuri merupakan logam berat yang hingga kini belum diketahui manfaatnya untuk proses fisiologis dalam tubuh (Riani, 2012). Berdasarkan urutan toksisitas, merkuri merupakan logam berat yang mempunyai daya racun paling tinggi dibandingkan logam berat lain serta mempunyai kemampuan untuk terakumulasi pada hewan air (Widowati dkk., 2008). Sebagian besar merkuri yang dilepaskan ke lingkungan berasal dari aktivitas manusia melalui pembakaran bahan bakar fosil, pertambangan, dan pembuangan limbah industri (Manahan, 2005).

Perairan Lombok Barat memiliki variasi konsentrasi Cd yang tinggi (0,41 mg/kg) dan terdapat di Stasiun L14 Pelabuhan Lembar serta Stasiun L22 (0,41 mg/kg) dan L21 (0,33 mg/kg) di Teluk Kombal. Menurut Taylor (1964), nilai rata-rata konsentrasi logam Cd dalam sedimen secara normal adalah 0,2 mg/kg. Mengacu pada referensi tersebut, logam Cd di beberapa titik lokasi sedikit lebih tinggi daripada nilai alami. Kadmium (Cd) terdapat dalam kerak bumi bersama dengan seng (Zn). Sumber lain adalah dari penggunaan sisa lumpur kotor sebagai pupuk tanaman yang kemudian terbawa oleh aliran angin dan air. Kadmium banyak digunakan sebagai baterai nikel kadmium, sumber daya yang dapat diisi ulang, atau sebagai pelapis pencegah korosif pada kapal dan pesawat.

Konsentrasi Cu di keempat lokasi ini mempunyai nilai yang bervariasi pada setiap stasiun. Seperti halnya logam Hg, konsentrasi logam Cu di Pelabuhan Lembar lebih tinggi dibandingkan konsentrasi logam Cu di Teluk Kombal, Teluk Sekotong, dan Gili Air. Konsentrasi Cu yang tinggi di Stasiun L11 (53,4 mg/kg) dan L16 (52,7 mg/kg) berada pada lokasi Pelabuhan Lembar. Taylor (1964) menunjukkan bahwa nilai rata-rata konsentrasi logam Cu dalam sedimen alami (*average crustal abundance*) adalah 55 mg/kg. Berdasarkan referensi tersebut, logam Cu di perairan ini lebih rendah daripada nilai alami. Tembaga merupakan logam berat yang diperlukan untuk terjadinya

proses fisiologis secara normal dalam tubuh makhluk hidup, tetapi dalam jumlah berlebih Cu merupakan bahan toksik yang dapat mengganggu kehidupan (Riani, 2012).

Kisaran dan rata-rata konsentrasi Ni di Teluk Sekotong adalah sekitar 3,35–7,95 (5,43) mg/kg, Pelabuhan Lembar 1,19–11,1 (5,74) mg/kg, Teluk Kombal 1,24–5,34 (3,47), dan Gili Air 4,90 mg/kg. Konsentrasi Ni di keempat lokasi ini mempunyai nilai yang bervariasi pada setiap stasiun. Rata-rata konsentrasi Ni di Pelabuhan Lembar lebih tinggi dibandingkan konsentrasi Ni di Teluk Sekotong, Gili Air, dan Teluk Kombal. Taylor (1964) menunjukkan bahwa nilai rata-rata konsentrasi logam Ni sedimen alami (*average crustal abundance*) adalah 75 mg/kg. Mengacu pada kondisi tersebut, logam Ni di perairan ini lebih rendah daripada nilai alami. Konsentrasi logam Ni di perairan Gresik berkisar 6,55–15,1 mg/kg dengan rata-rata 10,1 mg/kg. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi Ni di perairan Pelabuhan Lembar lebih rendah daripada konsentrasi Ni di perairan Gresik. Tingginya konsentrasi Ni di perairan Gresik dikarenakan Gresik merupakan kawasan industri sehingga Ni banyak digunakan untuk keperluan industri logam, baterai kering, pigmen cat, dan pelapis permukaan logam/nonlogam (Widowati dkk., 2008).

Logam Pb yang tinggi ditemukan di Teluk Sekotong, yaitu di Stasiun L02 (7,44 mg/kg), sedangkan nilai tinggi di Pelabuhan Lembar didapatkan di Stasiun L12 (2,48 mg/kg), L15 (2,48 mg/kg), dan L19 (2,43 mg/kg). Rata-rata konsentrasi logam Pb sedimen alami (*average crustal abundance*) menurut Taylor (1964) adalah 12,5 mg/kg sehingga apabila mengacu pada referensi tersebut, logam Pb di perairan ini lebih rendah daripada nilai alami. Timbal berasal dari sumber alami di lingkungan ataupun limbah hasil aktivitas manusia dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan air, udara, maupun darat (Widowati dkk., 2008). Variasi nilai konsentrasi timbal di Teluk Sekotong yang lebih tinggi berada di Stasiun L02 dibandingkan stasiun yang lain diduga adanya perbedaan jenis sedimen serta aktivitas di sekitar lokasi pengamatan yang lebih kompleks,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

seperti budi daya dan pencucian emas di pantai Teluk Sekotong dan Pelabuhan Lembar yang menggunakan mesin gelondongan.

Konsentrasi logam Zn dengan nilai tertinggi di atas nilai alami berada hampir di semua stasiun di Pelabuhan Lembar kecuali Stasiun L13 (50,7 mg/kg) dan L14 (32,6 mg/kg). Konsentrasi Zn di Pelabuhan Lembar lebih tinggi daripada konsentrasi Zn di Teluk Sekotong, Teluk Kormal, dan Gili Air. Zn merupakan komponen alami yang terdapat di dalam kerak bumi dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lingkungan. Kadar Zn di kerak bumi adalah 70 mg/kg berat kering yang bervariasi antara 10–300 mg/kg. Di beberapa lokasi tertentu terdapat kandungan konsentrasi yang tinggi oleh proses geologi, dan geokimia yang mampu mencapai 50.000–150.000 mg/kg (Widowati dkk., 2008). Tingginya konsentrasi Zn di Pelabuhan Lembar dapat diakibatkan oleh kegiatan antropogenik, proses geologi dan geokimia ataupun kondisi geomorfologis perairan yang agak tertutup sehingga kurang terjadi proses pengenceran.

Pada sedimen laut yang belum terkontaminasi, konsentrasi terendah logam berat yang terukur adalah sekitar 0,01 $\mu\text{g/g}$ berat kering, dan konsentrasi sedimen tercemar berat dapat meningkat sekitar 10–100 $\mu\text{g/g}$ (Everaarts, 1989; Moore & Ramamoorthy, 1984).

2. Perbandingan Konsentrasi Logam Berat dengan Pedoman Mutu Sedimen

Tabel 7.1 memperlihatkan perbandingan pedoman mutu ANZECC/ARMCANZ (2000) dari Australia dan Selandia Baru serta dari Kanada (CCME 2001) dengan kondisi mutu sedimen di perairan pesisir Lombok. Hasil pengamatan ini mengindikasikan bahwa konsentrasi rata-rata logam Hg dalam sedimen di perairan ini masih berada di bawah nilai yang ditetapkan, kecuali di Pelabuhan Lembar. Konsentrasi rata-rata logam berat Cd, Cu, Ni, dan Pb masih berada di bawah nilai terendah, sedangkan Zn dalam sedimen di perairan ini masih berada di bawah nilai terendah meskipun ada beberapa

stasiun yang melewati *Interim Sediment Quality Guidelines* (ISQG). Berdasarkan perbandingan dengan pedoman mutu sedimen tersebut, logam Hg dan Zn terindikasi mulai berisiko bagi kualitas lingkungan sistem akuatik. Hal ini harus diwaspadai karena sifat logam berat yang dapat terakumulasi sehingga perlu diperhatikan keberadaannya.

3. Perbandingan dengan Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Lain

Tabel 7.2 menyajikan konsentrasi rata-rata logam berat Cd di perairan Lombok Barat yang lebih rendah dibandingkan konsentrasi Cd di Klabat (Lestari dkk., 2007), Lampung (Lestari & Witasari, 2010), dan Gresik (Lestari & Budiyo, 2013). Konsentrasi rata-rata logam Cu di perairan Lombok Barat hampir sama dengan konsentrasi logam Cu di Lampung dan Semarang (Lestari, 2011), tetapi lebih rendah dibandingkan konsentrasi Cu di Gresik. Logam Cu dapat ditemukan dalam pakan untuk biota budi daya dalam konsentrasi kecil sehingga memberi masukan Cu ke lingkungan perairan (Dean dkk., 2007 dalam Budiyo & Lestari, 2015). Konsentrasi rata-rata Pb di Lombok lebih rendah dibandingkan konsentrasi Pb di keempat daerah tersebut, sedangkan konsentrasi rata-rata Zn di Lombok Barat hampir sama dengan konsentrasi Zn di Lampung, sedikit lebih tinggi daripada konsentrasi Zn di Klabat dan Semarang dan lebih rendah daripada konsentrasi Zn di Gresik. Hal ini diduga disebabkan oleh masuknya jenis limbah antropogenik yang berbeda-beda ataupun bergantung pada jenis sedimen di tiap lokasi. Perairan Lombok Barat merupakan lokasi budi daya sehingga logam-logam yang masuk ke perairan yang berasal dari aktivitas antropogenik tidak seberat seperti di Gresik yang merupakan daerah industri, ataupun daerah kanal banjir di Semarang.

Tabel 7.2 Perbandingan Konsentrasi Logam Berat (mg/kg Bobot Kering) dalam Sedimen di Perairan Pesisir Lombok dengan Beberapa Perairan Lain di Indonesia

Lokasi	Kisaran dan Rata-Rata Konsentrasi Logam (mg/kg Berat Kering)				Rujukan
	Cd	Cu	Pb	Zn	
Teluk Klabat	0,01-0,10 ^{a)} (0,04± 0,03) ^{b)}	0,28-5,67 (1,86±1,62)	1,06-58,19 (14,06±15,32)	0,43-36,85 (14,39±11,06)	Lestari dkk. (2007)
Teluk Lampung	0,01-0,69 (0,23±4,87)	0,55-35,74 (10,47±6,40)	0,28-24,73 (9,40±4,87)	19,7-118,5 (57,30±21,81)	Lestari & Witasari (2010)
Perairan Semarang	0,06-0,13	18,3-36,6	10,9-17,3	13,6-16,3	Lestari (2011)
Perairan Gresik	0,08-2,95 (0,64) ^{c)}	23,7-251 (85,5)	1,87-12,7 (4,20)	77-389 (133)	Lestari & Budi- yanto (2013)
Perairan Lombok	0,11-0,23 ^{d)}	7,71-38,5	0,07-1,83	33,9-85,4	Penelitian saat ini

Keterangan

- a) Kisaran konsentrasi logam berat
- b) Konsentrasi rata-rata dan standar deviasi logam berat
- c) Konsentrasi rata-rata
- d) Kisaran konsentrasi rata-rata

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. PENUTUP

Rata-rata konsentrasi logam berat Hg, Cd, Cu, Ni, Pb, dan Zn dalam sedimen di lokasi Teluk Sekotong, Pelabuhan Lembar, Teluk Kombal, dan Gili Air di perairan pesisir Lombok memiliki nilai yang bervariasi. Rata-rata konsentrasi untuk Cd, Cu, Ni, Pb, dan Zn jika dibanding dengan kondisi rerata kelimpahan logam di alam masih berada di bawah nilai alami. Namun, di beberapa stasiun konsentrasi logam Cd dan Zn berada di atas nilai alami, sedangkan konsentrasi Hg berada di atas nilai alaminya. Berdasarkan perbandingan dengan pedoman mutu sedimen, logam Hg dan Zn mulai berisiko bagi kualitas lingkungan di sekitar sistem akuatik.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian & New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ). (2000). *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality, Vol. 1*. Canberra: Australian and New Zealand environment and conservation council.
- Balls, P. W., Hull, S., Miller, B. S., Pirie, J. M., & Proctor, W. (1997). Trace metal in Scottish estuarine and coastal sediments. *Mar. Pollut. Bull.* 34, 42–50.
- Bappeda Kabupaten Lombok Barat. (2014). Dari <http://bappeda.lombokbaratkab.go.id>, diakses 9 Juni 2014.
- Budiyanto, F. & Lestari. (2015). Pengaruh Kegiatan Antropogenik terhadap Konsentrasi Logam Berat Terlarut di Perairan. Dalam Fahmi & Dwi E. Dj. S. (Ed.), *Kondisi Lingkungan Pesisir dan Perairan Probolinggo, Jawa Timur*. Jakarta: LIPI Press. xvi+ 190 hlm.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). (2001). Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary table. *Canadian Environmental Quality Guidelines*.
- Dean, R. J., Shimmiel, T. M., & Black, K. D. (2007). Copper, zinc and cadmium. *Marine Cage Fish Farm Sediments: An Extensive Survey. Environmental Pollution*, 145, 84–95.

- Everaats, J. M. (1989). Heavy metals (Cu, Zn, Cd, Pb) in sediment of Java Sea, estuarine and coastal areas of the East Java and some deep-sea areas. *Neth. J. Sea Res.*, 34, 403–413.
- Hutagalung, H. P. (1997). Penentuan kadar logam berat. Dalam H. P. Hutagalung, D. Setiapermana, & S. H. Riyono (Ed.), *Metode Analisis Air Laut. Sedimen dan Biota Buku 2*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi LIPI.
- Lestari, Manik, J. M., & Rozak, A. (2007). Kualitas perairan Teluk Klabat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung ditinjau dari aspek logam berat. *Bunga Rampai Sumberdaya Laut dan Lingkungan Bangka Belitung 2003–2007*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Lestari & Witasari, Y. (2010). Kualitas perairan di Teluk Lampung ditinjau dari aspek logam berat. Dalam Ruyitno, M. Muchtar, Pramudji, Sulistijo, T. Susana, & Fahmi (Ed.), *Status Sumber Daya Laut di Perairan Teluk Lampung*. Jakarta: LIPI Press.
- Lestari. (2011). Distribusi dan geokimia logam berat dalam sedimen di Perairan Semarang, Jawa Tengah. Dalam A. Hartoko, A. Syahailatua, B. Yulianto, B. Nababan, D. D. Setyono, E. Subroto, ... W. Pandoe (Ed.), *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan VIII ISOI 2011*. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia, 25–27 September 2011 di Makassar.
- Lestari & Budiyanto, F. (2013). Konsentrasi Hg, Cd, Cu, Pb, dan Zn dalam sedimen di Perairan Gresik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 188–197.
- Manahan, S. E. (2005). *Environmental chemistry*. (8th Edition). Florida: CRC Press.
- Moore, J. W. & Ramamoorthy, S. (1984). Heavy metals in natural waters. *Applied Monitoring and Risk Assessment*. New York: Springer Verlag.
- Mucha, A. P., Vasconcelos, M. T. S. D., & Bordalo, A. A. (2003). Macrobenthic community in the Douro Estuary: Relations with trace metals and natural sediment characteristics. *Environ. Pollut.*, 121, 169–180.
- Pekey H. (2006). The distribution & sources of heavy metals in izmit bay surface sediments affected by a polluted stream. *Marine Pollution Bulletin*, 52(10), 1.197–1.208.
- Riani, E. (2012). *Perubahan iklim & kehidupan biota akuatik: Dampak pada bioakumulasi bahan berbahaya dan beracun & reproduksi*. Bogor: IPB Press.

- Taylor, S. R. (1964). Abundance of chemical elements in the continental crust: A new table. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 28(8), 1.273–1.285.
- USEPA. (1996). Test methods for evaluating solid waste sw-846 methods 3050b, acid digestion of sediments, sludges, and soils.
- USEPA. (2007). Test methods for evaluating solid waste sw-846 methods 7471b, mercury in solid or semisolid waste (manual cold-vapor technique).
- Widowati, W., Sastiono, A., & Jusuf, R. (2008). *Efek toksik logam: pencegahan dan penanggulangan pencemaran*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ye, F., Xiaoping, H., Dawen, Z., Lei, T., & Yanyi, Z. (2012). Distribution of heavy metals in the sediment of the pearl river estuary, Southern China: Implications for sources and historical changes. *J. of Environ. Sciences*, 24(4), 1–10.

BAB VIII

KOMPOSISI DAN DISTRIBUSI SEDIMEN DI DASAR LAUT KAITANNYA DENGAN MINERAL DI SEKOTONG DAN LEMBAR, LOMBOK BARAT, NTB

Yunia Witasari dan Erlangga Herditrianto

A. PENDAHULUAN

Posisi Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat, yang berada di antara pulau-pulau memberikan karakteristik iklim, fisiografi, geologi, dan sumber daya alam yang khas. Pulau Lombok secara fisiografi dibagi menjadi tiga zona, yaitu pegunungan, perbukitan, dan dataran rendah (DKP Lobar, 2005). Gunung Rinjani di Pulau Lombok yang berperan sebagai poros fisiografi adalah gunung berapi yang merupakan sumber batuan vulkanik. Batuan vulkanik adalah batuan beku yang terbentuk karena proses vulkanis, yakni magma yang keluar dari perut bumi ke permukaan yang akan membeku akibat penurunan suhu secara cepat. Batuan vulkanik tersusun dari mineral-mineral yang merupakan salah satu penentu karakter sedimen yang tertransportasi ke daerah pesisir (Witasari, 2010).

Daerah pesisir merupakan salah satu daerah transisi tempat pertemuan material-material dari darat yang terbawa oleh air sungai dan laut. Pertemuan kedua aliran air ini membuat material-material yang dibawa oleh kedua aliran air tersebut terendap di daerah pesisir, kemudian material yang mengendap itu mengalami pelapukan dan sedimentasi. Oleh karena itu, sebagai daerah yang mendapat cukup

Buku ini tidak diperjualbelikan.

banyak masukan sedimen melalui sungai ataupun laut, morfologi perairan pesisir akan berubah secara dinamis yang dibentuk oleh hasil endapan sedimen tersebut (DKP, 2001). Perubahan morfologi ini dipengaruhi oleh pasang surut, arus, angin serta kondisi dan suplai sedimen (Perillo, 1996). Sedimentasi yang terjadi di daerah pesisir akan terakumulasi terus-menerus sehingga kandungan yang ada dalam sedimen cukup kompleks.

Tipe sedimen dapat berupa sedimen klastik dan nonklastik. Sedimen klastik terdiri atas butiran yang telah mengalami perombakan dari berbagai batuan sumber dan terkumpul menjadi satu endapan yang mengandung bermacam material dan masih dapat dikenali mineral asalnya dengan mikroskop, sedangkan sedimen nonklastik terdiri atas sedimen biogenik ataupun sedimen kimia. Sedimen nonklastik biogenik terbentuk oleh pelapukan organisme atau biota dan tidak berupa butiran, misalnya endapan gambut. Sementara itu, tipe sedimen nonklastik kimiawi terjadi secara kimia sehingga akan membentuk mineral baru yang stabil dan tidak dapat dikenali mineral asalnya dengan mikroskop, dan komposisi kimianya berbeda dengan mineral asalnya. Pelapukan kimiawi seperti proses hidrolisis, oksidasi, dan dilusi akan menghancurkan mineral-mineral yang reaktif (*susceptible*) dan biasanya terjadi jika bersentuhan dengan air sehingga mineral di dasar laut lebih banyak yang terbentuk secara kimiawi.

Sedimen klastik merupakan sedimen terbanyak di permukaan bumi dan menutupi sekitar 95% lapisan permukaan, tetapi dengan ketebalan hanya 2% dari seluruh lapisan kerak bumi. Dalam siklus sedimentasi, faktor penentu terombaknya suatu sedimen adalah ukuran butiran, komposisi mineral, kondisi iklim, dan tipe vegetasi yang menutupi sedimen tersebut. Sementara itu, komposisi dan tekstur sedimen ditentukan oleh batuan sumber, proses erosi dan transportasi, kondisi fisika dan kimia, dan kondisi pasca-pengendapan. Komposisi mineral dari batuan sumber sangat menentukan komposisi dalam sedimen yang terendap di dasar laut, misalnya sumber batuan beku dengan komposisi besi silikat olivin, piroksen, amfibol, dan biotit,

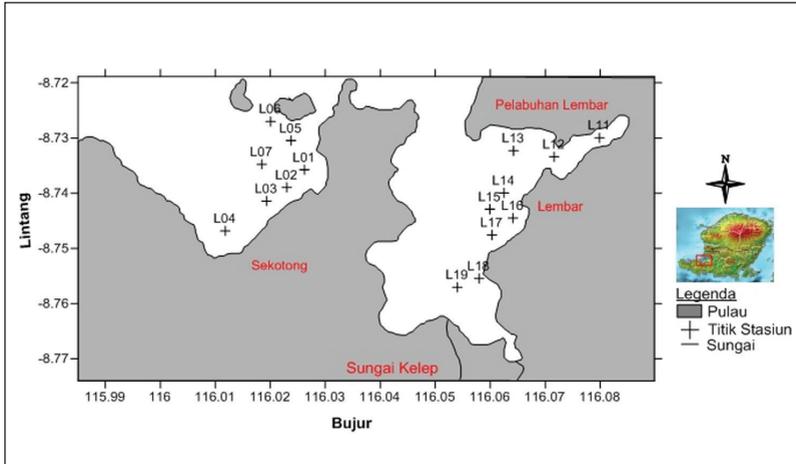
mineral-mineral ini sangat reaktif apabila bersentuhan dengan air dan akan membentuk mineral lempung yang kaya besi.

Komponen utama (*common*) dalam sedimen klastik umumnya adalah kuarsa, muskovit, dan potasium *feldspar* karena mineral ini tahan terhadap pelapukan. Oleh karena itu, dalam semua tipe sedimen, mineral ini selalu ditemukan, baik dalam ukuran besar maupun berukuran lempung.

Informasi mengenai komposisi dan distribusi sedimen yang diuraikan dalam tulisan ini diperoleh dari penelitian yang dilakukan di perairan Sekotong dan Lembar. Kondisi sedimentasi perairan dan pantai memiliki keterkaitan dengan proses transportasi sumber material, pola sebaran, dan komposisi sedimen dari darat dan laut. Selama transportasi, ukuran butir material ini akan mengalami perubahan dan dapat dijelaskan melalui analisis statistik sedimen (Supriyadi dkk., 2001). Perbedaan kondisi sedimentasi ini menjadi suatu hal yang menarik untuk diteliti. Manfaat komposisi sedimen dan distribusi mineral adalah memahami asal sedimen, proses transportasi, dan energi pengendapan yang semua itu dapat menunjang perkembangan biota laut di perairan Lombok Barat.

B. KOMPOSISI SEDIMEN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode survei dengan tahapan pengambilan sampel, penanganan sampel, dan pemetaan distribusi sedimen. Lokasi pengamatan dibagi menjadi dua wilayah, yaitu perairan Sekotong (7 stasiun) dan perairan Lembar (9 stasiun) dengan total 16 stasiun (Gambar 8.1). Pengambilan sampel di Sekotong dan Lembar, Lombok Barat, NTB, dilaksanakan pada April 2012. Sampel dianalisis di Laboratorium Dinamika Laut, Kelompok Peneliti Geologi Laut, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Ancol, Jakarta Utara. Analisis *x-ray diffraction* (XRD) dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira), Bandung, Jawa Barat.



Sumber: Herditrianto, 2014

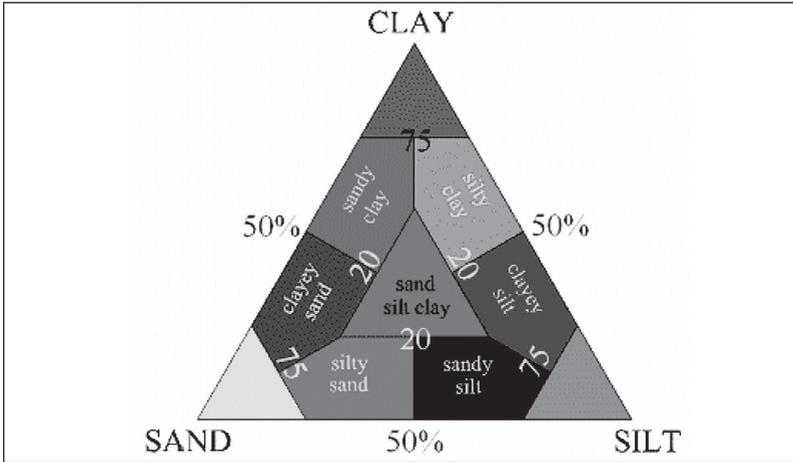
Gambar 8.1 Peta Lokasi Penelitian dan Titik Stasiun Pengamatan

Parameter dalam penelitian ini meliputi titik koordinat stasiun pengamatan, jenis mineral, komposisi, dan distribusi sedimen. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan *grab sampler*, kemudian sampel dimasukkan ke plastik pembungkus lalu dianalisis di laboratorium. Sampel dikeluarkan dan ditempatkan pada suatu wadah berupa cawan petri, kemudian dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven (Siswanto, 2011). Setelah kering kemudian sampel ditimbang dengan timbangan analitik dan dicatat untuk dihitung.

C. DISTRIBUSI SEDIMEN

Sampel yang sudah melalui tahap penanganan lalu dianalisis ukuran butirnya. Analisis ukuran butir (granulometri) merupakan suatu metode analisis dengan menggunakan ayakan seri standar *American Standard Testing Material* (ASTM) (Holme & McIntyre, 1984). Hasil analisis ukuran butir yang dilakukan mengacu pada skala Wenworth (1922) dari ukuran lempung (< 0,032 mm) sampai dengan ukuran

kerikil (> 2 mm). Penamaan jenis sedimen berdasar pada persentase berat tiap-tiap fraksi sedimen dengan menggunakan diagram Shepard (1954) (Gambar 8.2).



Sumber: Shepard, 1954

Gambar 8.2 Diagram Shepard

D. KOMPOSISI MINERAL DAN SEBARANNYA

Statistik sedimen dilakukan setelah adanya data analisis butir, yakni dengan mengukur rata-rata, sortasi atau standar deviasi, kemencengan (*skewness*), dan kurtosis (Darlan, 1996). Setiap parameter statistik sedimen memiliki nilai masing-masing yang secara keseluruhan menggambarkan distribusi sedimen.

1. Analisis Mineral

Analisis dilakukan dengan dua cara, yaitu *pertama* dengan cara mengenal sifat fisik (salah satunya warna atau visual) dan *kedua* melalui analisis kimiawi atau analisis difraksi sinar X (XRD) (Noor, 2009).

2. Peta Distribusi Sedimen

Distribusi sedimen yang terjadi di lokasi penelitian digambarkan melalui peta yang dibuat menggunakan *software* pemetaan.

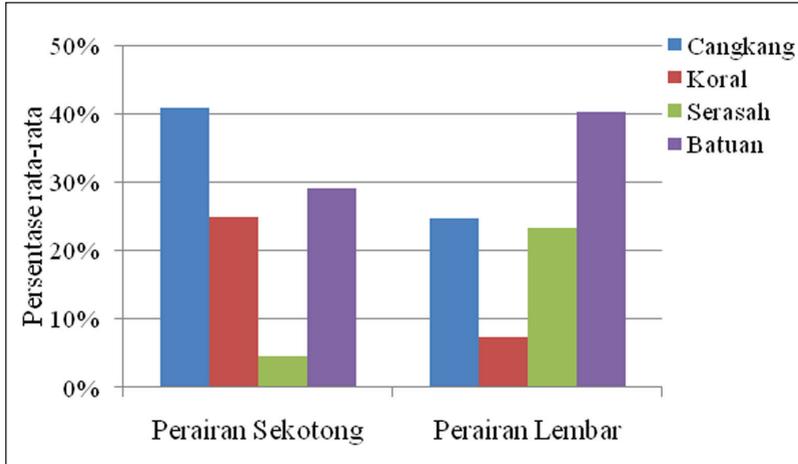
3. Komposisi Sedimen

Komposisi sedimen yang didapatkan adalah tipe biogenik (cangkang, koral, dan bahan serasah) dan tipe klastik (batuan dan mineral, dalam hal ini mineral dibagi menjadi mineral felsik dan mineral mafik) serta dianalisis berdasarkan sampel butiran dan dilakukan pengamatan secara mikroskopik (Chapman, 1992).

Terdapat perbedaan yang cukup jelas antara klastik dan biogenik di perairan Sekotong dan Lembar (Gambar 8.3). Cangkang dan koral di perairan Sekotong rata-rata lebih tinggi, yaitu 41%, sedangkan cangkang dan koral di perairan Lembar hanya 25%. Hal ini dikarenakan perairan Sekotong lebih terbuka dibandingkan perairan Lembar. Sumber sedimen di perairan Sekotong lebih banyak berasal dari laut, yaitu berupa butiran mineral dan pecahan cangkang biota yang berkomposisi kalsium karbonat. Material ini kemudian tertransportasi ke pantai dan pesisir dengan bantuan arus dan gelombang (Sy'arani & Hariadi, 2006).

Sementara itu, perbandingan rata-rata serasah dan pecahan batuan lebih banyak dijumpai di perairan Lembar dibandingkan di Sekotong (Gambar 8.3). Sungai Kelep yang bermuara di perairan ini menjadi sumber serasah dan batuan yang melimpah atau mendominasi karena aliran sungai terjadi terus-menerus dari hulu, juga karena adanya proses pergerakan air laut di daerah pesisir akibat arus pasang surut yang mengangkut mineral-mineral, bahan organik, sedimen, dan batuan (Supriadi, 2001).

Untuk membedakan komponen mineral dalam sedimen tipe klastik dalam analisis visual menurut Noor (2009) dapat dilakukan dengan melihat sifat fisik mineral, salah satunya adalah warna. Dalam penelitian ini mineral sedimen dibedakan menjadi dua macam, yaitu



Gambar 8.3 Perbandingan Komposisi Fragmen di Kedua Perairan

mineral terang disebut sebagai *felsik* dan mineral gelap disebut sebagai *mafik* (Titawael, 2011). Rata-rata komposisi mineral di perairan Sekotong adalah mineral terang 63,57% dan mineral gelap 36,43% yang terdiri atas aragonit, kalsit, dan kuarsa, sedangkan di perairan Lembar mineral terang adalah sebesar 48,9% dan mineral gelap sebesar 51,1% yang terdiri atas mineral biotit, piroksen, dan *hornblende*.

Mineral utama dalam sedimen di kedua lokasi penelitian relatif sama, yaitu kuarsa dan *feldspar* yang terbentuk dari hasil pelapukan fisik batuan sumbernya, yaitu beku dan vulkanik sehingga struktur kristal dan jenisnya sama meskipun ukurannya berubah menjadi kecil. Sementara itu, mineral penyerta adalah mineral hasil pelapukan mineral utama yang terjadi selama proses pengendapan. Jumlah mineral penyerta lebih sedikit daripada mineral utama dan memiliki tipe sedimen kimiawi karena terbentuk oleh proses disolusi dan hidrolisis, seperti edenit, halit, ilit, haloisit, anortit, dan kalsit.

Ditinjau dari komposisi mineral, sedimen yang berada di pesisir diindikasikan dipengaruhi oleh daratan atau biasa disebut mineral *placer*. Mineral *placer* terbentuk dari rombakan mineral logam atau

nonlogam yang bersumber dari batuan induknya di daratan, kemudian terbawa aliran sungai sehingga terakumulasi di dekat pantai dan daerah yang masih berkaitan dengan aliran sungai. Endapan mineral *placer* umumnya terbawa dan terendapkan bersamaan dengan sedimen butiran (*granular deposit*) seperti dalam pasir kuarsa, gravel, pasir karbonat, lempung, dan lanau. Proses angkut yang cukup panjang menyebabkan mineral yang berada dalam sedimen butiran mengalami banyak rombakan secara fisik (Craig dkk., 2001).

4. Distribusi Sedimen

Analisis Diagram Shepard (Shepard, 1954) merupakan analisis untuk menentukan kelompok jenis sedimen. Adapun kelompok jenis sedimen yang berada di perairan Sekotong didominasi oleh lumpur. Perairan Lembar didominasi oleh lumpur, pada stasiun L13 dan L14 agak berbeda dengan stasiun lainnya di perairan ini dengan kelompok jenis sedimen pasir. Kelompok jenis sedimen dari kedua perairan relatif halus sehingga menunjukkan bahwa kedua perairan memiliki kondisi arus dan gelombang yang relatif kecil dan memungkinkan untuk memindahkan sedimen dasar laut (Siswanto, 2011).

Di perairan Sekotong nilai rata-rata fraksi sedimen berkisar antara 0,8247–2,7548 phi. Kondisi ini menunjukkan bahwa tipe fraksi sedimen memiliki variasi mulai dari kerikil sedang hingga pasir halus. Dengan nilai pemilahan fraksi sedimen berkisar antara 0,6377–6,9617, keadaan ini menunjukkan kategori terpilah sedang hingga terpilah ekstrem buruk. Nilai ini menunjukkan pemilahan sedimen yang buruk karena lokasi perairan ini cukup terbuka sehingga arus dan gelombang yang datang dari laut lepas dapat masuk tanpa ada penghalang dan dapat membawa butir sedimen yang cukup besar, sesuai dengan pernyataan Supriyadi dkk. (2001) bahwa faktor arus dan gelombang memengaruhi nilai pemilahan. Nilai kemencengan berkisar antara -0,1165 s.d. -6.313,89. Berdasarkan sebaran nilai tersebut maka diperoleh gambaran bahwa sedimen di daerah ini

menceng kasar hingga menceng sangat kasar. Artinya, sedimen yang berada di perairan ini mengindikasikan adanya percampuran antara butiran kasar dan butiran yang sangat kasar (Affandi & Surbakti, 2012). Nilai kurtosis berkisar antara 0,0782–118.428,4894 sehingga masuk kategori sangat tumpul hingga sangat runcing.

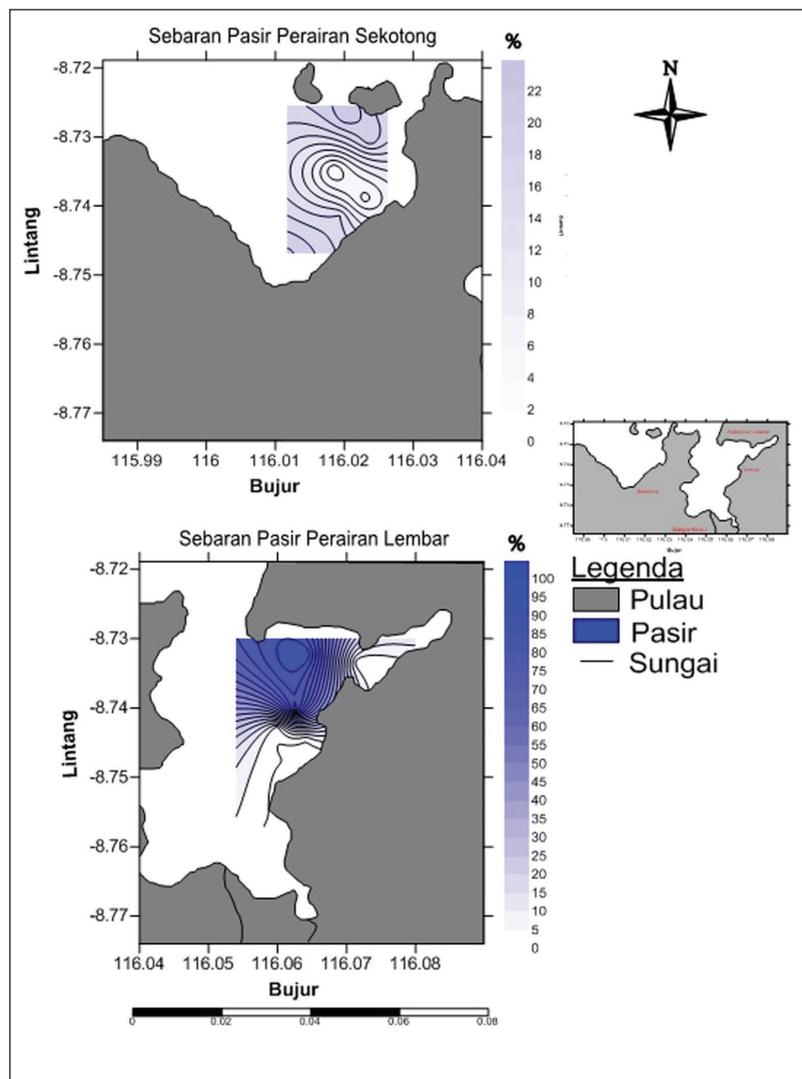
Nilai rata-rata fraksi sedimen di perairan Lembar berkisar antara 0,5910–11,3530 phi. Kondisi ini menunjukkan bahwa tipe fraksi sedimen memiliki variasi mulai dari kerikil kasar hingga lempung halus. Nilai pemilahan sedimen adalah 0,3101–114,6350. Keadaan ini menunjukkan kategori terpilah sangat baik hingga terpilah ekstrem buruk. Beberapa stasiun penelitian di perairan ini seperti L12, L15, L16, L17, L18, dan L19 masuk kategori terpilah sangat baik hingga sedang. Nilai ini menunjukkan sortasi sedimen yang baik karena memang berada di dekat stasiun L18 dan L19 yang mana terdapat satu sungai yang bermuara ke perairan ini. Sungai itu bernama Sungai Kelep sehingga membuat sortasi di sekitarnya cukup baik. Hal ini didukung oleh pendapat yang dikemukakan oleh Affandi & Surbakti (2012) bahwa nilai sortasi yang berada di dekat muara akan lebih tersortir dengan baik dibandingkan perairan yang tidak terdapat muara. Nilai kemencengan berkisar antara -0,0052 s.d. -1.862.150.419. Berdasarkan sebaran nilai tersebut maka diperoleh gambaran bahwa sedimen di daerah ini hampir sama dengan perairan Sekotong, yaitu berada pada sebaran menceng kasar hingga menceng sangat kasar. Artinya, sedimen yang berada di perairan ini mengindikasikan adanya percampuran antara butiran kasar dan butiran yang sangat kasar. Nilai kurtosis berkisar antara 0,0009–10.727.276.642 sehingga masuk kategori sangat tumpul dan runcing sekali.

Berdasarkan nilai rata-rata fraksi sedimen diperoleh indikasi bahwa energi gerak yang disebabkan oleh arus di perairan Sekotong lebih kuat karena posisinya lebih terbuka sehingga butiran sedimen yang lebih kasar terendapkan dalam sedimen di dasar perairan oleh arus dasar dan sedimen berukuran halus berupa material tersuspensi. Sementara itu, di perairan Lembar (karena lokasinya lebih tertutup)

daratan, arus dan gelombang laut yang masuk relatif lebih lemah (Hermanto, 1987). Adanya muara di wilayah ini membuat asupan sedimen butir halus melimpah karena pertemuan arus sungai dan laut yang membuat sedimen butir halus dapat terendapkan. Keadaan ini diperkuat dengan nilai pemilahan di perairan Sekotong yang didominasi oleh kategori terpilah sedang dan di perairan Lembar didominasi oleh kategori terpilah baik. Allen (1985) menyatakan bahwa sedimen dasar terdiri atas berbagai ukuran partikel yang menunjukkan kecilnya pengaruh energi mekanis yang terjadi untuk memilah berbagai ukuran partikel.

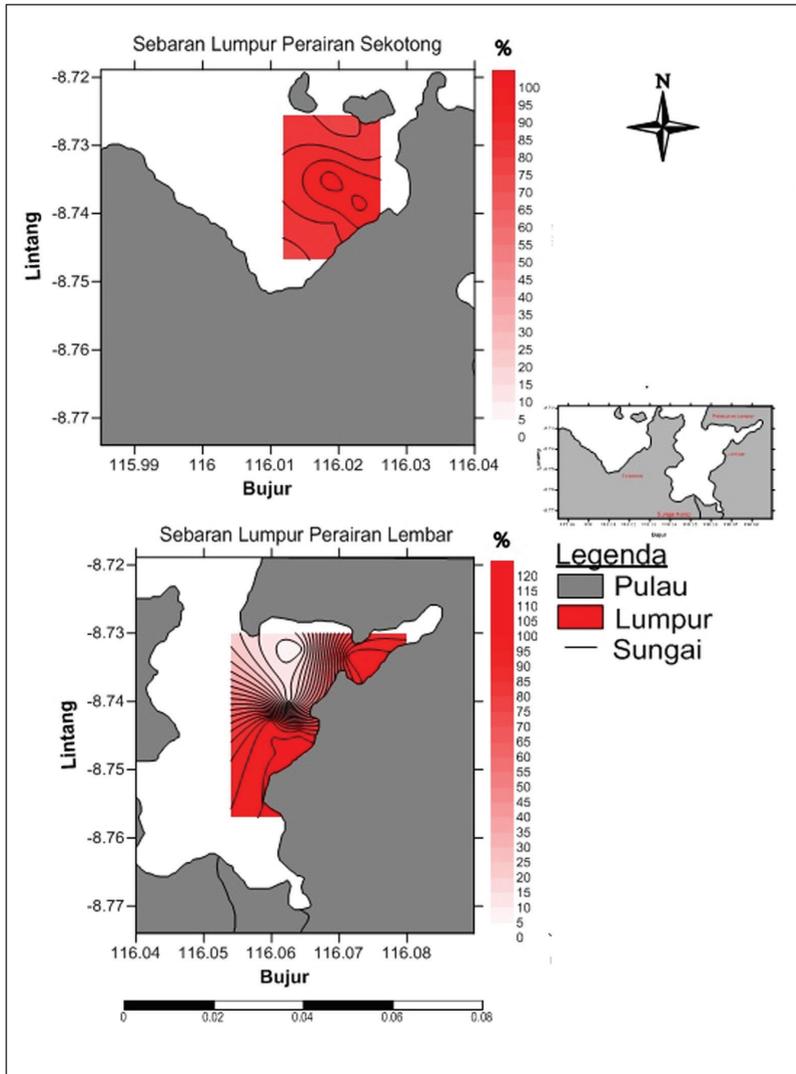
Kondisi yang menunjukkan bahwa sedimen dengan fraksi halus telah mengendap dapat dilihat dari nilai kemencengan atau kemiringan ukuran butir (Affandi & Surbaki, 2012). Nilai kemencengan di perairan Sekotong didominasi oleh kategori menceng sangat kasar, sedangkan di perairan Lembar didominasi oleh kategori menceng kasar. Menurut Folk (1974), nilai kemencengan positif menunjukkan suatu populasi sedimen condong berbutir halus. Sebaliknya, nilai kemencengan negatif menunjukkan populasi sedimen berbutir kasar sehingga kemencengan dapat digunakan untuk mengetahui dinamika sedimentasi perairan. Secara jelas, distribusi sedimen di perairan Sekotong dan Lembar akan ditampilkan pada peta distribusi sedimen (Gambar 8.4 dan 8.5). Sebaran pasir di perairan Sekotong terlihat lebih merata dibandingkan sebaran pasir di perairan Lembar yang sebarannya lebih mengarah ke lautan (Gambar 8.4). Sementara itu, sebaran lumpur di perairan Sekotong juga terlihat merata, tetapi di perairan Lembar sebarannya berkumpul dekat muara sungai (Gambar 8.5).

Berdasarkan kondisi sedimentasi, Sekotong merupakan daerah yang terbuka, sumber sedimen berasal dari laut, dan dipengaruhi arus gelombang laut. Menurut Taqwa dkk. (2014), biota yang mampu berkembang dengan baik dan dapat menyesuaikan diri dengan substrat pasir berlumpur di daerah seperti ini adalah moluska gastropoda, seperti *Cerithidea* sp. Moluska dari kelas bivalvia, seperti *Anadara* sp.,



Gambar 8.4 Peta Sebaran Pasir

Buku ini tidak diperjualbelikan.

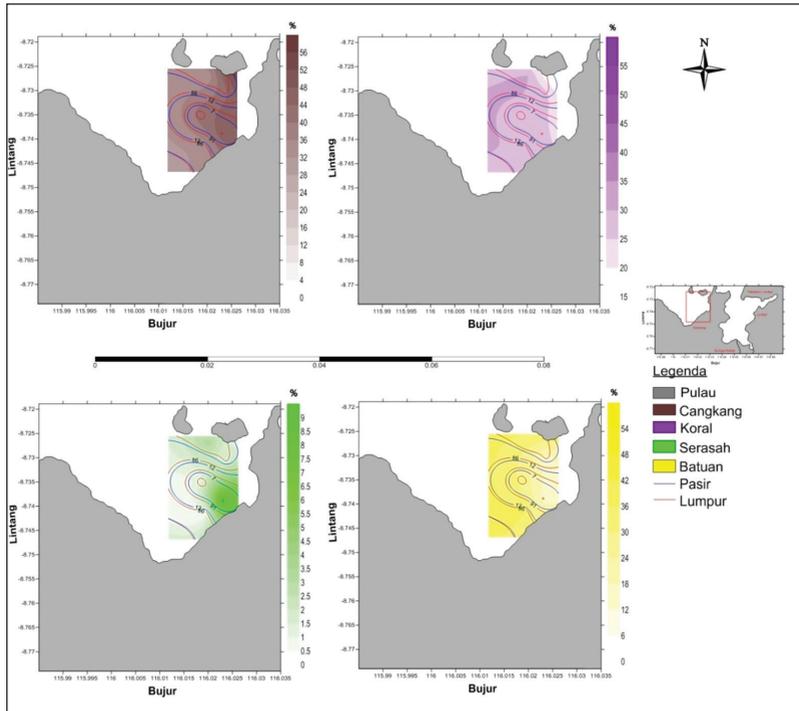


Gambar 8.5 Peta Sebaran Lumpur

Perna sp., dan *Marcia* sp. juga mampu menyesuaikan diri dengan baik di substrat pasir belumpur. Biota lainnya, yaitu makroalga *Rodhopyta* juga mampu berkembang dengan baik di perairan Sekotong.

Sementara itu, perairan Lembar yang umumnya terdiri atas sedimen lanau, lempung, dan pasir halus yang terletak dekat muara sungai memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga lebih menunjang sebagai habitat moluska jenis *Arcuatula* sp.

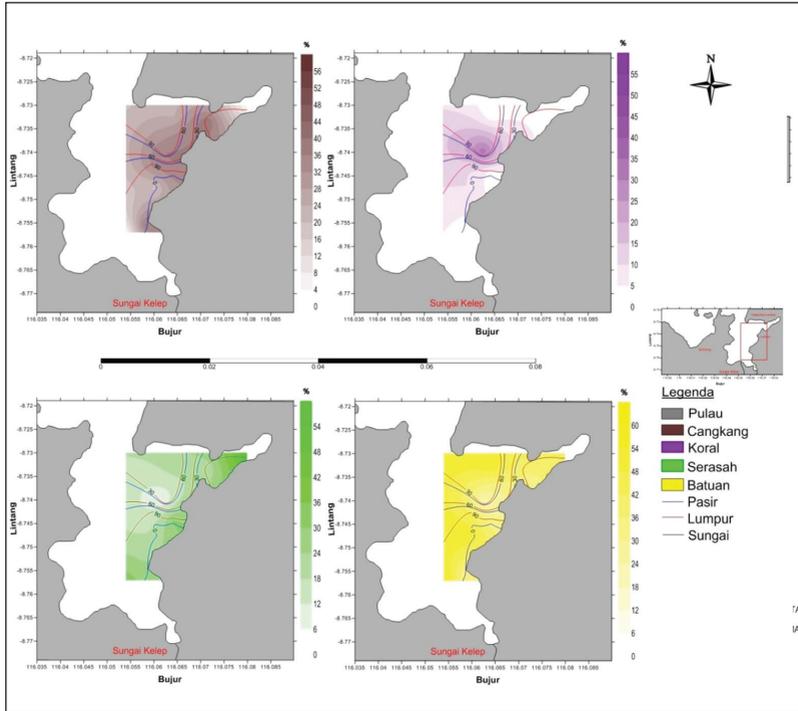
Perpindahan atau pengangkutan sedimen menyebabkan komposisi sedimen di kedua perairan tersebar secara merata dengan membentuk zona tersendiri. Perairan Sekotong memiliki sebaran cangkang semakin banyak ke arah darat dengan dominasi ukuran butir lanau (*silt*). Sebaliknya, sebaran koral semakin banyak ke arah lautan. Serasah di perairan ini jumlahnya sangat sedikit, kumpulannya berada di dekat daratan dengan dominasi ukuran semakin ke laut semakin banyak butir lanau dan sebaran batuan (Gambar 8.6).



Gambar 8.6 Perbandingan Komposisi Fragmen dan Ukuran Butir Perairan Sekotong

Menurut Triatmodjo (1999), arus di sepanjang daerah pantai sangat bergantung pada arah datangnya gelombang. Di perairan ini sangat jelas terlihat bahwa datangnya arus atau gelombang dimungkinkan dari arah barat laut karena perairan ini cukup terbuka sehingga arah distribusi komposisi sedimennya semakin ke arah darat ukuran butirnya semakin kecil.

Perairan Lembar memiliki sebaran komposisi yang lebih kompleks karena i) adanya sungai yang bermuara ke perairan ini, tepatnya sebelah selatan (Gambar 8.7); ii) sebaran cangkang cukup merata dengan sedikit mengarah ke daratan dengan didominasi oleh ukuran butir lanau; iii) sebaran koral sangat sempit karena hanya tersebar di tengah-tengah dari seluruh titik pengambilan sampel dengan dominasi ukuran butir pasir; iv) serasah tersebar dekat daratan dengan dominasi ukuran butir lanau, sedangkan keberadaan batuan cukup dominan, hampir merata ke arah lautan; v) arus dan gelombang yang masuk ke perairan Lembar dari arah lautan sepertinya tidak cukup kuat memengaruhi perairan ini meskipun menurut Triatmodjo (1999) pantai dan dasar laut tersusun dari material-material sedimen seperti pasir dan lumpur; dan vi) lempung serta material-material lain sangat dipengaruhi oleh dinamika gerak air, seperti arus, gelombang, dan pasang surut laut di samping sifat fisik sedimen tersebut. Hal ini dapat dilihat dari sebaran komposisi cangkang dan koral yang hanya tersebar dekat arah masuknya arus dan gelombang ke perairan ini. Selain karena perairan ini tertutup, pengaruh asupan sungai yang masuk ke perairan ini diduga cukup besar apabila dilihat dari komposisi serasah dan batuan yang cukup mendominasi tersebar secara merata dengan arah sebaran dari sungai (selatan) menuju ke lautan (utara). Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Supriyadi dkk. (2001) bahwa tingginya bahan organik dan batuan akibat dari adanya sungai yang bermuara ke suatu perairan.



Gambar 8.7 Perbandingan Komposisi Fragmen dan Ukuran Butir Perairan Lembar

5. Penyebaran Jenis Mineral

Mineral yang ditemukan dalam sedimen di pantai dan dasar perairan dapat dikategorikan menjadi dua golongan, yaitu mineral autigenik dan mineral alogenik. Mineral alogenik adalah mineral yang terbentuk di tempat lain yang terbawa ke tempat pengendapan oleh proses transportasi, sedangkan mineral autigenik adalah mineral yang terbentuk di tempat pengendapan yang disebabkan oleh pelarutan secara kimiawi di tempat itu. Beberapa mineral dapat bertahan terhadap kondisi pelarutan tersebut, seperti kuarsa dan *feldspar* yang memiliki resistensi tinggi terhadap pelapukan.

Jika dilihat dari komposisi mineralnya (Tabel 8.1), perairan Lembar mengandung mineral autigenik karena mineral lempung yang dominan berada di tempat itu terbentuk dari hasil pelarutan secara kimiawi (presipitasi dan disolusi). Sementara itu, perairan Sekotong cenderung memiliki mineral alogenik sebab mineral kuarsa dan *feldspar* yang dominan terdapat di tempat ini terbawa dari lokasi lain oleh gelombang. Hal ini didukung oleh adanya penyebaran material dan mineral karbonat yang terbentuk di lingkungan laut. Sumber kuarsa dan *feldspar* kemungkinan berasal dari formasi batuan vulkanik sebagai pembentuk utama Pulau Lombok. Batuan vulkanik ini banyak ditemukan di pantai atau dasar laut dangkal di perairan Lombok.

Kekuatan mineral terhadap pelapukan, baik hanya terombak maupun berubah menjadi mineral baru dipengaruhi oleh kedewasaan mineral tersebut. Mineral yang disebut dewasa adalah mineral yang terbentuk dalam kondisi mineralisasi akhir saat pembekuan magma (Gambar 8.8) sehingga mineral ini stabil terhadap kondisi permukaan kerak bumi. Sedimen yang memiliki kandungan mineral stabil akan lebih resisten terhadap gelombang, misalnya pasir kuarsa di perairan Sekotong yang membuat perairan ini lebih tahan terhadap erosi. Sementara itu, sedimen yang mengandung mineral-mineral tidak stabil, seperti mineral piroksen, horblende, dan plagioklas, akan membuat sedimen ini tidak dapat bertahan lama terhadap proses transportasi (Tabel 8.2). Umumnya sedimen dengan kandungan mineral ini berubah menjadi mineral-mineral lempung yang stabil

Tabel 8.1 Penyebaran Mineral di Perairan Lembar dan Sekotong Lombok pada 2012

Komposisi Mineral	Lembar %	Sekotong %
Mineral lempung (anortit, halit, ilit, haloisit)	60	5
Quartz	30	65
Feldspar	4	10
Mineral dan material karbonat (aragonit, kalsit, cangkang, koral)	<3	18
Material organik darat (gambut, serasah)	>3	<3

Tabel 8.2 Mineral yang Stabil dan Tidak Stabil di Permukaan Bumi

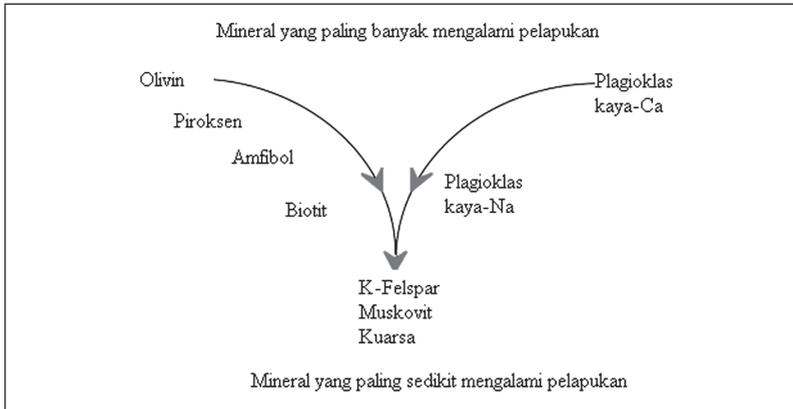
Stabilisasi di dalam kondisi permukaan bumi	Mineral
Tidak stabil	Olivin
	Piroksen
	Plagioklas kaya Ca
	Hornblende
	Andesine-Oligoklas
Kurang stabil	Sphen
	Epidot
	Andalusit
	Staurolit
	Kyanit
	Sillimanit
	Magnetit
Sangat stabil	Garnet
	Muskovit
	Albit
	Ortoklas/Mikroclin
	Mineral-mineral lempung
	Kuarsa
Turmalin	
Zirkon	

Sumber: Nelson, 2016

sesampainya di lokasi pengendapan, seperti yang terjadi pada mineral lempung yang ditemukan di sekitar muara Sungai Lembar. Mineral lempung ini stabil dalam kondisi lingkungan darat dan laut sehingga sebagian besar sedimen di dasar perairan sungai dan lautan terdiri atas mineral lempung yang merupakan akhir dari siklus sedimentasi.

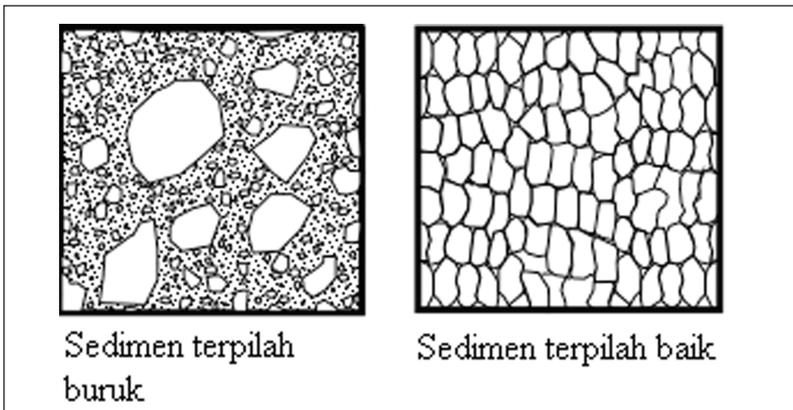
Selain penyebaran mineral, distribusi tekstur sedimen di kedua perairan ini juga mencerminkan sumber dan mekanisme pengendapan. Perairan Lembar yang didominasi ukuran butiran lempung yang terpilah baik dipengaruhi oleh mekanisme pengendapan sungai. Perairan Sekotong cenderung memiliki butiran berukuran pasir de-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Bowen, 1928.

Gambar 8.8 Urutan Pembentukan Mineral dalam Pembekuan Magma Menurut Skema Bowen yang Memengaruhi Kedewasaan Mineral



Sumber: Nelson, 2016

Gambar 8.9 Tekstur Sedimen yang Terpilah Buruk dan Baik yang Menunjukkan Mekanisme Transportasi

ngan fragmen gravel dan terpilah buruk, mencerminkan mekanisme sedimentasinya dipengaruhi oleh gelombang laut (Gambar 8.7).

E. PENUTUP

Perairan Sekotong lebih dipengaruhi oleh sedimentasi yang berasal dari laut, terdiri atas sedimen autigenik, tekstur sedimen yang kasar dan terpilah buruk, pasir dengan fragmen cangkang, dan koral. Mineral-mineral stabil seperti kuarsa dan *feldspar* menunjukkan bahwa sumber sedimen adalah batuan vulkanik yang tertransportasi oleh media gelombang. Arah distribusi pasir di perairan Sekotong lebih luas dan distribusi lumpur di perairan Sekotong lebih mengarah dari laut ke daratan, mendukung asal-usul sedimentasi, yaitu dari laut.

Sementara itu, perairan Lembar dipengaruhi oleh sedimentasi sungai, dicerminkan oleh tekstur sedimen yang lebih halus dan seragam, dengan fragmen serasah dan batuan sedimen. Mineral yang dominan adalah mineral lempung, mengindikasikan bahwa asal-usul sedimen ini adalah mineral tidak stabil, diperkirakan dari formasi batuan beku intrusif di daratan sehingga mudah berubah menjadi mineral lempung di bawah kondisi pelapukan di permukaan bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A. K., & Surbakti, H. (2012). Distribusi sedimen di perairan Pesisir Banyuasin, Sumatra Selatan. *Maspari Journal*, 1(1), 33–39.
- Allen, J. R. L. (1985). *Principle of physical sedimentology*. London: George Allen and Unwin.
- Bappeda. (2013). Kabupaten Lombok Barat. Dari <http://bappeda.lombok-baratkab.go.id>, diakses 15 Mei 2013.
- Bowen, N. L. (1928). *The Evolution of the Igneous Rocks*. Princeton NJ: Princeton University Press, p. 332.
- Chapman, D. (1992). Water quality assessments-a guide to use of biota. *Sediments and Water in Environmental Monitoring*. UNESCO. 2nd edition.

- Craig, J. R., Vaughten, D. J., & Skinner, B. J. (2001). *Resource of the earth origin, use, environmental impact, 3rd edition*. Upple Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Darlan, Y. (1996). *Geomorfologi wilayah pesisir, aplikasi untuk penelitian wilayah pantai*. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung: ESDM.
- Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP). (2001). *Coastal zone optimalisation design for development of barkish-water pond*, SPL-OECF Directorate Fisheries and Marine Affair. Jakarta. Dari <http://www.calameo.com>, diakses 15 Mei 2015.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Lombok Barat (DKP Lobar). (2005). Mataram: Laporan pengelolaan terpadu dan konservasi sumberdaya pesisir dan laut, kecamatan sekotong, kabupaten lombok barat. Dari <http://ccdp-ifad.pmpu.kp3k.kkp.go.id>, diakses 15 Mei 2015.
- Folk, R. L. (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Austin Texas: Hemphill Publishing Co. Dari <http://www.lib.utexas.edu/geo/folkready>, diakses 15 Mei 2015.
- Ford, W. E. (1932). *A text book of mineralogy, with an extended trentise on crystallography and physical mineralogy, by E. S. Dana 4th ed*. New York: John wiley & Sons.
- Herditrianto, E. (2014). Komposisi dan distribusi sedimen di dasar laut kaitannya dengan mineral di Lombok Barat. *Skripsi*. Purwokerto: Universitas Jenderal Sudirman.
- Herman, D. Z. (2007). Kemungkinan sebaran zirkon pada endapan *placer* di Pulau Kalimantan. *Jurnal Geologi Indonesia*, 2(2), 87–96.
- Hermanto. (1987). Kerusakan Pantai di Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, Tinjauan Geomorfologi. *Perairan Maluku dan Sekitarnya (1)*, 110–119.
- Holme, N. A., & McIntyre, A. D. (1984). *Methodes for the study of marine benthonik 2nd edition*. Oxford: Blackwell Scientrific Publication.
- Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia. (2012). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 07 Tahun 2012. Dari <http://prokum.esdm.go.id/permen/2012>, diakses 15 Mei 2015.
- Nelson, J. S. (2016). Earth and environmental sciences 2120 petrology. Dari www.tulane.edu, diakses 18 Februari 2016.

- Noor, D. (2009). *Pengantar geologi*. Palembang: Universitas Sriwijaya Palembang.
- Open University Course Team. (1993). *Wave, tide and shallow water processes*. Oxford: Pergamon Press.
- Perillo, E. M. G. (1996). *Geomorphology and sedimentology at estuaries*. Elsevier.
- Pramuji, & Bastaman, M. (2009). Teknik analisis mineral tanah untuk menduga cadangan sumber hara. *Buletin Teknik Pertanian*, 14(2): 80–82.
- Richard, A. D. Jr. (1992). *Depositional system an introduction to sedimentology and stratigraphy 2nd*. New Jersey: Prastise Hall Inc.
- Rona, P. A. (2002). Marine minerals for the 21st century. *Episodes*, 25(1), 2–12.
- Shepard, F. P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24, 151–158.
- Siswanto, A. D. (2011). Kajian sebaran substrat sedimen permukaan dasar di perairan pantai Kabupaten Bangkalan. *Embryo*, 8(1), 1–8.
- Sudarningsih, & Fahrudin. (2008). Penggunaan metoda difraksi sinar x dalam menganalisa kandungan mineral pada batuan ultra basa Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Fisika*, 5(2), 165–173.
- Supangat, A., & Umi, W. (1998). *Pengantar kimia dan sedimentasi laut*. Pusat riset wilayah laut dan sumberdaya non-hayati. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Dari p3sdlp.litbang.kkp.go.id, diakses 15 April 2016.
- Supriadi, I. H. (2001). Dinamika estuaria tropik. *Ocean*, 26(4), 1–11.
- Supriyadi, I. H., Wouthuyzen, S., dan Sunarto. (2001). Sebaran dan komposisi sedimen di beberapa teluk di Seram Barat. *Perairan Maluku dan Sekitarnya*, (1), 99–115.
- Supriyadi, I. P. (1996). Mengenal sedimen laut. *Lonawarta*, 19, 55–65.
- Sya'rani, L., & Hariadi. (2006). Penentuan sumber sedimen dasar perairan: berdasarkan analisis minerologi dan kandungan karbonat. *Ilmu Kelautan*, 11(1), 37–43.
- Taqwa, R. N., Muskananfolo, M. R., & Ruswahyuni. (2014). Studi hubungan substrat dasar dan kandungan bahan organik dalam sedimen dengan kelimpahan hewan makrobentos di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3 (1),

- 125–133. Dari <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>, diakses 18 Februari 2016.
- Titawael, Y. M. (2011). Geologi dan potensi sumberdaya batuan ultrabasa, daerah Hukurila dan sekitarnya, Kecamatan Leitimur Selatan Provinsi Maluku. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wardhani, A. R. (2007). Kajian potensi kawasan pesisir bagi pengembangan ekowisata di Sekotong, Kabupaten Lombok Barat–NTB. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wenworth, C. K. (1922). A scale of grade class term for clastic sediments. *Journal Geology*, 30, 337–392.
- Witasari, Y. (2010). Mineral dari lautan. *Oseana.*, 35(1), 49–56.

BAB IX

KONDISI PERAIRAN LOMBOK BARAT DITINJAU DARI INDEKS FORAM DAN INDEKS AMMONIA-ELPHIDIUM

Ricky Rositasari

A. PENDAHULUAN

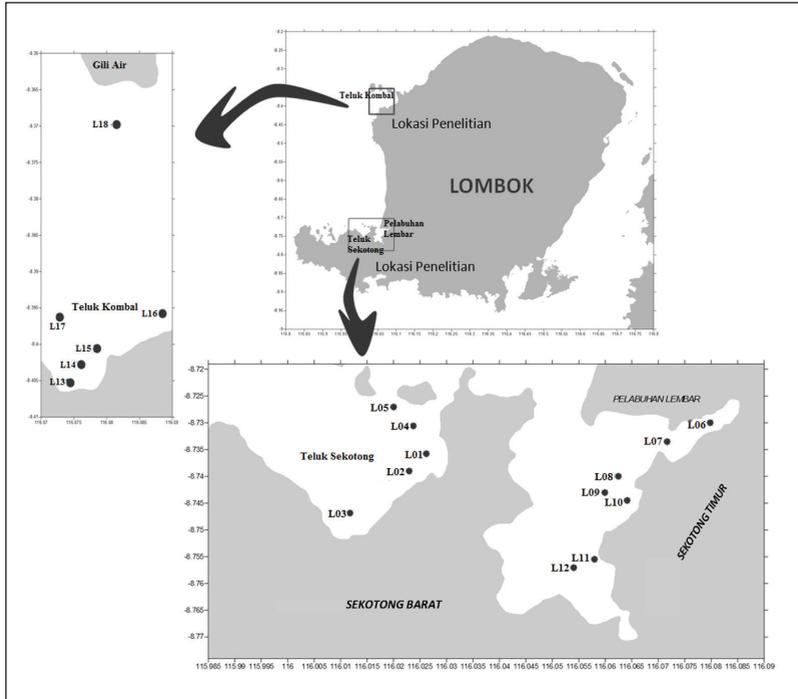
Foraminifera adalah protista bersel tunggal yang dapat hidup bersimbiosis dengan berbagai jenis mikroalga, termasuk diatom, dinoflagellata, alga hijau, dan alga merah (Lee & Anderson, 1991). Biota ini tersebar luas di hampir seluruh perairan, tetapi setiap jenisnya memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan (Hallock, 2000; 2001). Hallock dkk. (2006 & 1993) melaporkan adanya bukti gejala pemutihan cangkang akibat kondisi yang tidak menguntungkan pada foraminifera bentik di perairan dangkal. Alve (1995) dan Hallock dkk. (2003) menemukan bahwa ada beberapa jenis foraminifera bentik yang dapat digunakan sebagai indikator dalam penilaian kualitas perairan, misalnya bioindikator untuk elemen yang berpotensi toksik seperti yang telah diteliti oleh Alve (1995) dan Nigam dkk. (2006). Di lingkungan tercemar, foraminifera dapat menampakkan respons berupa berbagai variasi deformasi morfologi, struktur komunitas, dan kelimpahan (Schafer, 2000; du Chatelet dkk., 2004). Namun, belum ditemukan hubungan langsung antara faktor stresor alam ataupun antropogenik dan deformasi cangkang ataupun struktur komunitas (e.g., Alve, 1995; Debenay dkk., 2001).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Carnahan dkk. (2009) menggunakan FoRAM index dan Ammonia-Elphidium Index (A-EI) untuk membantu pemantauan lingkungan perairan pesisir. Argumentasi penggunaan indeks *Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring* (FoRAM) didasari oleh tiga fungsi ekologis foraminifera laut secara umum, yaitu foraminifera oportunistis yang dapat menoleransi berbagai kondisi kritis, foraminifera yang hidup bersimbiosis dengan alga satu sel, dan foraminifera heterotropik (Gupta dkk., 2006). Selain beberapa jenis foraminifera besar yang bersimbiosis dengan alga satu sel, foraminifera secara umum adalah organisme heterotrof yang mendapatkan energi dari luar sistem tubuhnya. Seperti juga organisme heterotrof lainnya, foraminifera mendapatkan makanan dengan berperan sebagai herbivor, karnivor, dan omnivor.

Perairan Lombok bagian barat merupakan perairan yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam berbagai aspek, seperti pelabuhan, lahan budi daya, dan berbagai jenis kegiatan pariwisata. Saat ini kegiatan perekonomian di wilayah pesisir yang sedang digalakkan adalah budi daya perikanan dan kerang mutiara serta pariwisata. Namun, di beberapa tempat ditemukan kegiatan pencucian bijih emas secara tradisional oleh masyarakat. Kegiatan tersebut dilakukan dalam skala kecil, tetapi umum dilakukan oleh masyarakat pesisir di lokasi penelitian, terutama di sepanjang pesisir Sekotong. Dalam penelitian ini diperoleh informasi tentang status kesehatan perairan pesisir Lombok Barat yang diperlukan sebagai dukungan terhadap penancangan program pemerintah untuk menjadikan perairan Kawasan Timur Indonesia sebagai sentra kegiatan perikanan.

Pengambilan sampel dilaksanakan di tiga wilayah di pesisir barat Lombok, yaitu Sekotong, Lembar, dan Kombok (Gambar 9.1). Ketiga daerah itu merupakan lokasi budi daya dalam skala kecil dan sedang. Budi daya utama di wilayah ini adalah pembesaran ikan kerapu dan kerang mutiara.

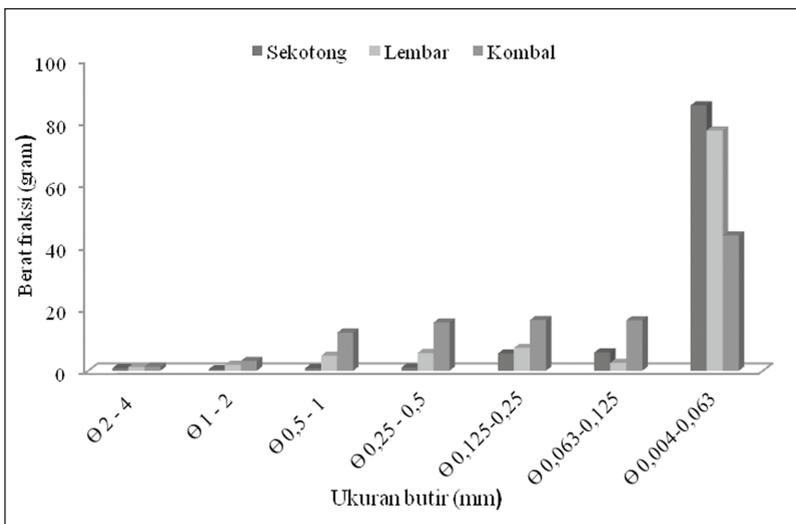


Gambar 9.1 Lokasi Penelitian di Pesisir Sekotong, Lembar, dan Kambal, Lombok Barat

B. KONDISI SEDIMEN DASAR

Untuk kajian analisis butir, sedimen dicuci menggunakan ayakan berseri mulai dari mata ayakan 0,063 mm sampai lebih dari 2 mm, bergantung pada hasil analisis visual pendahuluan sebelum pencucian. Sebelum diayak, sedimen dikeringkan, ditimbang, direndam, dan dicuci. Setelah pemisahan berdasarkan besar butir dengan penyaringan selesai, setiap fraksi sedimen dikeringkan dengan menggunakan oven selama 2 x 24 jam, dan terakhir tiap-tiap fraksi tersebut ditimbang. Prosedur tersebut diperlukan untuk menghitung persentase berat setiap fraksi.

Sedimen dasar perairan Sekotong, Lembar, dan Kombal adalah pasir, didominasi oleh fraksi pasir sangat halus berdiameter 0,004–0,063 mm (Gambar 9.2). Dari ketiga lokasi tersebut Sekotong merupakan perairan yang memiliki dasar perairan terhalus, dan perairan Kombal merupakan perairan terkasar. Rata-rata kandungan pasir sangat halus di dasar perairan Sekotong adalah 85,38% dari berat seluruh fraksi sedimen, di Lembar 77,28%, dan di Kombal 43,49%. Sedimen dasar di perairan Kombal sangat dipengaruhi oleh karakteristik sedimen terumbu di Gili Air, Gili Meno, dan Gili Trawangan yang berjarak kurang dari satu kilometer (Gambar 9.1). Ketiga gili tersebut merupakan gugus pulau karang. Dudley (2003) menyebutkan bahwa sedimen dasar di perairan terumbu didominasi oleh patahan *Acropora* dalam ukuran kerikil hingga pasir sedang, lembaran *Halimeda* dalam diameter butir 1–2 mm, cangkang foraminifera dari jenis-jenis *Marginopora* dan *Amphistegina* yang menyumbangkan fraksi pasir sedang (0,125–0,25 mm). Cangkang foraminifera merupakan 42% elemen sedimen pantai karbonat dan 35% elemen sedimen rata-rata terumbu (Dawson dkk., 2013).



Gambar 9.2 Sedimen Dasar Perairan Pesisir Barat Lombok

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. JENIS-JENIS FORAMINIFERA

Contoh sedimen diambil dengan menggunakan *grab* Smith McIntyre, dan kajian foraminifera sampel diambil dari lapisan permukaan setebal 2 cm. Di laboratorium dilakukan pewarnaan dengan menggunakan *rose bengal* untuk mengetahui keberadaan spesimen hidup. Sampel dicuci menggunakan ayakan baja berseri dengan ukuran mata ayakan 0,25 dan 0,5 mm. Spesimen diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi Barker (1959), dihitung jumlah individunya untuk mengetahui kekayaan jenis, dominasi jenis, kepadatan, dan abnormalitas morfologi, jika ditemukan.

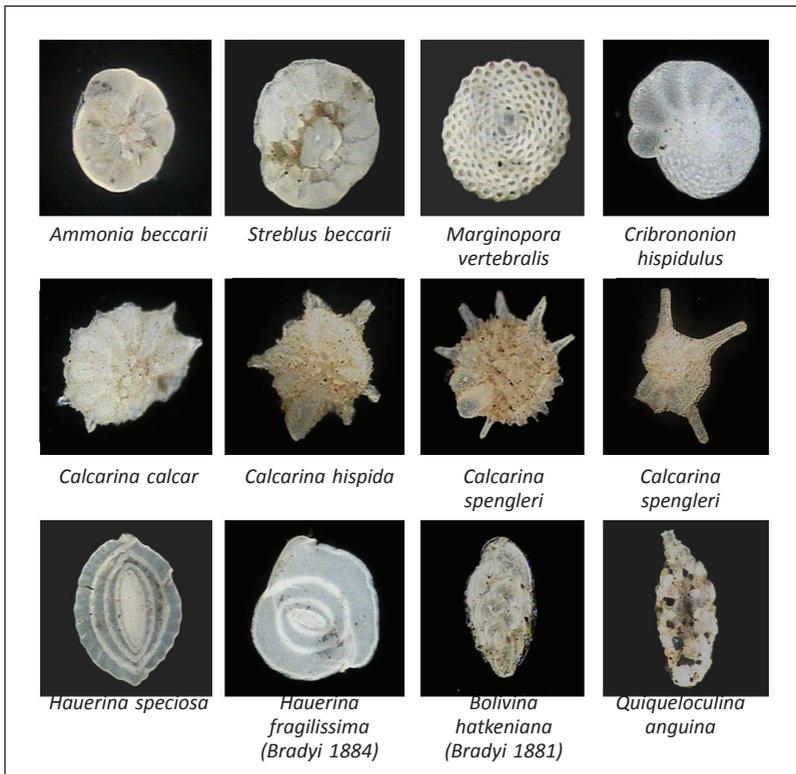
Foraminifera yang ditemukan di tiga lokasi penelitian terdiri atas 47 jenis benthik (Tabel 9.3). Dari 47 jenis tersebut 9 di antaranya merupakan foraminifera besar yang dapat digunakan sebagai penciri terumbu karang (Hallock, 2012; Renema, 2003), 3 jenis oportunistis, dan 35 jenis lainnya merupakan foraminifera benthik heterofilik. Yang termasuk foraminifera besar adalah jenis-jenis dari marga *Marginopora*, *Calcarina*, dan *Cymbaloporetta*. Jenis-jenis dari marga *Ammonia* dan *Elphidium* merupakan jenis oportunistis yang mampu bertahan dalam kondisi hipoksia dan eutrofik (Hallock, 2012).

Salah satu jenis foraminifera besar yang ditemukan di perairan Sekotong adalah *Cymbaloporetta squamosa*. Jenis ini hidup dengan melekatkan diri pada substrat yang dapat berupa *framework* karang, lamun, atau makroalga (Kitazato, 1994). Sebanyak tiga jenis marga *Calcarina* ditemukan di perairan Sekotong, Lembar, dan Kombok, dua di antaranya ditemukan melimpah di perairan Lembar (Gambar 9.3; Tabel 9.1). *Cymbaloporetta squamosa* dan *Calcarina* merupakan jenis yang berasosiasi dengan terumbu karang (Hallock, 2012; Ramirez dkk., 2008). Keberadaan kedua jenis tersebut di pesisir barat Lombok menunjukkan bahwa perairan ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan terumbu karang. Wilson (2007) menyebutkan bahwa *Cymbaloporetta* atau *Tretomphalus* merupakan foraminifera yang hidup sebagai epifit pada lamun dari marga *Thalassia*, demikian pula dengan marga *Cal-*

Tabel 9.1 Formula Indeks ForAM

$FI = (10 * Ps) + (Po) + (2 * Ph)$	
Keterangan	Ps= Ns/T
	Po= No/T
	Ph= Nh/T
	T = total jumlah spesimen
	Ns= angka <i>symbiont-bearing foraminifera</i> No= angka <i>stress-tolerant foraminifera</i> Nh= angka foraminifera kecil dan heterotropis lainnya

Sumber: Ramirez *et al.*, 2008



Sumber: Rositasari, 2011

Gambar 9.3 Foraminifera Benthik dari Perairan Dangkal Sekotong, Lembar, dan Komba, Lombok Barat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

carina yang biasa hidup sebagai epifit pada makroalga dan lamun. Richardson (2006) menyebutkan bahwa lamun dari jenis *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *C. Serrulata*, dan *Thalassia hemprichii* adalah contoh lamun yang biasa menjadi substrat foraminifera, sedangkan makroalga dari marga *Sargassum* merupakan substrat yang disukai foraminifera dari marga *Calcarina*.

D. STRUKTUR KOMUNITAS FORAMINIFERA

Kelimpahan relatif spesimen dihitung dengan mengacu pada pengategorian Fatela seperti yang disitir dalam Mendes dkk. (2008) dihitung dengan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$A = \frac{n_i}{n} \times 100\%$$

Keterangan: n_i = nilai penting jenis ke- i

n = jumlah total nilai penting

Jenis dominan adalah jenis dengan kelimpahan > 20% dari total populasi pada setiap sampel, melimpah (10–20%), asesoris (5–10%), dan jarang atau aksidental (1–5%). Indeks FoRAM dihitung untuk mengetahui daya dukung perairan terhadap pertumbuhan terumbu karang (Hallock, 2012; Ramirez dkk., 2008). Rumus indeks FoRAM diformulasikan oleh Hallock dkk. (2003). Indeks A-E dihitung untuk mengetahui potensi kejadian eutrofikasi dan/atau hipoksia pada suatu perairan. Indeks ini sudah digunakan beberapa peneliti perairan laut dangkal, seperti Minhat dkk., (2013); Martinez-Colon & Hallock, (2010); Strauss dkk., (2012).

Indeks dominasi, keanekaragaman, dan pemerataan foraminifera bentik di perairan Lombok bagian barat, khususnya di perairan Sekotong, Lembar, dan Kombal dapat dilihat pada Tabel 9.2. Perairan Kombal memiliki keanekaragaman jenis lebih tinggi dibandingkan keanekaragaman di perairan Lembar dan Sekotong. Tidak terlihat adanya dominasi mutlak pada jenis foraminifera bentik di ketiga per-

Tabel 9.2 Formula Indeks A-E

$N_A / (N_A + N_E) \times 100$	
Keterangan	$N_{A=}$ jumlah individu ammonia dalam sampel sedimen $N_{E=}$ jumlah individu elphidium dalam sampel sedimen

Sumber: Gupta dkk., 1996

airan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas perairan cenderung stabil tanpa tekanan (antropogenik/alamiah) yang berarti (Murray, 2006).

Dari penghitungan index ammonia-elphidium (A-EI) diketahui bahwa perairan Lembar memiliki indeks tertinggi dibandingkan indeks perairan Sekotong. Ini menunjukkan bahwa kerentanan perairan Lembar terhadap cemaran antropogenik lebih tinggi dibandingkan kerentanan perairan Sekotong ataupun Kombal. Nilai A-EI di perairan Kombal adalah 0 (Tabel 9.3). Ini menunjukkan bahwa perairan Kombal yang terletak di barat laut Pulau Lombok belum tercemar aliran antropogenik. Nilai A-EI yang sangat rendah ini berhubungan dengan karakteristik besar butir di perairan Kombal yang cenderung berpasir sedang sampai kasar. Karakteristik dasar perairan sangat memengaruhi kesehatan perairan karena semakin halus sedimen, semakin tinggi daya ikatnya terhadap partikel yang berada di kolom air (Bentivegna dkk., 2004).

Indeks FoRAM adalah indeks yang menunjukkan kondisi perairan yang mampu menunjang kehidupan karang. Apabila kondisi perairan cukup stabil untuk menunjang kehidupan terumbu karang (Hallock, 2012), kondisi tersebut dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan foraminifera, terutama jenis-jenis yang berasosiasi dengan terumbu karang. Hasil perhitungan indeks FoRAM (Tabel 9.3) menunjukkan bahwa perairan Sekotong dan Kombal termasuk kategori perairan yang cukup baik untuk pertumbuhan karang, tetapi tidak cukup untuk mendukung *recovery* jika terjadi kerusakan. Sementara itu, perairan Lembar menunjukkan tanda adanya pencemaran

Tabel 9.3 Indeks Ekologis Foraminifera Bentik di Pesisir Lombok Barat

	Sekotong	Lembar	Kombal
Dominance_D	0,2403	0,1723	0,07361
Shannon_H	2,116	2,337	2,962
Evenness_e^H/S	0,2767	0,4931	0,4834
ForAM index	6,46	4,68	6,38
A-E index	50	60	0

dan bukan perairan yang layak untuk pertumbuhan karang. Kondisi tersebut tergambarkan dari rendahnya kekayaan jenis foraminifera bentik di perairan ini serta ditemukannya *Ammonia beccarii* juga *Elphidium crispum* (Tabel 9.4 dan 9.5). Kehadiran kedua jenis penciri perairan pesisir dangkal berlumpur/payau/oportunis terhadap aliran antropogenik ini merupakan peringatan dini sebab tipe perairan di Lombok Barat didominasi oleh perairan oseanik. Karakteristik komunitas foraminifera bentik perairan pesisir oseanik terlihat di kedua lokasi penelitian lainnya, yaitu Sekotong dan Kombal (Tabel 9.4).

Kelimpahan relatif foraminifera di lokasi pengamatan dapat dilihat dalam Tabel 9.4. Dari nilai kelimpahan relatif disusun pengategorian jenis foraminifera di setiap lokasi pengamatan sehingga diketahui jenis dominan, melimpah, dan asesoris. Perairan Lembar merupakan perairan paling miskin dibandingkan perairan di lokasi lain, tetapi masih dipengaruhi oleh perairan terumbu karena marga *Calcarina* ditemukan sebagai jenis yang paling menonjol walau tidak mendominasi.

Berdasarkan pengategorian Fatela, jenis dominan hanya ditemukan di Sekotong (Tabel 9.4), yaitu *Cymbaloporetta squamosa*. Pada terumbu karang Apo di Filipina jenis ini biasa ditemukan di lereng luar terumbu dan paparan luar terumbu, terutama di daerah yang memiliki banyak pecahan karang dan alga kerak (Murray, 2006). Di perairan Lembar dan Kombal tidak ditemukan jenis dominan karena tingginya pemerataan sebaran jenis yang ditunjukkan oleh indeks *evenness* (Tabel 9.3) di kedua lokasi tersebut. Secara umum, Hillebrand

Tabel 9.4 Pengategorian Fatela

Kategori Fatela	Lokasi Pengamatan		
	Sekotong	Lembar	Kombal
Dominan	<i>Cymbaloporetta squamosa</i>		
Melimpah	<i>Triloculina keribatika</i>	<i>Calcarina</i> spp. <i>Ammonia beccarii</i> , <i>Calcarina calcar</i>	<i>Spiroloculina communis</i> , <i>Textularia agglutinans</i> , <i>Bolivina swegeriana</i>
Asesoris	<i>Cibicides praecinctus</i> , <i>Spiroloculina communis</i>	<i>Elphidium crispum</i>	<i>Triloculina tricarinata</i>

dkk. (2008) menggambarkan bahwa dominasi dan pemerataan jenis pada suatu sistem merupakan akibat faktor antropogenik, iklim, tata guna lahan, dan bertambah/berkurangnya konsumen.

Terdapat tiga jenis foraminifera bentik yang ditemukan melimpah di perairan Lembar, tetapi ketiga jenis tersebut memperlihatkan kontradiksi karena *Calcarina* merupakan penciri terumbu karang dan jenis-jenisnya yang berasosiasi dengan komunitas karang. Sementara itu, *Ammonia* merupakan foraminifera oportunistik yang mampu beradaptasi dengan perairan hipoksia ataupun eutrofikasi. Makanan utama dari *Ammonia beccarii* adalah diatom (fitoplankton) dan bakteri (Murray, 2006). Ketiga jenis yang ditemukan melimpah di perairan Lembar ini merupakan indikasi yang perlu dicermati sehubungan dengan terdeteksinya indikator pengayaan di perairan ini walaupun masih dalam skala yang sangat rendah.

Hasil analisis kluster dengan menggunakan indeks Horn (Gambar 9.4) mendeteksi adanya dua kelompok komunitas pada persamaan 0,5. Kelompok pertama adalah komunitas foraminifera bentik di pesisir Sekotong yang mengelompok dengan komunitas foraminifera di pesisir Kombal, sedangkan foraminifera di pesisir Lembar memperlihatkan karakteristik yang berbeda dengan kedua perairan

Tabel 9.5 Jenis Foraminifera Bentik Resen di Perairan Barat Lombok, 2011

	Sekotong	Lembar	Kombal
<i>Amphistegina radiata</i>	4	0	64
<i>Ammonia beccarii</i>	2	9	0
<i>Ammoscalaria</i> sp.	0	0	2
<i>Bolivina swegeriana</i>	0	0	35
<i>Baculogypsinooides spinosus</i>	4	0	1
<i>Calcarina spengleri</i>	1	1	6
<i>C. calcar</i>	3	8	1
<i>C. hispidus</i>	10	1	12
<i>Calcarina</i> spp.	5	31	2
<i>Cibicides praecinctus</i>	34	0	43
<i>Cymbaloporetta squamosa</i>	189	2	3
<i>C. tabellaeformis</i>	4	0	3
<i>C. bradyi</i>	0	2	7
<i>Cribrononion hispidus</i>	15	0	0
<i>Cribroelphidium poeyanum</i>	1	0	0
<i>Elphidium craticulatum</i>	1	1	7
<i>E. crispum</i>	1	5	1
<i>E. lessonii</i>	0	0	1
<i>Eponides rephandus</i>	2	1	2
<i>Eponides punctulatus</i>	0	0	2
<i>Operculina</i> spp.	0	1	37
<i>Oolina apiculata</i>	0	1	1
<i>Peneroplis planatus</i>	4	0	0
<i>Planorbulina larvata</i>	0	0	3
<i>Pseudomassilina australis</i>	0	0	3
<i>Q. auberiana</i>	1	0	7
<i>Q. lamarckiana</i>	1	1	7
<i>Q. parkeri</i>	0	1	0
<i>Q. pseudoreticulata</i>	1	0	2
<i>Q. seminula</i>	5	2	0

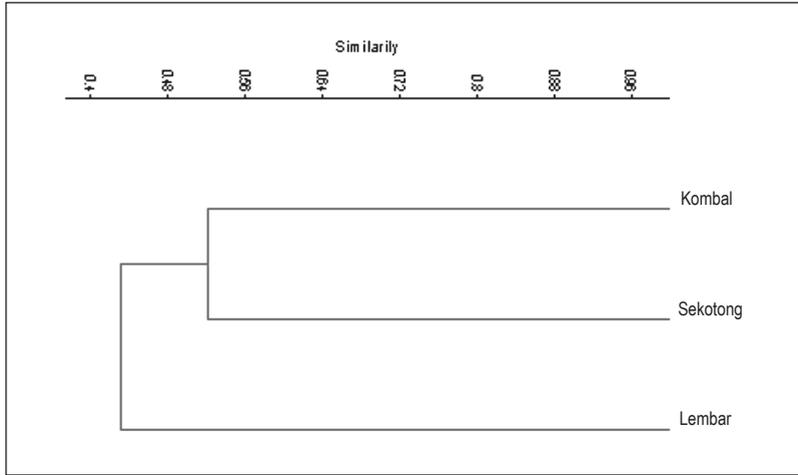
Buku ini tidak diperjualbelikan.

	Sekotong	Lembar	Kombal
<i>Q. bicornis</i>	0	0	4
<i>Q. bidentata</i>	0	0	1
<i>Rhephax scorpiurus</i>	3	0	9
<i>Reusella simplex</i>	0	0	2
<i>Scumbergerina alveoliniformis</i>	0	0	6
<i>Siphogenerina raphanus</i>	1	0	5
<i>Spiroloculina communis</i>	37	3	36
<i>Streblus beccarii</i>	0	13	0
<i>Streblus scroetrianus</i>	7	1	3
<i>Triloculina fichteliana</i>	0	0	5
<i>Triloculina kerimbatika</i>	47	5	29
<i>T. tricarinata</i>	8	2	26
<i>T. trigonula</i>	3	0	2
<i>Textularia conica</i>	0	0	18
<i>T. agglutinans</i>	18	5	57
<i>T. pseudogramen</i>	2	1	3
<i>T. earlandy</i>	1	0	2

lain. Jumlah jenis foraminifera benthik di perairan Lembar paling rendah dibandingkan jumlah foraminifera benthik di kedua perairan lain (Tabel 9.4), demikian pula dengan kelimpahan individunya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh peruntukan perairan Lembar sebagai pelabuhan provinsi untuk kawasan Lombok bagian barat.

E. PENUTUP

Komunitas foraminifera di lokasi penelitian masih dipengaruhi oleh komunitas terumbu karang dan komunitas asosiasinya seperti padang lamun. Nilai indeks A-E dan indeks FoRAM di perairan Lombok bagian barat menunjukkan bahwa aliran antropogenik belum berdampak pada populasi akuatik kecuali di perairan Lembar yang sudah memperlihatkan indikasi perkembangan jenis-jenis foraminifera



Gambar 9.4 Dendrogram Berdasarkan Indeks Kesamaan Horn pada Komunitas Foraminifera Bentik di Perairan Sekotong, Lembar, dan Kombal, Lombok

bentik oportunistis. Perairan Lembar merupakan pelabuhan provinsi untuk wilayah Lombok Barat yang terakses pada beberapa aliran sungai, memiliki kekayaan jenis foraminifera bentik dan kelimpahan individu paling rendah di antara kedua perairan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alve, E. (1995). Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution—a review. *J. Foraminiferal Res.*, 25, 190–203.
- Barker, R. W. (1959). *Taxonomic Notes*. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist. Special Publication No. 9, Tulsa, Oklahoma, USA, 238
- Bentivegna, C. S., Alfano, J., Bugel, S. M., & Czechomicz, K. (2004). Influence of sediment characteristics on heavy metal toxicity in urban marsh. *Urban Habitat*, 2(1), 91–111.
- Carnahan, E. A., Hoare, A. M., Hallock, P., Lidz, B. H., & Reich, C. D. (2009). Foraminiferal assemblages in Biscayne Bay, Florida, USA: Responses to urban and agricultural influence in subtropical estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 59, 221–233.

- Dawson, J. L., Hua, Q., & Smithers, S. G. (2013). Benthic foraminifera: Their importance to future reef island resilience. *Proceedings of the 12 International Coral Reef Symposium*, Cairns, Australia, 9–13 July 2012 1A Reef and Reef Island Geomorphology, hlm. 23–30.
- Debenay, J. P., Geslin, E., Eichler, B. B., Wuleba, W., Sylvestre, F., & Eichler, P. (2001). Foraminiferal assemblages in a Hypersaline Lagoon, Araruama (R. J.) Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, 31, 133–151.
- du Chatelet, E. A., Debenay, J. P., & Souldard, R. (2004). Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. *Environmental Pollution*, 127, 27–40.
- Dudley, W. C. (2003). Coral Reef Sedimentology. <http://www.kmec.uhh.hawaii.edu/QUESTInfo/reefsEDM.pdf>. Diakses 23 Juni 2012.
- Gupta, B. K., Turner, R.E., & Rabalais, N. N. (1996). Seasonal oxygen depletion in continental-shelf waters of Louisiana: historical record of benthic foraminifera. *Geology*, 24, 227–230.
- Gupta, B. K., & E. Platon. (2006). Tracking past sedimentary records of oxygen depletion in coastal waters: use of the Ammonia-Elphidium foraminiferal index. *Journal of Coastal Research*: 1.351–1.355.
- Hallock, P., Talge, H. K., Smith, K., & Cockeye, E. M. (1993). Bleaching in a reef-dwelling foraminifer *Amphistegina gibbosa*. *Proceedings, 7th International Coral Reef Symposium*, Guam 1, 44–49.
- Hallock, P. (2000). Symbiont-bearing foraminifera: harbingers of global change? *Micropaleontology*, 46, 95–104.
- Hallock, P. (2001). Coral reefs, carbonate sediments, nutrients and global change. In: Stanley GD (Ed.), *The History and Sedimentology of Ancient Reef Systems*. New York: Kluwer Academic Publishing/Plenum.
- Hallock, P., Lidz, B. H., Cockey-Burkhard, E. M., & Donnelly, K. B. (2003). Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: The FORAM Index. *Environ. Monit. Assess.* 81, 221–238.
- Hallock, P., Williams, D. E., Toler, S. K., Fisher, E. M., & Talge, H. K. (2006). Bleaching in reef-dwelling foraminifera: Implications for reef decline. *Proceedings 10th International Coral Reef Symposium*, Japan 1, 729–737.
- Hallock, P. (2012). The foraminiferal index revisited: Uses, challenges, and limitations. *Proc. Coral Reef Sym.*, Australia, 22–29.

- Hillebrand, H., Bennet, D.M., & Cadotte, M. W. (2008). Consequences of dominance; a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology*, 89(6), 1.510–1.520.
- Kitazato, H. (1994). Foraminiferal microhabitats in four marine environments around Japan. *Mar. Micropal.*, 24, 29–41.
- J. J. Lee, & O. R. Anderson (Eds.). (1991). Symbiosis in foraminifera. In Lee, J. J., Anderson, O.R., (editor). *Biology of Foraminifera*. New York: Academic Press.
- Martínez-Colón, M., & Hallock, P. (2010). Preliminary survey on foraminiferal responses to pollutants in Torrecillas Lagoon-Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 46(1), 106–111.
- Mendes, R. S., L. R. Evangelista, S.M. Thomas, A. A. Angostinho, and L.C. Gomes. (2008). A unified index to measure ecological diversity and species rarity. *Ecogeography*, 31(4), 450–456.
- Minhat, F. I., Yahya, K., Thalib, A., & Ahmad, O. (2013). A Survey of Benthic Assemblages of Foraminifera in Tropical Coastal Waters of Pulau Pinang, Malaysia. *Trop Life Sci Res*. 24(1): 35–43.
- Murray, J. (2006). *Ecology and application of benthic foraminifera*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Magruder, W. H., and Hunt, J. W. (1979). *Seaweeds of Hawaii*. Honolulu: Oriental Publishing Co. :126pp.
- Nigam R., Saraswat R., & Panchang R. (2006). Application of foraminifers in ecotoxicology: Retrospect, perspect and prospect. *Environ. Int.*, 32, 273–283.
- Richardson, S. L. (2006). Response of epiphytic foraminiferal communities to natural eutrophication in seagrass habitats off man o’war cay, belize. *Marine Ecology*, 27(4), 404–416.
- Ramirez, A., Daniels, C., & Hallock, P. (2008). Applications of the SE-DCON and FORAM Indices on Patch Reefs in Biscayne National Park, FL, USA. *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium*, Ft. Lauderdale, Florida.
- Renema, W. (2003). Larger foraminifera on reefs around Bali (Indonesia). *Zoo. Verb. Leiden* 345, 338–366.
- Schafer, C. T. (2000). Monitoring nearshore marine environments using benthic foraminifera: Some protocols and pitfalls. *Micropaleontology*, 46, 161–164.

- Strauss, J., Grossman, E.L., Carlin, J.A., & Dellapenna, T.M. (2012). 100 years of benthic foraminiferal history on the inner Texas shelf: faunal indications and stable isotopes. *Continental Shelf Research*, 38: 89–97.
- Wilson, B. (2007). Guilds among epiphytal foraminifera on fibrous substrates, Nevis, West Indies. *Mar. Micropal.*, 63, 1–18.

BAB X

KARAKTERISTIK MAKROALGA BERZAT KAPUR DI PERAIRAN TANJUNG SIRA, LOMBOK BARAT

Ahmad Kadi

A. PENDAHULUAN

Makroalga berzat kapur atau disebut *Calcareous algae* tumbuh di habitat paparan terumbu karang pada substrat batu karang, pecahan karang mati, pasir kasar, dan benda-benda yang keras berada di dasar perairan. Makroalga ini terdiri atas kelompok bertulang rawan dan berkerak serta dapat membentuk karbonat. Kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan hasil metabolisme yang berupa mineral aragonit dan kalsit. Sebarannya dapat dijumpai di perairan laut tropik dan subtropik, sampai dengan kedalaman 300 m (Cordero, 1977). Makroalga ini di Indonesia berjumlah 103 jenis (Bosse, 1928). Marga yang mudah diperoleh di perairan pantai Indonesia adalah *Halimeda*, *Padina*, *Amphiroa*, *Galaxaura*, *Corallina*, *Hydrolithon*, *Mesophyllum*, *Peysonallia*, *Porolithon*, dan *Sporolithon*.

Makroalga berzat kapur dalam ekosistem pantai mempunyai arti yang sangat penting bagi pembentukan ekosistem terumbu karang baru, yakni ikut andil membentuk endapan kalsium karbonat baru yang bersifat berongga (*porous*) dan sangat dibutuhkan dalam sistem *phycocolloid reef* yang merupakan persediaan hidrokarbon masa kini

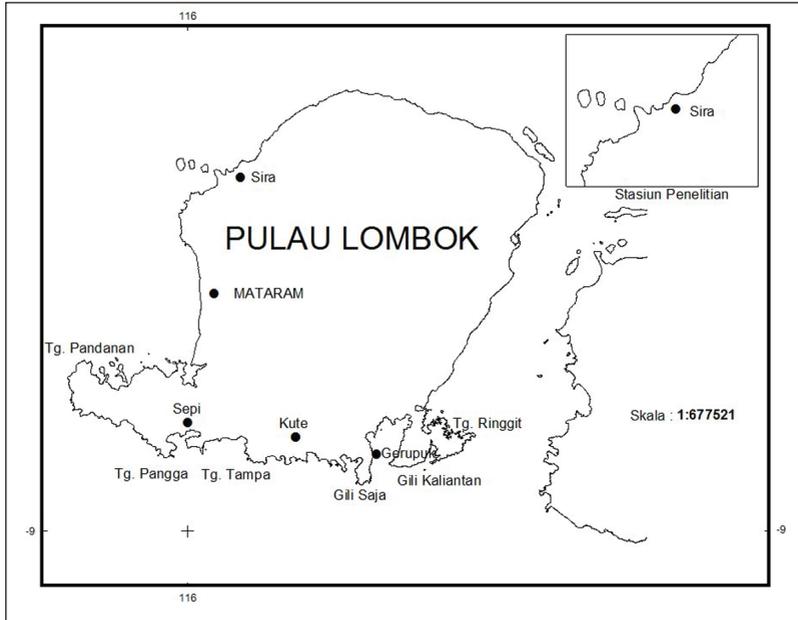
(Cordero, 1977). Wray (1977) menambahkan bahwa makroalga berzat kapur di daerah rataaan terumbu karang sebagai persediaan pakan tambahan bagi ikan-ikan herbivora melalui *grazing* dan *browsing* dalam memenuhi kebutuhan CaCO_3 untuk pertumbuhan tulang.

Cordero (1977) menyatakan bahwa kelompok jenis makroalga berzat kapur mempunyai sifat fisik yang berbeda-beda dengan penggolongan jenis berdasarkan kandungan kalsium karbonat yang ada di dalam sel *thallus*, yakni kandungan kalsium karbonat tipe aragonit yang berada di permukaan dinding sel dan tipe kalsit yang berada di dalam dinding sel. Pengelompokan sifat fisik makroalga berzat kapur adalah makroalga berzat kapur bertulang CaCO_3 yang dibentuk mirip tulang bersusun dan bentuk kerangka seperti yang ada pada marga *Corallina*. Sifat fisik makroalga berzat kapur CaCO_3 lainnya dibentuk seperti berkerak berupa *thallus* tipis, menempel di batuan seperti lembaran kecil atau bersegmen-segmen (Dawson, 1966).

Dalam tulisan ini diuraikan karakteristik pertumbuhan makroalga berzat kapur di beberapa bagian habitat rataaan terumbu karang, kandungan CaCO_3 , dan sumbangannya untuk menunjang budi daya biota laut di rataaan terumbu karang Tanjung Sira, Lombok Utara (Gambar 10.1). Tanjung ini terlindung oleh pulau-pulau kecil sehingga terbebas dari gempuran ombak besar. Makroalga berzat kapur juga berfungsi sebagai perekat karang mati, cangkang-cangkang moluska, dan benda-benda keras yang ada di dasar perairan sehingga kerangka karang yang mati tetap tegak dan dapat menahan gempuran ombak besar (Wilson dkk., 2004).

B. HABITAT DAN SEBARAN MAKROALGA

Menurut Magruder & Hunt (1979), habitat makroalga berzat kapur atau lingkungan tempat tumbuh di rataaan terumbu karang terbagi dalam area intertidal (*beach/tide pool area*), rataaan terumbu karang (*reef flat*), punggung terumbu/tubir (*porolithon ridge*), tubir (*upper reef slope*), dan laut terbuka. Rataan terumbu karang tersebut memiliki



Sumber: Unyang, 2015

Gambar 10.1 Peta Perairan Pantai Tanjung Sira, Lombok Barat

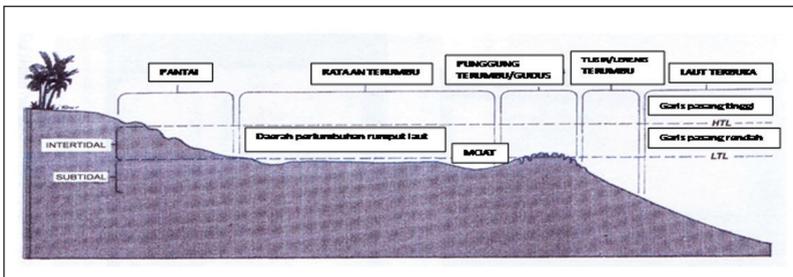
kesamaan habitat dengan perairan terumbu karang di Pantai Tanjung Sira yang terletak di perbatasan Kabupaten Lombok Barat dengan Lombok Utara. Kabupaten Lombok Utara ini merupakan pemekaran dari Kabupaten Lombok Barat yang disahkan dalam Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 99.

Tanjung Sira secara geografis terletak di koordinat $115^{\circ}30'00''$ BT dan $08^{\circ}30'0''$ LS (Gambar 10.1). Perairan ini memiliki terumbu mulai dari garis pantai sampai kedalaman 0,5–10 m sampai ke arah tubir. Makroalga kebanyakan tumbuh pada suhu $\pm 20\text{--}30^{\circ}\text{C}$, kadar garam 30–39‰, dan pH air 7–8,5 sampai pada lingkungan ekstrem dapat tumbuh di kedalaman sampai mencapai 300 m atau lebih (Dawson, 1966). Makroalga berzat kapur mempunyai *thallus* yang menempel atau menancap pada substrat pasir dengan bonggol yang berumbi.

Penelitian dilaksanakan pada Mei 2012 dengan menggunakan metode transek kuadrat, menggunakan *frame* 1 x 1 m² berjarak 10 m antara *frame* pertama dan berikutnya yang dimulai dari garis pantai hingga ke arah tubir. Sampel makroalga berzat kapur yang ada dalam setiap transek diambil dan diberi label, dikeringkan, lalu ditimbang (Buckland dkk., 1993). Pemisahan mineral aragonit dan kalsit dilakukan dengan menggunakan metode yang disusun oleh Hillis (1980), yaitu dengan menggunakan HCl pekat. Berat zat aragonit dan kalsit dari setiap jenis makroalga berzat kapur diketahui dari selisih berat basah dan berat kering. Identifikasi jenis makroalga berzat kapur dan kandungan CaCO₃ tipe aragonit dan kalsit dilakukan dalam daftar tipe kandungan karbonat menurut Cordero (1977) dan Connel (1974).

1. Intertidal (Beach)

Daerah intertidal merupakan bagian dari ratahan terumbu karang yang dangkal (Gambar 10.2). Daerah intertidal merupakan habitat makroalga berzat kapur yang tumbuh di bagian lekukan-lekukan substrat pasir dan goba-goba kecil yang pada waktu surut terendah masih tergenang air. Di daerah intertidal banyak dijumpai marga *Halimeda* dan *Padina* (Tabel 10.1). Round (1981) mengatakan bahwa kalsifikasi kedua marga tersebut terjadi pada semua bagian *thallus*,



Sumber: Magruder dan Hunt, 1979

Gambar 10.2 Habitat Makroalga Berzat Kapur di Rataan Terumbu Karang Pantai Tanjung Sira, Lombok Barat.

Tabel 10.1 Makroalga Berzat Kapur Paparan Terumbu Karang Pantai Tanjung Sira, Perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat

Nama Makroalga Berzat Kapur	Intertidal (Beach)	Rataan Terumbu (Reef Flats)	Gudus (Ridge)	Tubir (Upper Reef Slope)
<i>Chlorophyta</i>				
<i>Halimeda cuneata</i>	+	+	+	+
<i>H. cylindracea</i>	++	++	-	-
<i>H. discoidea</i>	+	++	++	+
<i>H. macrophysa</i>	+	+	++	+
<i>H. macroloba</i>	++	++	-	-
<i>H. opuntia</i>	++	++	++	++
<i>H. tuna</i>	+	+	++	-
<i>Phaeophyta</i>				
<i>Padina australis</i>	+	++	+	+
<i>Rhodophyta</i>				
<i>Amphiroa canaliculata</i>	-	++	+	-
<i>Galaxaura rugosa</i>	-	+	+	-
<i>Corallina sp.</i>	-	++	+	+
<i>Hydrolithon reinboldii</i>	-	+	++	+
<i>Mesophyllum mesomorphum</i>	-	+	++	+
<i>Peysonallia rubra</i>	-	+	++	++
<i>Porolithon gardineri</i>	-	+	++	+
<i>Sporolithon erythraeum</i>	-	+	+	+

Keterangan: + = sedikit; ++ = banyak; - = tidak ada

di bagian dinding ataupun di dalam jaringan sel. Kalsium karbonat yang tersimpan ini merupakan bahan makanan tambahan bagi ikan herbivora dan biota lain (Matsuura dkk., 2000). Ditemukan delapan jenis makroalga berzat kapur di daerah intertidal Tanjung Sira yang terdiri atas *Halimeda macroloba*, *H. macrophysa*, *H. opuntia*, *H.*

cylindracea, *H. cuneata*, *H. discoidea*, *H. tuna*, dan *Padina australi*. Jenis *Halimeda macroloba* dan *H. cylindraceae* memiliki keunikan tersendiri, yakni bonggol berumbi dapat mengikat partikel-partikel pasir yang lebih besar sehingga dalam komunitas yang besar jenis tersebut mampu menahan kikisan erosi pasir dari empasan ombak.

2. Subtidal (Reef Flats)

Daerah subtidal merupakan bagian dari paparan terumbu tengah karena pada waktu air surut rendah sebagian besar substrat masih tergenang, batas area ini hingga daerah *rampart* (Gambar 10.2). Substrat daerah ini berupa batu karang, pecahan karang, dan karang mati. Goba (kubangan) yang terdapat di rataan terumbu merupakan tempat ideal bagi pertumbuhan makroalga. *Thallus skeleton* dan alga kerak yang terpapar langsung matahari karena mengalami surut terendah akan mudah mati. Makroalga berzat kapur di daerah subtidal terdiri atas 16 jenis yang berasal dari kelas Chlorophyceae, yaitu marga *Halimeda*, dari kelas Phaeophyceae yaitu marga *Padina*, dan dari kelas Rhodophyceae yaitu marga *Amphiroa*, *Corallina*, *Galaxaura*, *Hydrolythion*, *Mesophyllum*, *Peyssonellia*, *Porolithon*, dan *Sporolithon* (Tabel 10.1). Terdapat 8 jenis lebih banyak kelas Rhodophyceae di daerah rataan terumbu Tanjung Sira daripada jenis tersebut di Pantai Espirito Santo, Brasil, yaitu hanya 5 jenis (Ramos dkk., 2010). Cordero (1977) menemukan 16 jenis makroalga berzat kapur yang dijumpai di area subtidal di perairan Filipina. Atmadja & Sulistijo (1980) melaporkan bahwa makroalga berzat kapur di perairan Lombok dan sekitarnya mempunyai jenis yang sama, yakni 16 jenis. Karakter utama dari *thallus* makroalga ini adalah ada yang agak rapuh dan ada yang keras sekali, kandungan kalsium karbonat yang dibentuk dari tipe kalsit dan aragonit cukup tinggi, dan merupakan hasil penumpukan metabolit berupa CaCO_3 . Semen perekat yang sangat kuat banyak dihasilkan metabolit marga *Peyssonellia* dan *Corallina*.

3. Reef Rampart/Gudus (*Porolithon Ridge*)

Reef Rampart adalah punggung terumbu atau gudus yang merupakan batas antara rata-rata terumbu dan tubir, letaknya membujur, membentuk pematang yang terdiri atas gundukan atau bongkahan, dengan ketinggian bervariasi (Gambar 10.2). Substrat punggung terumbu terbentuk dari bongkahan karang *bolder* atau karang *massif*. Area ini merupakan habitat utama bagi semua jenis makroalga berzat kapur. Bagian dinding punggung terumbu yang mencuat ke atas kebanyakan diselubungi oleh makroalga kerak. Makroalga berzat kapur di daerah gudus ada 14 jenis (Tabel 10.1), dijumpai di bagian bongkahan yang selalu tergenang air sehingga dapat dilihat jelas pada saat surut terendah. Makroalga berzat kapur yang berada di punggung terumbu berfungsi sebagai perekat bongkahan karang yang mati dan berfungsi sebagai penahan ombak bagi ekosistem terumbu karang, yakni dengan memecah ombak sebelum sampai ke tepi pantai.

4. Tubir (*Upper Reef Slope*)

Makroalga berzat kapur di daerah tubir (Gambar 10.2) terdiri atas 11 jenis yang berasal dari kelas Chlorophyceae marga *Halimeda*, kelas Phaeophyceae marga *Padina*, dan kelas Rhodophyceae marga *Corallina*, *Hydrolithon*, *Mesophyllum*, *Peysonellia*, *Porolithon*, dan *Sporolithon* (Tabel 10.1). Makroalga berzat kapur di daerah tubir ditemukan tumbuh menyelimuti bonggol karang yang lapuk, yaitu marga *Acropora*. Makroalga berzat kapur dari marga *Peysonallia* tumbuh menyelimuti bonggol karang yang lapuk sehingga tetap kokoh. Zat kapur dari marga *Peysonallia* merupakan hasil sekresi yang berupa metabolit yang berwarna merah marun, merah tua, dan ungu. Marga ini biasa hidup hingga kedalaman 5–40 m (Kongwe, 2006).

C. KANDUNGAN KALSIMUM KARBONAT

Untuk memperoleh kandungan CaCO_3 dari setiap marga dilakukan penimbangan agar diketahui berat basah kandungan zat kapur tiap-tiap marga dalam ($1 \times 1 \text{ m}^2$). Sampel kemudian dikeringkan dalam oven 60°C sampai kering, lalu ditimbang dan dilarutkan pada HCl pekat sehingga zat kapur akan terlepas dari *thallus* sehingga yang tertinggal hanya serat-serat *thallus*, kemudian dikeringkan kembali dan ditimbang. Selisih berat kering *thallus* awal dikurangi berat serat *thallus* kering akhir adalah berat kandungan zat kapur tiap-tiap marga atau jenis (Hillis, 1980).

1. Kalsium Karbonat

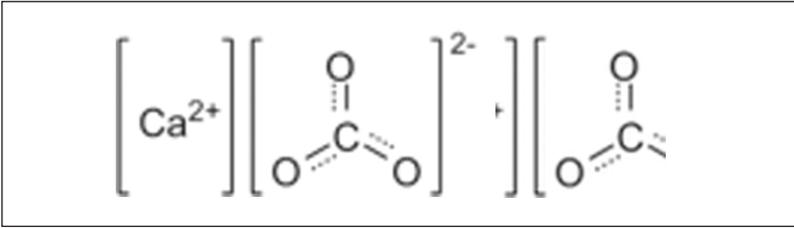
Beberapa jenis makroalga berzat kapur yang ditemukan di lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 10.4 hingga 10.7. Kalsium karbonat diperoleh melalui hasil metabolisme yang disimpan atau diendapkan di dalam jaringan sel *thallus*, termasuk kelompok *articulate* bertulang, sedangkan kelompok *crustose* berkerak zat kapur disimpan di permukaan sel. Makroalga berzat kapur di Pantai Tanjung Sira mempunyai dua tipe aragonit kalsium karbonat termasuk *calcareous algae* hijau, cokelat, dan sebagian merah. Kandungan aragonit dapat membentuk *crustose* berkerak atau endapan hidrokarbon sebagai kalsium karbonat yang bersifat *porous*, tumbuh menempel di batuan (alga epilitik) atau menancap di pasir. Kelompok lain adalah *calcareous algae* merah dengan kandungan kalsit dan membentuk sedimen *articulate* yang akan menghasilkan *thallus* bertulang *skeleton* sebagai endapan kalsium karbonat, tumbuh menempel atau menyelimuti benda lain. Produksi alami kalsium karbonat di rataan terumbu karang perairan Tanjung Sira rata-rata mencapai $100\text{--}450 \text{ g/m}^2$ (Tabel 10.2), tetapi masih lebih rendah daripada yang terdapat di paparan terumbu Kepulauan One Tree Great Barrier Reef, Australia, yang mencapai $148\text{--}500 \text{ g/m}^2$. Kandungan kalsium karbonat ini menunjukkan bahwa di perairan Tanjung Sira biomassa CaCO_3 yang ada,

Tabel 10.2 Kandungan Kalsium Karbonat Makroalga Berzat Kapur (g/m^2) di Paparan Pantai Tanjung Sira, Lombok, Nusa Tenggara Barat

Kelas	Marga	Tipe Kandungan Kalsium Karbonat	Bagian Tempat Penyimpanan	Kalsium Karbonat (g/m^2)
Chlorophyceae	<i>Halimeda</i>	Aragonit	Permukaan sel	125
Phaeophyceae	<i>Padina</i>	Aragonit	Permukaan sel	100
Rhodophyceae	<i>Amphiroa</i>	Aragonit	Permukaan sel	200
	<i>Galaxaura</i>	Aragonit	Permukaan sel	250
	<i>Corallina</i>	Kalsit	Dalam dinding sel	450
	<i>Hydrolithon</i>	Kalsit	Dalam dinding sel	300
	<i>Mesophyllum</i>	Kalsit	Dalam dinding sel	400
	<i>Peysonallia</i>	Kalsit	Dalam dinding sel	250
	<i>Porolithon</i>	Kalsit	Dalam dinding sel	400
	<i>Sporolithon</i>	Kalsit	Dalam dinding sel	400

tidak jauh berbeda dengan daerah lain. Klumpp & Kinnon (1992) menambahkan bahwa kandungan kalsium karbonat ini bergantung pada kedalaman tempat tumbuh dan sinar matahari yang diterima di tiap-tiap perairan. Odum & Odum (1955) menyatakan bahwa penyerapan kalsium karbonat makroalga berzat kapur yang mencapai 7–38% adalah CaCO_3 dengan kandungan mineral aragonit dan kalsit, sedangkan senyawa lain seperti karbonat magnesium dan karbonat stonium berada dalam jumlah yang sangat kecil.

Setiap molekul kalsium CaCO_3 yang dipanaskan menjadi serbuk remah dan lunak yang dinamakan kalsium oksida (CaO) akan bergabung dengan 1 atom oksigen dan molekul lain. Molekul ini akan berikatan dengan oksigen dan menghasilkan CO_2 yang akan lepas



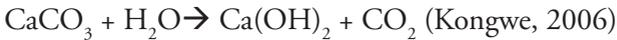
Sumber: Kongwe, 2006

Gambar 10.3 Struktur Kimia Kalsium Karbonat

ke udara sebagai gas karbon dioksida. Reaksi tersebut berlangsung sebagai berikut:



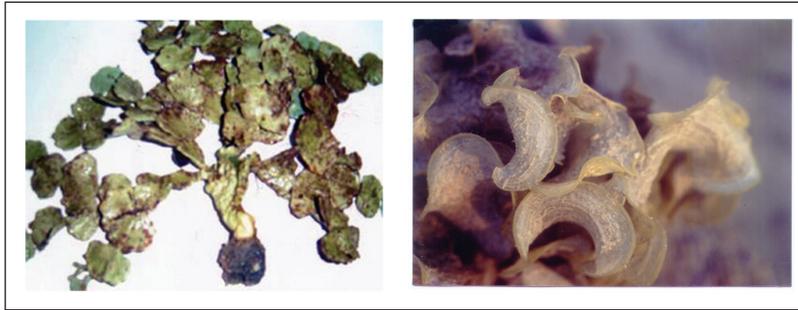
Molekul CaCO_3 akan segera mengikat molekul air (H_2O) dan membentuk kalsium hidroksida yang berupa zat lunak seperti pasta. Dalam keadaan kering zat tersebut akan mengeras menjadi batuan kapur dengan reaksi sebagai berikut:



Braga & Riding (2005) menyatakan bahwa pasta hasil metabolisme *calcarious algae* ialah aragonit dan kalsit yang melekat pada karang mati dan benda lain yang berada di dasar perairan. Apabila ini terjadi dalam keadaan kering akan terbentuk batuan kapur yang keras.

2. Mineral Aragonit

Kandungan aragonit pada beberapa jenis makroalga berzat kapur yang menempel pada kerang-kerangan seperti kelas Chlorophyceae marga *Halimeda*, Phaeophyceae marga *Padina*, dan Rhodophyceae marga *Amphiroa* dan *Galaxaura* terlihat lebih lunak (Tabel 10.2, Gambar 10.4 dan 10.5). Aragonit adalah mineral dari kalsium karbonat yang terbentuk pada suhu rendah, dalam bentuk *polymorphous*, yakni rumus kimia yang sama, tetapi dengan struktur kristal yang berbeda dengan kalsit (Erich & Pierre, 1999). Endapan kandungan aragonit



Sumber: Foto Achmad Kadi

Sumber: Foto Achmad Kadi

Gambar 10.4 *Halimeda macroloba* **Gambar 10.5** *Padina australis*

lebih lunak, akan berubah menjadi batuan kalsit yang keras apabila dipanaskan pada suhu 380–470°C (Kongwe, 2006).

3. Mineral Kalsit

Kelas Rhodophyceae marga *Corallina*, *Hydrolithon*, *Mesophyllum*, *Peysonallia*, *Porolithon*, dan *Sporolithon* mengandung kalsium karbonat yang berupa aragonit. Sebagian besar kelas tersebut berasal dari kelas alga merah. Batuan kalsium karbonat terbentuk dalam proses biologi dan biokimia. Batuan kalsium karbonat terbentuk di lingkungan laut dangkal sebab di lingkungan laut tersebut tidak terjadi pengendapan mineral yang berasal dari daratan. Bentuk mineral kalsium karbonat ini diabsorpsi untuk pertumbuhan koral dan makroalga berzat kapur, yang merupakan hasil metabolisme yang akan menyekresi mineral aragonit yang kemudian berubah menjadi mineral kalsit apabila keadaan laut relatif dangkal dengan intensitas cahaya matahari yang cukup (Scoffin, 1987). Kalsit adalah mineral pembentuk batuan dari kalsium karbonat sebagai *polymorphous* karbonat kalsium yang paling stabil dengan struktur kristal keras (Erich & Pierre, 1999). *Polymorphous* adalah mineral aragonit yang lebih lunak. Batuan kalsit ini sangat umum digunakan sebagai mineral dan bahan konstruksi bangunan, perlakuan netralisasi pH tanah untuk pertanian, dan bahan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Foto Ahmadi Kadi



Sumber: Foto Ahmadi Kadi

Gambar 10.6 *Corallina* sp. (Kerak) **Gambar 10.7** *Peysonallia rubra*

kepentingan industri farmasi. Daerah pulau-pulau kecil menggunakan batuan kalsit dari koral atau batuan *algae corallina* yang sudah mati sebagai bahan fondasi bangunan.

D. PERAN MAKROALGA BERZAT KAPUR

Makroalga berzat kapur di daerah pantai dibutuhkan dalam pembentukan kembali ekosistem terumbu karang yang telah rusak. Produksi metabolit yang berupa CaCO_3 dari makroalga berfungsi sebagai perekat karang mati, melapisi cangkang kerang dan benda-benda keras yang ada di dasar perairan sehingga tidak mudah mengalami kehancuran. Kandungan aragonit dan kalsit pada rangka karang meningkatkan resistensi ekosistem terumbu karang dalam menahan kikisan arus air dan gempuran ombak besar.

Makroalga berzat kapur dalam ekosistem terumbu karang berfungsi pula sebagai tempat kamuflase dan lahan asuhan bagi benih-benih ikan, moluska, krustasea, dan biota lain agar terhindar dari kejaran predator. Dengan demikian, keberadaan makroalga berzat kapur membantu fungsi ekosistem terumbu karang dalam menyediakan cadangan benih biota laut untuk menunjang budi daya biota laut di perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat. Fungsi lain dari makroalga berzat kapur CaCO_3 adalah sebagai pakan tambahan bagi

benih-benih biota laut dalam pembentukan tulang. Saat ini industri sudah menggunakan tepung yang berasal dari makroalga ini sebagai campuran makanan dalam berbagai suplemen, produk farmasi, atau campuran susu bubuk.

E. PENUTUP

Makroalga berzat kapur di perairan Tanjung Sira ada 16 jenis, yaitu yang mengandung aragonit 10 jenis dan kalsit 6 jenis. Total kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) dari makroalga berzat kapur di perairan ini mencapai 100–450 g/m^2 dalam bentuk aragonit dan kalsit. Daerah subtidal atau rata-rata terumbu di perairan Tanjung Sira memiliki jenis makroalga berzat kapur paling tinggi yang didominasi oleh jenis-jenis makroalga yang mengandung kalsit tinggi, yakni berasal dari kelas Rhodophyceae. Daerah intertidal dihuni oleh jenis makroalga berzat kapur terendah karena hanya berasal dari kelas Chlorophyceae yang mengandung aragonit rendah pula. Makroalga berzat kapur berperan dalam pembentukan ekosistem terumbu karang baru, membentuk perlidungan dan tempat asuhan bagi bibit ikan, udang, moluska, dan biota lain sehingga dapat menunjang budi daya biota laut untuk menyediakan bibit biota laut di perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat. Kandungan CaCO_3 dibutuhkan sebagai bahan pakan tambahan bagi benih-benih biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmadja, W. S., & Sulistijo. (1980). Algae bentik. Dalam M. K., Moosa, W. Kastoro, dan K. Romimohtarto (Ed.), *Peta Sebaran Geografik Beberapa Biota Laut di Perairan Indonesia* (hlm. 13–25). Jakarta: Lembaga Oseanologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burham, K. P., & Laake, J. L. (1993). *Distance sampling estimating abundance of biological population, 1st ed.* London: Chapman and Hall Ltd.
- Bosse, A. W. V. (1928). Liste des algues du siboga rhodophyceae traisimi partie gartinales et rhodymeniales. *Siboga Expeditie LIXd*, 200–533.

- Braga, J. C., & Riding. (2005). Calcareous algae. Dalam R. Selley, L. R. M. Cooks, & I. J. R. Plimer (Eds.), *Encyclopedia of Geology*. Amsterdam.
- Connel, Y. H. (1974). Seaweeds in the coral reef communities. Dalam N. Richard, & Mariscal (Ed.), *Field Experiment in Marine Ecology*. New York: Academy Press.
- Cordero, J. R. A. (1977). *Studies on Philiphine Marine red algae, series IV*. Smithsonian Institution United State National Museum.
- Dawson, E. Y. (1966). Marine botany. *An Introduction Smithsonian Institution United States National Museum*. New York: Holt, Rinehart, & Winston, Inc.
- Erich, S. K., & Pierre, G. (1999). Micro-environmental control on biomineralization: Superficial processes of apatite and calcite precipitation in quaternary soil Roussillon, France. *Sedimentology*, 46(3), 463–476.
- Hillis-Colinvaux, L. (1980). Ecology and taxonomy of halimeda: Primary producer of coral reefs. Blaxter, Russel, & Yonge (Eds.) *Marine Biology*. London: Academic Press, XVII, 2–84.
- Klumpp, D. W., & McKinnon, A. D. (1992). Community structure, biomass and productivity of epilithic algal communities on the great barrier reef: dynamics at different spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86, 77–89.
- Kongwe, J. (2006). *Calcareous algae of a tropical lagoon: Primary productivity, calcification and carbonat production*. Sweden: Departement of Botany, Stockholm University.
- Magruder, W. H., and Hunt, J. W. (1979). *Seaweeds of Hawaii*. Honolulu: Oriental Publishing Co. :126pp.
- Matsuura, K., Sumadhiharga, O. K., & Tsukamoto, K. (Eds.). (2000). Field guide to Lombok Island. Identification guide to marine organisms in seagrass beds of Lombok Island, Indonesia. Tokyo: Ocean Research Institute, University of Tokyo, hlm. viii + 449.
- Odum, H. T., & Odum, E. P. (1955). Trophic structure and productivity of windward coral reef community on eniwetok atoll. *Ecol. Monogr.*, 25, 281–320.
- Scoffin, T. P. (1987). *An Introduction to Carbonate Sediments and Rocks*. New York: Glasgow, Black, Chapman, & Hall Publ.

- Ramos, R. J., Travassos, M. P., & Leite, G. R. (2010). Characterization macrofauna associated with articulated calcareous algae (Corallinaceae, Rhodophyta) occurring in a hydrodynamic gradient on the espirito Santo State Coast. *Brasilian Journal of Oceanography*, 58(4), 275–285.
- Round, F. E. (1981). *The ecology of algae*. London: Cambridge University Press.
- Wilson, S., Blake, C., Berges, J. A., & Maggs, C. A. (2004). Northern Ireland. *Elsevier, Bio. Cons.* 120, 283–293.
- Wray, J. I. (1977). Calcareous algae. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*. Amsterdam: Elsevier, 4,185.

BAB XI

KOMPOSISI, KELIMPAHAN, DAN SEBARAN ZOOPLANKTON DI PERAIRAN TELUK SEKOTONG, LOMBOK BARAT

Sutomo

A. PENDAHULUAN

Zooplankton atau plankton hewani merupakan suatu organisme berukuran kecil yang hidup melayang dalam kolom perairan. Karena kekuatan berenang yang sangat lemah, keberadaan dan penyebarannya sangat dipengaruhi oleh arus. Dalam ekosistem perairan, zooplankton memegang peranan penting dalam rantai makanan sebagai penghubung (transfer energi) dari produsen primer ke biota yang mempunyai jenjang pakan yang lebih tinggi (Bednarski & Morales-Ramires, 2004; Clark dkk., 2000). Day dkk. (1989) juga menyatakan bahwa zooplankton berperan sebagai penghubung antara produktivitas primer (fitoplankton) dan berbagai jenis hewan karnivora penting yang meliputi ikan komersial, mengontrol populasi fitoplankton melalui pemangsaan, memengaruhi distribusi, kelimpahan populasi hewan bentik dan nektonik serta berperan dalam daur ulang nutrisi. Dengan keberadaan *grazing* kepadatan, komposisi jenis dan distribusi fitoplankton dapat terkontrol (Martin, 1970; Poulet, 1978; Ryther & Sanders, 1980; Lynch & Shapiro, 1981; Deason & Smayda, 1982). Jitlang dkk. (2014) menyatakan bahwa zooplankton merupakan pakan tahap awal bagi larva ikan. Selain

Buku ini tidak diperjualbelikan.

itu, Reeve (1975) juga menyatakan bahwa zooplankton merupakan makanan penting bagi berbagai konsumen di perairan estuaria, seperti ctenophora, beberapa larva meroplankton, anakan ikan, beberapa jenis organisme bentik, seperti sponge dan moluska. Kelimpahan zooplankton sering dikaitkan dengan kesuburan perairan (Arinardi dkk., 1994) dan fluktuasi stok ikan pelagis (Wiadnyana, 1997). Cushing (1975) juga berpendapat bahwa variasi dan ketersediaan zooplankton berhubungan dengan kelulushidupan larva dan rekrutmen populasi ikan. Di samping faktor biotis, keberadaan dan kelimpahan zooplankton juga dipengaruhi oleh faktor abiotik, seperti sifat-sifat fisika dan kimia di lingkungan sekitarnya. Perubahan sifat suatu perairan dapat menyebabkan perubahan struktur komunitas plankton.

Perairan pesisir seperti Teluk Sekotong, Lombok Barat, merupakan daerah perikanan tempat nelayan mencari ikan. Saat ini perairan ini mulai ramai dikunjungi wisatawan, baik domestik maupun mancanegara. Kehadiran perahu nelayan ataupun perahu penumpang mulai banyak dan berlalu lalang di perairan tersebut. Hal ini cepat atau lambat dapat berpengaruh terhadap kualitas perairan yang selanjutnya dapat berpengaruh terhadap organisme yang hidup di dalamnya, termasuk plankton. Tingkat kesuburan dan keragaman jenis zooplankton berkaitan dengan produktivitas dan budi daya perikanan. Semakin subur perairan, semakin tinggi pula produksi perikananannya. Keberadaan zooplankton di suatu perairan juga merupakan sumber benih bagi kepentingan budi daya perikanan, baik sebagai benih pakan maupun benih biota budi daya. Perairan Pantai Lombok Barat merupakan perairan yang subur dan kaya akan hasil perikanan. Oleh karena itu, penelitian tentang keberadaan zooplankton di perairan tersebut perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi zooplankton yang meliputi komposisi, kelimpahan, dan sebarannya di perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat.

B. PENGAMBILAN SAMPEL

Penelitian dilakukan di perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat, sebanyak 10 stasiun (Gambar 11.1) pada April 2012. Pengambilan contoh zooplankton dilakukan sekali di 10 stasiun dengan menggunakan jaring plankton berdiameter mulut jaring 0,31 m, panjang 1 m, dan lebar mata jaring 80 mikron. Jaring plankton ditarik dengan tangan secara vertikal dari kedalaman 5–6 m sampai permukaan air. Sampel plankton dimasukkan ke botol sampel dan segera diawetkan dengan formalin 4% yang telah dinetralkan dengan boraks. Identifikasi dan pencacahan zooplankton dilakukan di laboratorium dengan bantuan mikroskop dan menggunakan referensi (Wickstead, 1965; Yamaji, 1966; Chihara & Murano, 1997). Pengukuran volume air yang tersaring mengacu pada rumus:

$$V = l \times p$$

Keterangan:

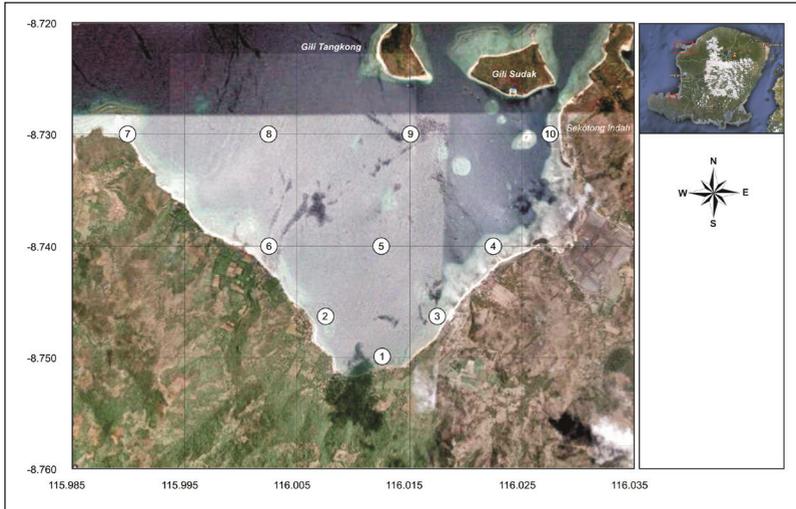
V = volume air tersaring (m³)

l = luas mulut jaring

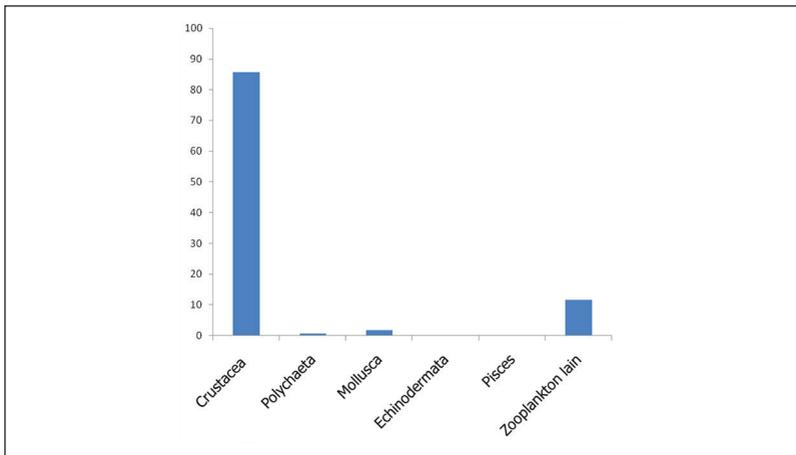
p = panjang tali

C. KOMPOSISI ZOOPLANKTON

Komposisi zooplankton di setiap stasiun dapat dilihat dalam Tabel 11.1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa komunitas zooplankton di perairan Teluk Sekotong terdiri atas 24 taksa, yakni kelompok Crustacea yang terdiri atas 11 taksa, yakni Brachiopoda, Ostracoda, Copepoda, Amphipoda, Isopoda, Euphausiacea, Luciferidae, Sergestidae, Caridea, Cirripedia, dan Penaeidea. Taksa lainnya adalah Polychaeta, Echinodermata, Mollusca (Bivalvia dan Gastropoda), Pisces (ikan), Medusae, Siphophora, Ctenophora, Chaetognatha, Phoronis (Phoronida), Oikopleura (Appendicularia), Thaliacea, dan Platyhelminthes. Komunitas zooplankton di setiap stasiun mempunyai komposisi yang relatif sama. Kelompok Crustacea me-



Gambar 11.1 Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel Zooplankton di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat



Gambar 11.2 Persentase Komposisi Zooplankton di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat

dominasi komunitas zooplankton di semua stasiun. Sementara itu, kelompok ikan dan Echinodermata memiliki persentase yang sangat kecil. Komposisi zooplankton yang secara keseluruhan dipertelakan pada Gambar 11.2 dan Tabel 11.2 menunjukkan bahwa Crustacea merupakan kelompok dominan, dengan nilai antara 78,06%–94,15% dengan rata-rata 85,74% dari semua komunitas zooplankton. Kemudian berturut-turut diikuti oleh kelompok zooplankton lain yang merupakan gabungan dari larva Medusae, Siphophora, Ctenophora, Chaetognatha, Phoronis (Phoronida), Oikopleura (Appendicularia), Thaliacea, dan Platyhelminthes (4,49%–18,37%) dengan rata-rata 11,69%; kelompok Mollusca (1,17%–2,71%) dengan rata-rata 1,78%; Polychaeta (0,1%–1,53%) dengan rata-rata 0,74%; ikan (0%–0,18%) dengan rata-rata 0,026%; Echinodermata (0%–0,09%) dengan rata-rata 0,024%.

D. KELIMPAHAN DAN SEBARAN ZOOPLANKTON

Kelimpahan total zooplankton di setiap stasiun dan sebarannya dapat dilihat pada Gambar 11.3. Kepadatan zooplankton tertinggi ditemukan di Stasiun 3 (49.028,33 individu/m³) dan terendah ditemukan di Stasiun 1 (649,01 individu/m³). Jika ditinjau dari parameter fisika-kimia (pH dan DO), zooplankton relatif lebih rendah di stasiun 1 dibandingkan zooplankton stasiun lain (Gambar 11.4). Hal ini mungkin menyebabkan perkembangan populasi zooplankton di area tersebut menjadi kurang maksimum. Faktor lain bisa jadi disebabkan oleh arus yang kemungkinan bergerak menjauhi stasiun tersebut sehingga zat hara dan fitoplankton kurang subur di area itu. Kelimpahan zooplankton dalam penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa kondisi plankton di Teluk Sekotong relatif subur. Fitriya & Lukman (2013) mendapatkan kelimpahan zooplankton di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur, yang hanya berkisar 491–4.537 individu/m³.

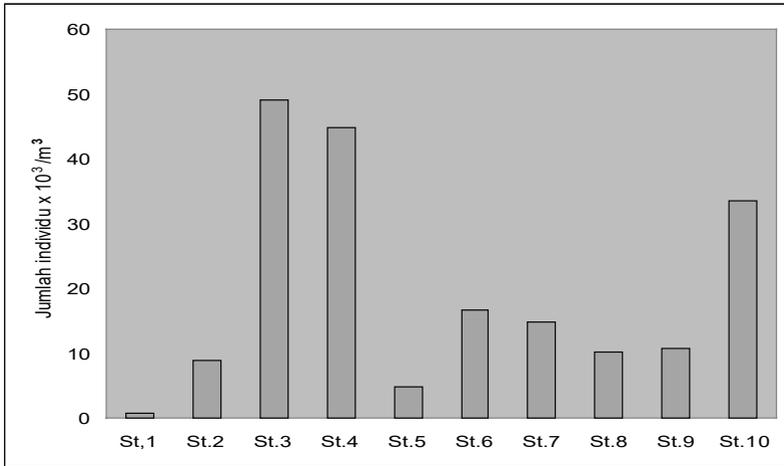
Tabel 11.1.1 Komposisi Zooplankton (%) di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat

Taksa	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Crustacea	78,06	87,76	93,01	94,15	81,18	88,03	83,58	78,84	80,23	92,55
Polychaeta	1,53	1,2	0,26	0,18	0,24	0,82	0,43	0,9	1,29	0,54
Echinodermata	0	0	0,06	0	0	0	0,09	0	0	0,09
Mollusca	2,04	1,64	1,73	1,17	2,65	1,83	1,54	2,71	1,23	1,28
Pisces	0	0	0,03	0	0	0,18	0	0	0	0,05
Zooplankton	18,37	9,4	4,91	4,5	15,92	9,14	14,37	17,55	17,24	5,57

Tabel 11.2 Persentase Zooplankton di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat

Taksa	Persentase Kepadatan Zooplankton (%)		
	Maksimum	Minimum	Rata-Rata
Crustacea	94,15	78,06	85,74
Polychaeta	1,53	0,1	0,74
Mollusca	2,71	1,17	1,78
Echinodermata	0,09	0	0,024
Pisces	0,18	0	0,026
Lain-lain	18,37	4,49	11,69

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 11.3 Kelimpahan dan Sebaran Zooplankton pada Setiap Stasiun di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat

Crustacea merupakan kelompok terbesar jika dilihat dari jumlah anak kelompok dan jenisnya. Mereka terdiri atas holoplankton dan meroplankton. Dominasi atau melimpahnya kelompok Crustacea yang terbanyak disebabkan oleh melimpahnya jumlah individu dari kelompok holoplankton, terutama Copepoda. Berdasarkan pengalaman penulis dan hasil penelitian para pakar, kelompok ini selalu mendominasi setiap ekosistem perairan, baik perairan neritik maupun oseanik. Melimpahnya kelompok ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan di perairan masih relatif baik. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan parameter lingkungan yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di perairan Teluk Sekotong masih relatif baik.

Copepoda merupakan anggota Crustacea yang termasuk holoplankton (plankton sejati). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa hewan tersebut merupakan zooplankton yang sangat dominan, membentuk 77,04–93% (rata-rata 84,82%) dari semua komunitas zooplankton. Calanoida merupakan Copepoda yang paling dominan dan tersebar merata di semua stasiun. Kepadatan tertinggi ialah

26.198,30 individu/m³ (53,44%) ditemukan di Stasiun 3 dan terendah ialah 1.643,56 individu/m³ (15,33%) ditemukan di Stasiun 9 dengan kepadatan rata-rata 8.678.92 individu/m³ (37,92%). Posisi kedua ditempati oleh Cyclopoida yang juga tersebar merata di semua stasiun dengan kepadatan tertinggi 13.688,39 individu/m³ (38,48%) ditemukan di Stasiun 3 dan terendah sebesar 158,94 individu/m³ (24,49%) ditemukan di Stasiun 1 dengan kepadatan rata-rata 5.519,49 (28,53%). Posisi ketiga diduduki oleh Harpacticoid, menyebar cukup merata, tetapi kepadatannya jauh lebih rendah dibandingkan Calanoid ataupun Cyclopoid. Kepadatan Harpacticoida tertinggi ialah 906,52 individu/m³ (3,74%) ditemukan di Stasiun 3 dan terendah 0 individu/m³ (0%) ditemukan di Stasiun 1 dengan kepadatan rata-rata 42,53 individu/m³ (2,12%). Dominasi Copepoda dalam komunitas zooplankton juga telah dilaporkan oleh Fitriya & Lukman (2013) dan Fitriya & Surbakti (2010a &b).

Evadne dan Penelia merupakan Crustacea yang tergolong dalam kelas Branchiopoda. Kedua jenis Crustacea tersebut memiliki kepadatan yang rendah dan hanya ditemukan di beberapa stasiun. Evadne ditemukan di Stasiun 3 dengan kepadatan 13,79 individu/m³ dan Stasiun 4 dengan kepadatan 14,16 individu/m³. Penelia hanya ditemukan di Stasiun 10 dengan kepadatan 16,50 individu/m³.

Amphipoda dan beberapa taksa lain, seperti Cryptoniscid, Euphausiacea, Acetes, Caridea, dan Penaeidae hanya ditemukan di beberapa stasiun dengan kepadatan yang rendah. Amphipoda hanya ditemukan di Stasiun 2 dengan kepadatan 9,62 individu/m³ (0,11%). Cryptoniscid (Isopoda) ditemukan di tiga stasiun, yakni di Stasiun 2 dengan kepadatan 9,62 individu/m³ (0,11%), Stasiun 3 dengan kepadatan 14,16 individu/m³ (0,03%), dan Stasiun 10 dengan kepadatan 16,50 individu/m³ (0,05%). Euphausiacea hanya ditemukan di Stasiun 2 dengan kepadatan 9,62 individu/m³. Acetes hanya ditemukan di Stasiun 9 dengan kepadatan 6,6 individu/m³. Caridea hanya ditemukan di Stasiun 4 dan Stasiun 7 dengan kepadatan antara 12,70 individu/m³ dan 13,79 individu/m³. Luciferidae merupakan

jenis udang-udangan yang tersebar di semua stasiun dengan kepadatan antara 3,31 individu/m³ dan 594,90 individu/m³.

Penaeidae merupakan udang yang mempunyai nilai ekonomi penting. Dalam penelitian ini sebaran larvanya hanya ditemukan di Stasiun 6 dan Stasiun 10 dengan kepadatan 15,24 individu/m³ dan 16,50 individu/m³.

Cirripedia (teritip) dikenal sebagai hewan pengotor karena hidupnya menempel pada benda-benda yang menempel di dalam laut, seperti tiang-tiang dermaga, bagan ataupun lunas kapal. Larva teritip (zoea dan cypris) menyebar hampir merata di semua stasiun kecuali Stasiun 5 dan Stasiun 8. Kepadatannya relatif rendah antara 13,40 individu/m³ dan 19,24 individu/m³. Sementara itu, Polychaeta menyebar merata di semua stasiun. Kepadatan larva tertinggi ditemukan di Stasiun 10 (181 individu/m³) dan terendah di Stasiun 1 (9,93 individu/m³).

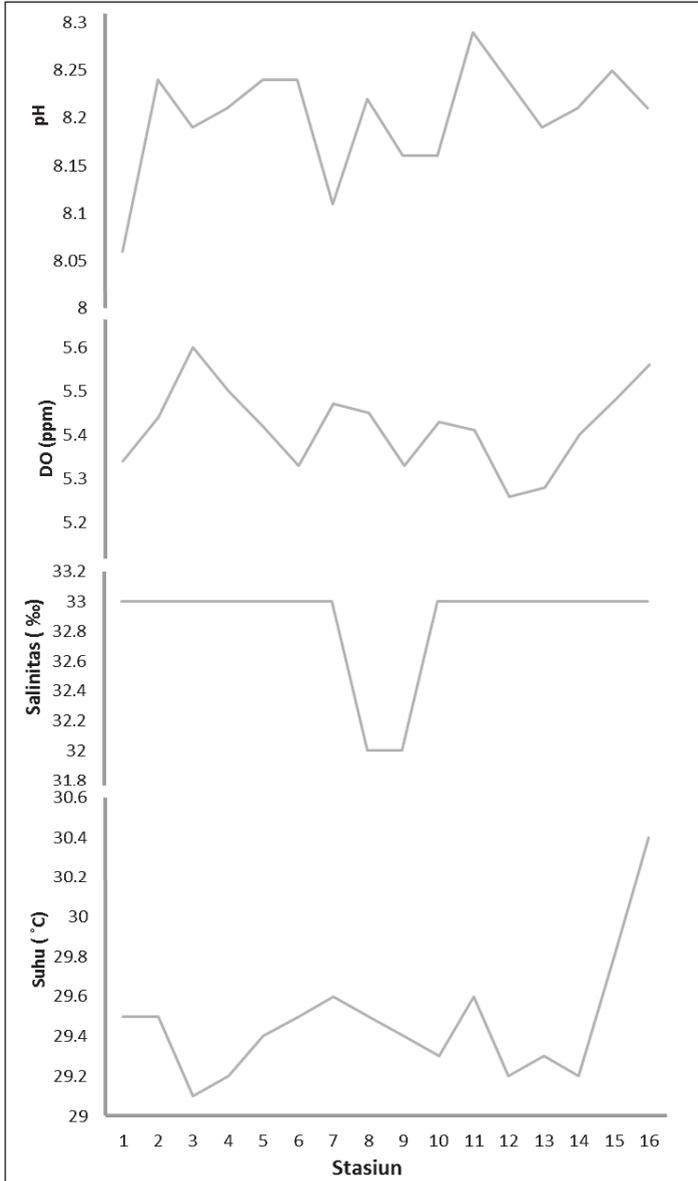
Bivalvia dan Gastropoda memiliki larva yang menyebar di semua stasiun. Kepadatan larva bivalvia tertinggi ditemukan di Stasiun 3 (609.069,93 individu/m³) dan terendah ditemukan di Stasiun 7 (63,49 individu/m³). Sementara itu, kepadatan larva gastropoda tertinggi ditemukan di Stasiun 6 (259,15 individu/m³) dan terendah ditemukan di Stasiun 1 (6,62 individu/m³).

Penyebaran kelompok zooplankton lain termasuk Medusae, Siphonophora, Chaetognatha, dan Oikopleura (Appendicularia) merata di semua stasiun. Di antara empat kelompok zooplankton tersebut, Oikopleura mempunyai kepadatan yang relatif lebih tinggi, berkisar antara 115,80 individu/m³ (Stasiun 1) hingga 1.458,92 individu/m³ (Stasiun 3). Sementara itu, kelompok Ctenophora, Poronis, Thaliacea, dan Platyhelminthes hanya ditemukan di beberapa stasiun dengan kepadatan yang rendah.

Secara keseluruhan kepadatan zooplankton yang tinggi ditemukan di tiga stasiun (Stasiun 3, 4, dan 10). Ketiga stasiun tersebut terletak di tepi pantai timur Teluk Sekotong. Jika ditinjau dari parameter fisika-

kimia (suhu, salinitas, pH, dan DO) pada semua stasiun di perairan tersebut relatif seimbang (Gambar 11.4). Hal ini menunjukkan bahwa di area tersebut relatif lebih subur dibandingkan area (stasiun) yang lain. Faktor lain mungkin disebabkan oleh arus yang kemungkinan bergerak menuju pantai timur sehingga zooplankton beserta zat hara dan fitoplankton terkumpul di area tersebut. Tinggi dan rendahnya kepadatan zooplankton secara tahunan di suatu perairan disebabkan antara lain oleh perbedaan musim. Romimohtarto (1999) yang meneliti kondisi zooplankton di Sungai Sembilang, Musi Banyuasin, Sumatra Selatan, mendapatkan hasil bahwa kepadatan zooplankton yang tinggi terjadi pada musim hujan (Desember 1999) dan yang rendah pada musim kemarau (Juli 1999). Sementara itu, Bednarski & Morales-Ramires (2004) meneliti zooplankton di Pantai Culebra, Kosta Rica dan menemukan bahwa kepadatan zooplankton lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan musim hujan. Menurut mereka, tingginya kepadatan zooplankton tersebut disebabkan oleh *upwelling* yang terjadi selama kemarau.

Melimpahnya Calanoida hampir di seluruh perairan menunjukkan bahwa Copepoda tersebut mudah beradaptasi dengan lingkungan. Day dkk. (1989) mendapatkan beberapa jenis Copepoda Calanoida seperti *Acartia tonsa* dan *A. Clause* yang hidup melimpah dan tersebar sangat luas, meliputi air tawar sampai air yang sangat asin (hipersalin), dari suhu 0°C sampai 40°C, dari air yang jernih sampai air yang keruh, dari perairan dangkal sampai perairan dalam, dan dari kutub sampai tropis. Mereka menduduki 80–90% dari total plankton. Clark dkk. (2000) mendapatkan hasil bahwa kelimpahan Copepoda lebih dari 70% dari total kelimpahan zooplankton. Mwulumu dkk. (2003) menyebutkan bahwa Copepoda di Teluk Mida, Kenya, melimpah sepanjang tahun, menduduki 35–60% dari total kelimpahan zooplankton. Puncak kepadatannya bergantung pada jenisnya. Kepadatan tertinggi *Acartia* spp. terjadi pada musim hujan, sedangkan kepadatan tertinggi *Eucalanus* spp. terjadi pada musim kemarau.



Gambar 11.4 Parameter Fisika-Kimia di Perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Euphausiacea di perairan Teluk Sekotong didapatkan dalam kepadatan rendah. Rendahnya kepadatan Euphausiacea tersebut diduga disebabkan belum musim atau kemungkinan perairannya bukan merupakan habitat yang cocok bagi Euphausiacea. Hal ini merujuk pada pernyataan Wickstead (1965) yang menyatakan bahwa Euphausiacea merupakan biota oseanik.

Di lain pihak, rendahnya kepadatan *Acetes* kemungkinan dikarenakan perairan Teluk Sekotong masih relatif jernih, tidak berlumpur, dan salinitasnya normal ($\pm 30\text{‰}$), sedangkan *Acetes* lebih menyukai perairan yang berlumpur dan payau (salinitas rendah). Biota lain seperti udang Penaeidae, Bivalvia, Gastropoda, Cirripedia, Polychaeta, Echinodermata, dan ikan umumnya ditemukan dalam kepadatan yang rendah. Rendahnya kepadatan larva-larva mereka dapat disebabkan oleh belum waktunya musim pemijahan. Menurut Wickstead (1965), pada musim pemijahan jumlah larva meroplankton tersebut dapat tertangkap dalam jumlah besar. Tidak jarang larva dari udang yang bernilai ekonomis seperti udang Penaeidae, larva ikan bandeng, dan larva ikan ekonomis lainnya di musim benih dapat tertangkap dalam jumlah yang melimpah.

Parameter fisika-kimia di perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat, dapat dilihat pada Gambar 11.4. Data tersebut diperoleh dari Afdal yang mengamati parameter fisika-kimia di stasiun yang sama dengan penelitian ini (data belum dipublikasikan). Secara keseluruhan, kondisi faktor fisika-kimia (suhu, salinitas, pH, dan DO) di semua stasiun penelitian relatif seimbang, masih dalam batas normal untuk kepentingan budi daya biota laut yang ditetapkan oleh KMNKLH (1988).

Musim berkaitan dengan perubahan faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas. Menurut Day dkk. (1989), salinitas dapat memengaruhi komposisi komunitas zooplankton dan mungkin efek yang bersifat individu pada beberapa tingkat perkembangan larva dalam daur hidup. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa zooplankton di daerah estuaria mempunyai kisaran salinitas optimum (5–20‰) dan

sehingga zooplankton tidak dapat tumbuh dan hidup dengan baik di luar kisaran tersebut. Salinitas optimum berbeda-beda, bergantung pada jenis zooplankton dan sifat perairannya. Di perairan oseanik atau perairan yang mempunyai salinitas tinggi kemungkinan besar salinitas optimumnya yang lebih tinggi dibandingkan salinitas di perairan estuaria. Hal ini dapat ditunjukkan pada penelitian ini yang memperoleh hasil bahwa pada salinitas 32–33‰ kondisi zooplankton masih melimpah. Di samping faktor lingkungan abiotis seperti kekeruhan dan salinitas, faktor biotis seperti ketersediaan makanan, banyaknya predator, dan persaingan, juga menentukan komposisi jenis zooplankton (Arinardi dkk., 1994). Di samping musim, faktor yang memengaruhi tinggi rendahnya kepadatan larva biota juga berkaitan dengan jumlah dan sebaran induknya.

E. PENUTUP

Kondisi zooplankton di Teluk Sekotong, Lombok Barat, cukup melimpah dengan nilai kelimpahan berkisar 649,01 individu/m³ hingga 49.028,33 individu/m³. Secara umum, sebaran zooplankton relatif merata kecuali di Stasiun 3, 4, dan 10 yang kelimpahannya relatif lebih tinggi. Kehadiran Copepoda yang melimpah di perairan dapat meningkatkan produksi perikanan. Selain itu, dapat dijadikan sumber pakan hidup bagi larva di pusat pembenihan. Kondisi lingkungan seperti suhu, salinitas, pH, dan DO masih layak bagi kehidupan biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinardi O. H., Trimaningsih, & Sudirdjo. (1994). *Pengantar tentang plankton serta kisaran kelimpahan dan plankton dominan di sekitar Pulau Jawa dan Bali*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Bednarski, M., & Morales-Ramires, A. (2004). Composition, abundance and distribution of macrozooplankton in Culebra Bay, Gulf of Papagayo,

- Pacific coast of Costa Rica and its value as bioindicator of pollution. *Rev. Biol. Trop.*, 52(Supl. 2), 105–118.
- Chihara, M., & Murano, M. (1997). *An illustrated guide to marine plankton in Japan*. Tokyo: Tokai University Press. pp. 1–1574.
- Clark, D. R., Aazem, K. V., & Hays, G. C. (2000). Zooplankton abundance and community structure over a 4000 km transect in the North-East Atlantic. *Journal of Plankton Research* 23, Issue 4, 365–372.
- Cushing, D. H. (1975). *Marine ecology and fisheries*. London: Cambridge University Press.
- Day, J. W., Hall, C. A. S., Kemp, W. M., & Yane-Arancibia, A. (1989). *Estuarine ecology*. New York: A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons.
- Deason, E. E., & Smayda, T. J. (1982). Ctenophore-zooplankton-phytoplankton interactions in Narragansett Bay, Rhode Island, USA, during 1972–1977. *J. Plankton Research*, 4(2), 203–247.
- Fitriya, N., & Surbakti, H. (2010 a). Laporan perjalanan pelayaran ekspedisi Baruna Jaya VIII di Perairan Natuna 4–16 November 2010. Kerja sama antara Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) dan Pusat Penelitian Oseanologi (P2O-LIPI).
- Fitriya, N., & Surbakti, H. (2010 b). Laporan Perjalanan Pelayaran Ekspedisi Baruna Jaya VIII di Perairan Lamalera 19–30 Juli 2011. Kerja sama antara Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) dan Pusat Penelitian Oseanologi (P2O-LIPI).
- Fitriya, N., & Lukman, M. (2013). Komunitas zooplankton di Perairan Lamalera dan Laut Sawu, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 5(1), 219–227.
- Jitlang, I., Pattarajinda, S., Mishra, R., & Wongrat, L. (2014). Composition, abundance and distribution in the Bay of Bengal. *The Ecosystem-Based Fishery Management in the Bay of Bengal*: 8p. Dari <http://map.seafdec.org/downloads/BIMSTEC/010-Zooplankton-Issaporn.pdf>, diakses 19 Mei 2014.
- KMNKLH. (1988). *Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. Kep.-02/MNKLH/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. Jakarta: Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup.

- Lynch, M., & Shapiro, J. (1981). Predation, enrichment and phytoplankton community structure. *Limnol. Oceanogr.*, 26(1), 86–102.
- Martin, J. H. (1970). Phytoplankton-zooplankton relationships in Narragansett Bay. IV. The Seasonal Importance of Grazing. *Limnol. Oceanogr.*, 15, 414–418.
- Mwaluma, J., Osore, M., Kamau, J., & Wawiye, P. (2003). Composition, abundance and seasonality of zooplankton in Mida Creek, Kenya. *J. Mar. Sci.*, 2(2), 147–155.
- Okauchi, M., Zhou, W., & Zou, W. (1990). Difference in Nutritive Value of a Microalga *Nannochloropsis oculata* in Various Growth Phases. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 1.293–1.298.
- Poulet, S. (1978). Comparison between five naturally coexisting species of marine copepods feeding on naturally occurring particulate matter. *Limnol. Oceanogr.*, 23(6), 1.126–1.143.
- Raymont, J. E. G. (1983). *Plankton and productivity in the oceans*, 2nd edition. Oxford: Pergamon Press.
- Reeve, M. R. (1975). The ecological significance of the zooplankton in the shallow subtropical waters of South Florida. In E. Cronin (Ed.), *Estuary Research: Chemistry, Biology and the Estuarine System*. Academic, New York, 1, 352–371.
- Romimohtarto, K. (1999). Komposisi dan sebaran zooplankton. Dalam K. Romimohtarto, A. Djamali, & Soeroyo (Ed.), *Ekosistem perairan Sungai Sembilang, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi–LIPI.
- Ryther, J., & Sanders, J. (1980). Experimental evidence of zooplankton control of the species composition and distribution of marine phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3, 279–283.
- Wiadnyana, N. N. (1997). Variasi kelimpahan zooplankton di Teluk Kao. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 30, 53–62.
- Wickstead, J. H. (1965). An introduction to the study of tropical plankton. *Hutchinson Trap. Monogr.*, 1–160.
- Yamaji, I. (1966). *Illustrations of the marine plankton of Japan*. Osaka, Japan: Hoikusho.

BAB XII

PENGEMBANGAN KULTUR HIDUP *SKELETONEMA* sp. YANG DIISOLASI DARI PERAIRAN LOMBOK, NUSA TENGGARA BARAT

Diah Radini Noerdjito dan Sutomo

A. PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan organisme eukariot berukuran mikro yang mempunyai struktur sangat sederhana dan dapat terdiri atas satu atau banyak sel. Mikroalga umumnya dapat ditemukan di berbagai tempat yang terdapat air dan sinar matahari (Metting, 1996). Hal tersebut dikarenakan mikroalga mempunyai kemampuan berfotosintesis, yaitu dengan bantuan sinar matahari, mikroalga dapat menangkap dan mengubah karbon dioksida dan air menjadi cadangan energi kimia berupa karbohidrat di tubuhnya dan melepaskan oksigen (Thrush dkk., 2006).

Mikroalga mempunyai peran krusial karena merupakan dasar dari rantai makanan di laut. Oleh karena itu, dalam usaha komersial budi daya biota laut mikroalga juga digunakan sebagai sumber pakan utama dalam seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya (De Roock-Holtzhauer dkk., 2009). Mikroalga antara lain digunakan sebagai sumber pakan dalam semua tahap pertumbuhan moluska bivalvia, pakan pada tahap larva beberapa spesies udang-udangan, dan pakan pada tahap larva awal beberapa spesies ikan (Benemann,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1992; Duerr dkk., 1998). Selain itu, mikroalga juga digunakan dalam produksi massal zooplankton (rotifer, copepod, *brine shrimp Artemia*). Zooplankton tersebut kemudian digunakan sebagai pakan larva dan tahap awal pertumbuhan juvenil ikan dan udang-udangan (Lavens & Sorgeloos, 1996). Produktivitas tempat pembenihan atau *hatchery* sangat bergantung pada kualitas dan kuantitas jenis pakan yang digunakan.

Tidak semua spesies mikroalga dapat digunakan untuk mendukung pertumbuhan dan kesintasan dalam budi daya biota laut. Beberapa jenis mikroalga telah diseleksi berdasarkan potensinya untuk dikultur secara massal, misalnya ukuran sel, kemudahan dicerna, dan kandungan nutrisinya. Beberapa teknik juga telah dikembangkan untuk memproduksi mikroalga secara massal. Namun, diperlukan teknik dan perlakuan yang spesifik untuk setiap spesies mikroalga agar kultur dapat tumbuh dengan baik dan optimal.

Mikroalga sebagai sumber pakan utama larva mempunyai berbagai kelebihan, antara lain dari segi nutrisi mikroalga mengandung *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA) yang cukup tinggi hingga mencapai 30,5% dari asam lemak total (Okauchi dkk., 1990). EPA adalah asam lemak yang terdiri atas 20 buah rantai karbon dengan lima ikatan rangkap, sedangkan DHA adalah asam lemak yang terdiri atas 22 buah rantai karbon dengan enam ikatan rangkap. EPA dan DHA termasuk asam lemak esensial n-3 rantai panjang (n-3 HUFA) yang sangat dibutuhkan oleh perkembangan awal larva ikan. Selain itu, n-3 HUFA mutlak diperlukan pada perkembangan awal larva karena asam lemak esensial tersebut tidak dapat disintesis oleh biota budi daya tersebut. Kebutuhan n-3 HUFA meningkat pada tahap awal perkembangan larva karena sangat diperlukan pada pembentukan membran (Henderson & Sargent, 1985). Kekurangan n-3 HUFA mengakibatkan tingkat kematian larva yang tinggi dan pertumbuhan yang lambat serta tidak sempurnanya pembentukan dan fungsi gelembung renang pada larva ikan (Dhert dkk., 1990).

Penggunaan mikroalga sebagai pakan alami dalam akuakultur mempunyai kelebihan lain, yaitu sebagai penjaga kualitas air. Mikroalga menyerap hasil metabolisme biota laut yang berupa senyawa N (nitrogen, biasanya berupa amonium) dan P (fosfat) yang terakumulasi dan dapat bersifat toksik dalam air kultur. Mikroalga akan mengonversi senyawa tersebut menjadi protein dan menyimpannya di dalam tubuh (Hammouda dkk., 1995). Mikroalga juga menyerap CO₂ dan mengubahnya menjadi O₂ sehingga kadar oksigen terlarut dalam air kultur tetap dalam kondisi baik.

Selama beberapa dekade terakhir, ratusan jenis mikroalga telah diuji agar dapat dipergunakan sebagai pakan hidup dalam akuakultur. Namun, hanya puluhan jenis saja yang dapat diaplikasikan secara luas dalam akuakultur. Hal ini dikarenakan tiap-tiap mikroalga mempunyai kandungan nutrisi yang berbeda dan kandungan nutrisi tersebut juga dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dalam air laut (Brown dkk., 1997).

Kebutuhan pakan untuk setiap jenis larva dapat berbeda-beda. Oleh karena itu, melalui penggunaan jenis pakan alami yang tepat diharapkan dapat meningkatkan kelangsungan hidup larva biota laut di panti-panti benih. Di Eropa, Hawaii, Jepang, dan Taiwan, beberapa jenis mikroalga seperti *Nannochloropsis* sp., *Chaetoceros gracilis*, *Pavlova* sp., *Isochrysis* sp., dan *Navicula* sp. telah dibudidayakan sebagai pakan alami bagi budi daya moluska dan produksi rotifera di tempat pembenihan udang dan ikan kerapu.

Selain mikroalga tersebut, masih banyak jenis mikroalga yang berpotensi untuk dikembangkan. Koleksi mikroalga yang berasal dari perairan Indonesia sudah lebih dari satu dekade dan terus dikembangkan oleh Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Namun, mikroalga yang berasal dari perairan Nusa Tenggara belum banyak dieksplorasi dan belum diteliti potensinya sebagai sumber pakan alami dalam akuakultur perikanan laut. Dalam tulisan ini diuraikan teknik mengisolasi dan mengembangkan kultur hidup mikroalga yang berasal dari perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat.

Isolat yang didapat kemudian akan dianalisis potensi dan kesesuaiannya sebagai sumber pakan dalam akuakultur perikanan laut.

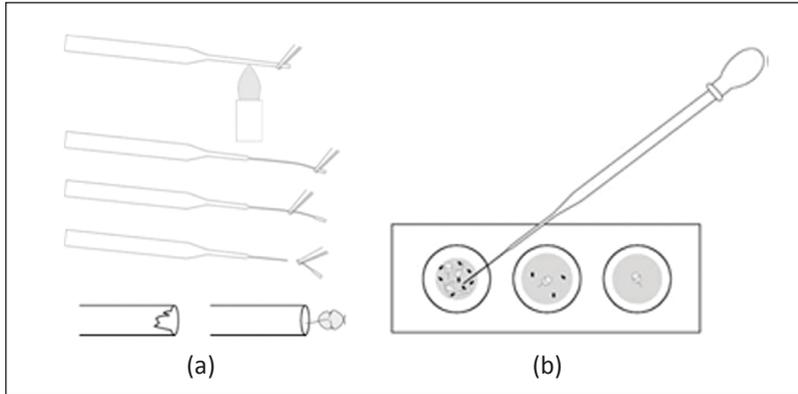
B. Isolasi Mikroalga

Sampel mikroalga diambil dari perairan Teluk Kodek dan Teluk Sekotong, Lombok, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan jala fitoplankton, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diisolasi.

Mikroalga kemudian akan dikultur menggunakan media *f/2* (Guillard, 1975; Andersen dkk., 2005) yang terdiri atas (dalam 1 l air laut steril) 75g NaNO₃, 5g NaH₂PO₄, 30 g NaSiO₃.9H₂O, 1 ml larutan *trace metal* (terdiri atas 3,15 g FeCl₃.6H₂O, 4,35 g Na₂EDTA.2H₂O, 180 mg MnCl₂.4H₂O, 22 mg ZnSO₄.7H₂O, 10 mg CoCl₂.6H₂O, 9,8 mg CuSO₄.5H₂O, dan 6,3 mg Na₂MoO₄.2H₂O dalam 1 l akuades); serta 1 ml larutan vitamin (terdiri atas 200 mg Thiamine.HCl (vit B₁), 1 mg Biotin, dan 1 mg Cyanocobalamin (vitamin B₁₂) dalam 1 l akuades).

Isolasi mikroalga secara langsung dilakukan dengan metode *single cell isolation* menggunakan mikropipet dari pipet Pasteur (Andersen & Kawachi, 2005) yang dapat dilihat pada Gambar 12.1. Proses perbanyakan sel dilakukan dengan mengisi setiap lubang pada *multi-well plate* dengan 1 ml media kultur encer. Kemudian satu sel mikroalga hasil isolasi yang telah bebas kontaminan dimasukkan ke satu lubang dalam *multi-well plate*. Proses ini diulangi sehingga semua lubang dalam *multi-well plate* terisi semua. *Multi-well plate* pada rak koleksi diberi penyinaran sebesar 2.000 lux, 12 jam/12 jam fotoperiodisme dan ditunggu minimal seminggu hingga sel telah memperbanyak diri.

Salah satu isolat yang tumbuh dengan baik dari isolat-isolat hasil isolasi adalah *Skeletonema* sp. Organisme ini adalah mikroalga bersilika yang umumnya terdapat di perairan laut dan muara. Frustula sel *Skeletonema* sp. dapat terhubung satu sama lain dan membentuk rantai yang panjang (Gambar 12.2a).



Sumber: Andersen & Kawachi, 2005

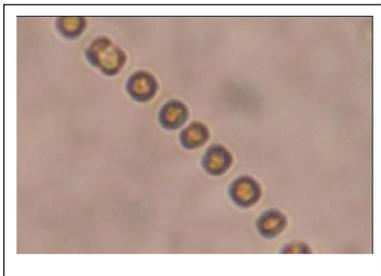
Gambar 12.1 (a) Pembuatan Mikropipet dari Pipet Pasteur; (b) Isolasi Mikroalga Menggunakan Mikropipet dari Pipet Pasteur

Skeletonema sp. kemudian ditumbuhkan dalam medium f/2, mula-mula dalam tabung reaksi. Setelah tumbuh, isolat disubkultur menjadi volume 40 ml hingga tumbuh dengan baik. Subkultur berikutnya berturut-turut menjadi volume 100 ml, 400 ml, dan akhirnya dikultur dalam volume 1 l (Gambar 12.2b), atau volume lain yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan.

C. Pertumbuhan Kultur

Setelah sel berhasil tumbuh, kultur ditumbuhkan dalam media kultur f/2 dengan volume yang lebih banyak (10 ml, 40 ml, dan seterusnya). Pertumbuhan kultur diamati setiap 24 jam menggunakan Haemocytometer Improved Neubauer untuk mikroalga bersel tunggal dan Haemocytometer Fuchs Rosenthal untuk mikroalga yang berbentuk rantai.

Kultur yang telah tumbuh dengan baik akan dijadikan inokulum untuk pengamatan pertumbuhan kultur. *Skeletonema* sp. ditumbuhkan dalam medium f/2 masing-masing sebanyak 1 l di dalam botol kaca yang diaerasi. Inokulum yang ditambahkan dihitung agar konsentrasi awal dalam kultur adalah 10^4 sel/ml.



Sumber: Foto Noerdjito

Gambar 12.2a Sel *Skeletonema* sp.



Sumber: Foto Noerdjito

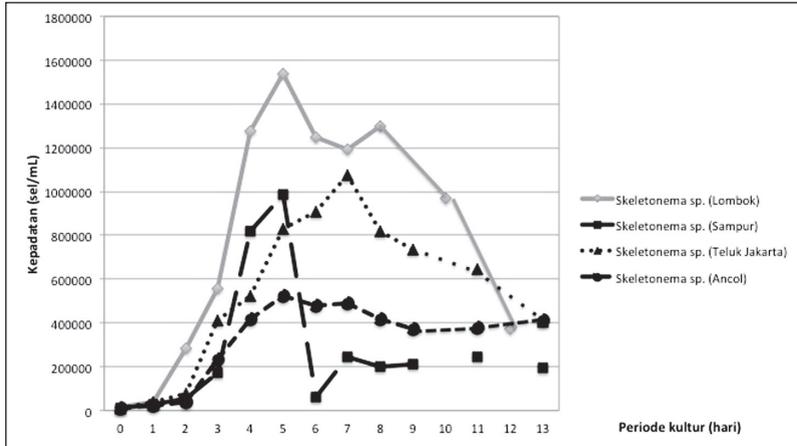
Gambar 12.2b Kultur *Skeletonema* sp. Isolat Lombok

Hasil pengamatan setiap 24 jam selama 13 hari dapat dilihat pada Gambar 12.3. Pertumbuhan kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok dapat dilihat pada kurva. Kultur *Skeletonema* sp. berada di fase logaritmik pada hari ke-2 hingga hari ke-4 periode kultur. Kepadatan tertinggi kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok dicapai pada hari ke-5 periode kultur dengan kepadatan $1,54 \cdot 10^6$ sel/mL. Setelah melewati hari ke-8 periode kultur, kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok mulai mengalami fase kematian.

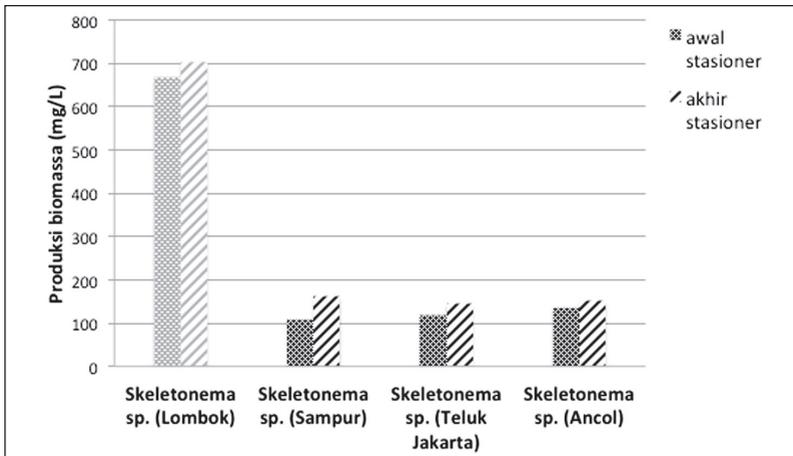
Apabila dibanding dengan kultur *Skeletonema* sp. lain yang berasal dari perairan Indonesia (Sampur, Teluk Jakarta, dan Ancol), kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok mempunyai pertumbuhan kultur yang lebih baik (Gambar 12.3). Kultur lain mempunyai kepadatan optimum yang lebih rendah dan mempunyai fase kematian yang lebih cepat. Hal ini umum terjadi karena setiap jenis mikroalga dapat mempunyai karakteristik pertumbuhan yang berbeda-beda.

D. PRODUKSI BIOMASSA MIKROALGA

Pengukuran produksi biomassa mikroalga dilakukan pada setiap sampel perlakuan saat fase stasioner dan saat akhir kultur. Mikroalga dipanen dengan cara disaring menggunakan membran GF/C yang telah diketahui beratnya dan dibilas dengan akuades. Kertas saring dan hasil panen kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam-



Gambar 12.3 Kurva Pertumbuhan *Skeletonema* sp. Isolat Lombok dan Perbandingannya dengan Kurva Pertumbuhan *Skeletonema* sp. yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia



Gambar 12.4 Produksi Biomassa *Skeletonema* sp. Isolat Lombok Dibandingkan Produksi Biomassa *Skeletonema* sp. yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia

kemudian ditimbang. Berat kering panen mikroalga didapat dari mengurangi berat kering kertas saring dan mikroalga dengan berat kering kertas saring.

Pemanenan *Skeletonema* sp. pada awal dan akhir fase stasioner pada kultur mikroalga menunjukkan bahwa pemanenan pada akhir fase stasioner memberikan hasil yang lebih tinggi walaupun tidak terlalu jauh (Gambar 12.4). Pada awal stasioner, produksi biomassa *Skeletonema* sp. isolat Lombok sebesar 668 mg/ml, sedangkan pada akhir stasioner menjadi 703 mg/l. Produksi biomassa kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok lebih tinggi dibandingkan kultur *Skeletonema* sp. lain yang berasal dari perairan Indonesia (Sampur, Teluk Jakarta, dan Ancol), seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12.4. Kultur *Skeletonema* sp. isolat lain hanya memproduksi biomassa sekitar 150 mg/l.

E. KANDUNGAN LIPID

Pengukuran kandungan lipid dilakukan pada setiap sampel perlakuan saat fase stasioner dan saat akhir kultur. Kandungan lipid diukur dengan metode Blygh & Dyer (1959) yang dimodifikasi. Dengan metode ini, mikroalga dipanen dengan menggunakan membran GF/C, dibilas dengan akuades dan ammonium format 0,65 M. Sampel kemudian disimpan di dalam *freezer* hingga saatnya dianalisis.

Saat dianalisis, sampel beserta kertas saringnya diletakkan di dalam mortar, ditambahkan 1 ml larutan (kloroform : metanol : akuades = 1 : 2 : 0,8) dan digerus. Sampel kemudian dimasukkan ke tabung sentrifugasi yang terbuat dari kaca, ditambah 4 ml larutan (kloroform : metanol : akuades = 1 : 2 : 0,8) dan disentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 5 menit. Larutan akan terpisah, seluruh larutan diambil dengan menggunakan pipet hingga menyisakan kertas saring saja kemudian dimasukkan ke tabung sentrifugasi kembali dan ditambahkan larutan (kloroform : metanol : akuades = 1 : 2 : 0,8) hingga volumenya 5,7 ml, kemudian ditambahkan 1,5 ml

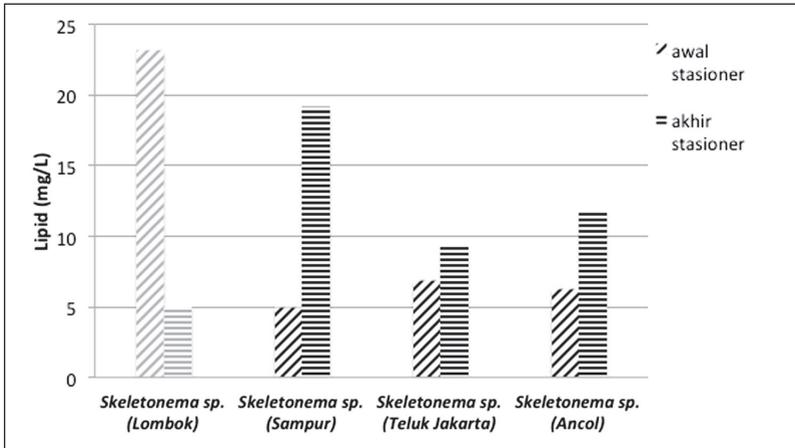
kloroform dan 1,5 ml akuades. Larutan lalu disentrifugasi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 5 menit. Larutan yang terpisah berwarna hijau, berada di bagian bawah kemudian diambil dengan pipet dan dimasukkan ke botol vial yang telah diketahui beratnya, kemudian ditambahkan 2 tetes toluen. Lipid yang didapat kemudian dikeringkan dengan gas nitrogen, kemudian ditimbang dengan timbangan 4 digit di belakang koma. Persentase lipid dalam mikroalga dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kandungan lipid (\%)} = (\text{berat lipid/biomassa}) \times 100$$

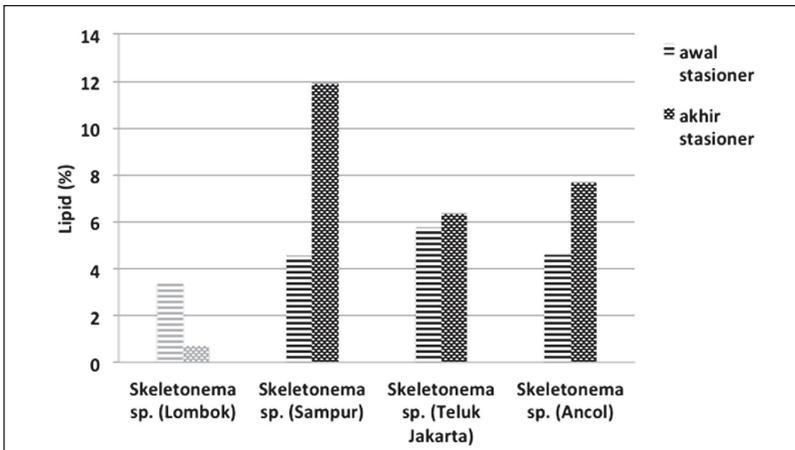
Hasil pengukuran kandungan lipid pada awal dan akhir stasioner memberikan hasil seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12.5. Kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok memproduksi lipid yang lebih tinggi apabila dibanding dengan kultur *Skeletonema* sp. lain yang berasal dari perairan Indonesia (Sampur, Teluk Jakarta, dan Ancol). Perbedaan ini merupakan hal yang wajar karena setiap jenis mikroalga dapat memproduksi metabolit yang berbeda-beda. Produksi tersebut juga dapat dipengaruhi oleh lingkungan tempat hidupnya.

Persentase kandungan lipid terhadap produksi biomassa mikroalga dapat dilihat pada Gambar 12.6. Semakin besar persentasenya, semakin besar persentase lipid/lemak di dalam selnya. Kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok mempunyai persentase lipid yang lebih rendah dibandingkan kultur *Skeletonema* sp. lain yang berasal dari perairan Indonesia (Sampur, Teluk Jakarta, dan Ancol). Diduga, kultur *Skeletonema* sp. isolat Lombok memproduksi metabolit lain (misalnya golongan protein) dengan jumlah yang cukup tinggi sehingga lipid bukan metabolit utama yang dihasilkan. Hal ini tentu saja harus dibuktikan dengan penelitian lanjutan.

Analisis komponen trigliserida dalam minyak dilakukan menggunakan instrumen *Electrospray Ionization-Ion Trap-Mass Spectrometry* (ESI-IT-MS). Sebagian dari sampel minyak dilarutkan dalam 400 µl aseton, direaksikan dengan 10 µl AgNO₃ dalam pelarut metanol



Gambar 12.5 Kandungan Lipid *Skeletonema sp.* Isolat Lombok dan Perbandingannya dengan Kandungan Lipid *Skeletonema sp.* yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia



Gambar 12.6 Persentase Lipid terhadap Biomassa *Skeletonema sp.* Isolat Lombok dan Persentase Lipid terhadap Biomassa *Skeletonema sp.* yang Berasal dari Daerah Lain di Indonesia

dan diinjeksikan ke dalam instrumen ESI-IT-MS. Area jelajah yang dianalisis berada pada rentang 100–1.500 m/z dengan pengaturan deteksi pada modus ion positif, suhu gas pengering 300°C, laju alir gas pengering 5 l/menit, dan tekanan gas pengabut 10 psi.

Hasil analisis asam lemak atau trigliserida menunjukkan bahwa *Skeletonema* sp. isolat Lombok mengandung asam palmitat (C_{16:0}), asam oleat (C_{18:1}), asam stearat (C_{18:1}), dan asam linoleat (C_{18:2}). Menurut Barofsky dkk. (2010), mikroalga pada akhir masa pertumbuhan mempunyai kandungan metabolit yang bernutrisi tinggi.

Hasil analisis asam lemak tersebut menunjukkan bahwa *Skeletonema* sp. isolat Lombok tidak mempunyai kandungan EPA dan DHA yang tinggi sehingga tidak cocok digunakan sebagai pakan larva. Namun, kandungan lipid yang tinggi serta kemungkinan kandungan protein yang tinggi membuat isolat ini cocok diuji coba lebih lanjut untuk pakan biota laut *filter feeder* yang telah melewati fase larva.

PENUTUP

Skeletonema sp. dari perairan Lombok telah berhasil diisolasi dan dikultur. *Skeletonema* sp. isolat Lombok mempunyai kepadatan optimum, produksi biomassa, dan produksi lipid yang lebih tinggi dibanding dengan kultur *Skeletonema* sp. lain yang berasal dari perairan Indonesia (Sampur, Teluk Jakarta, dan Ancol). *Skeletonema* sp. isolat Lombok cocok diuji coba lebih lanjut untuk pakan biota laut *filter feeder* yang telah melewati fase larva.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R. A., Berges, J. A., Harrison, P. J., & Watanabe, M. M. (2005). Recipes for freshwater and seawater media. Dalam R. A. Andersen (Ed.), *Algal Culturing Techniques*. Burlington: Elsevier Academic Press.
- Andersen, R. A. & Kawachi, M. (2005). Traditional microalgae isolation techniques. Dalam R. A. Andersen (Ed.), *Algal Culturing Techniques*. Burlington: Elsevier Academic Press.

- Barofsky, A., Simonelli, P., Vidoudez, C., Troedsson, C., Nejstgaard, J. C., Jacobsen, H. H., & Pohnert, G. (2010). Growth phase of the diatom *Skeletonema marinoi* influences the metabolic profile of the cells and the selective feeding of the copepod *Calanus* spp. *Journal of Plankton Research*, 33(3), 263–272.
- Benemann, J. R. (1992). Microalgae aquaculture feeds. *Journal of Applied Phycology*, 4(3), 233–245.
- Brown, M. R., Jeffrey, S. W., Volkman, J. K., & Dunstan, G.A. (1997). Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151, 315–331.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911–917.
- De Roeck-Holtzhauer, Y., Claire, C., Bresdin, F., Amicel, L., & Derrien, A. (2009). Vitamin, free amino acid and fatty acid compositions of some marine planktonic microalgae used in aquaculture. *Botanica Marina*, 36(4), 321–326.
- Dhert, P., Lavens, P., Duray, M., & Sorgeloos, P. (1990). Improved larval survival at metamorphosis of asian seabass (*lates calcarifer*) using ω 3-hufa-enriched live food. *Aquaculture*, 90(1), 63–74.
- Duerr, E. O., Molnar, A., & Sato, V. (1998). Cultured microalgae as aquaculture feeds. *Journal of Marine Biotechnology*, 6, 65–70.
- Guillard, R. R. L. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrate. Dalam W. L. Smith & M. H. Chanley (Eds.), *Culture of Marine Invertebrate Animals*. New York: Plenum Press (hlm. 26–60).
- Henderson, R. J., & Sargent, J. R. (1985). Fatty acid metabolism in fish. Dalam C. B. Cowey, A. M. Macky, & J. G. Bell (Ed.), *Nutrition and Feeding in Fish*. London: Academic Press.
- Hammouda, O., Gaber, A., & Abdel-Raouf, N. (1995). Microalgae and wastewater treatment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 31, 205–210.
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 361, Rome.
- Metting Jr., F. B. (1996). Biodiversity and application of microalgae. *Journal of Industrial Microbiology*, 17(5-6), 477–489.

- Okauchi, M., Zhou, W., & Zou, W. (1990). Difference in Nutritive Value of a Microalga *Nannochloropsis oculata* in Various Growth Phase. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 1.293–1.298.
- Thrush, S., Hewitt, J., Gibbs, M., Lundquist, C., & Norkko-Alf, A. (2006). Functional role of large organisms in intertidal communities: Community effects and ecosystem function. *Ecosystems*, 9, 1.029–10.

BAB XIII

PENILAIAN KUALITAS LINGKUNGAN PERAIRAN LOMBOK BARAT SEBAGAI LOKASI BUDI DAYA BIOTA LAUT

Suhartati M. Natsir, Ricky Rositasari, dan Rachma Puspitasari

Keberhasilan budi daya di Lombok tidak lepas dari faktor-faktor fisik, kimia, dan biologi yang saling berkaitan. Salah satu faktor fisik yang memengaruhi karakteristik dasar perairan adalah mineral dan sedimentasi. Perairan Sekotong lebih dipengaruhi oleh sedimentasi marine dan mengandung sedimen autigenik, tekstur sedimen yang kasar dan terpilah buruk, pasir dengan fragmen cangkang dan koral. Mineral-mineral stabil seperti kuarsa dan *feldspar* menunjukkan bahwa sumber sedimen adalah batuan vulkanik yang tertransportasi oleh media gelombang. Arah distribusi pasir di Perairan Sekotong lebih luas dan distribusi lumpurnya lebih mengarah dari laut ke daratan. Hal ini berbeda dengan kondisi di Perairan Lembar yang dipengaruhi oleh sedimentasi sungai. Tekstur sedimen yang lebih halus dan seragam, dengan fragmen serasah dan batuan sedimen ditemui di perairan Lembar. Mineral yang dominan adalah mineral lempung, mengindikasikan bahwa asal-usul sedimen ini adalah mineral tidak stabil, diperkirakan dari formasi batuan beku intrusif di daratan sehingga mudah berubah menjadi mineral lempung di bawah kondisi pelapukan di permukaan bumi. Kajian sedimen dan mineral di Sekotong dan Lembar menunjukkan bahwa perairan Sekotong

Buku ini tidak diperjualbelikan.

lebih sesuai untuk kegiatan budi daya bagi komoditas perikanan air laut, sedangkan perairan Lembar hanya sesuai untuk kegiatan budi daya komoditas yang membutuhkan air payau, seperti bandeng, udang, dan rumput laut dari marga *Gracilaria*.

Biota yang hidup di daerah pasang surut seperti timun laut di Teluk Kombal memiliki kemampuan bertahan terhadap variasi perubahan suhu dan salinitas yang besar. Teluk Kombal secara umum masih cukup baik untuk dijadikan sebagai lokasi budi daya, tetapi perlu diwaspadai bahwa pada saat tertentu terjadi perubahan kondisi perairan yang mendadak (suhu dan salinitas turun secara drastis) yang dapat mengakibatkan kematian bibit-bibit komoditas yang dibudidayakan.

Kualitas perairan pesisir Lombok sudah terindikasi sebagai perairan tercemar ringan. Sumber pencemar yang potensial di perairan ini adalah industri pertambangan, kegiatan rumah tangga, kegiatan pariwisata, dan kegiatan transportasi. Konsentrasi logam berat Cd, Cu, Ni, dan Pb dalam sedimen masih berada di bawah nilai alami, tetapi di beberapa stasiun konsentrasi logam Cd, Hg, dan Zn sudah melebihi nilai alaminya. Serupa dengan kandungan logam berat dalam sedimen, kandungan logam berat terlarut di lokasi pengamatan memperlihatkan indikasi yang kurang baik. Area yang berada di dekat daratan cenderung memiliki konsentrasi Hg terlarut yang tinggi terutama di bagian selatan. Aktivitas penambangan emas tradisional aktif di area ini sehingga masukan merkuri yang merupakan limbah dari penambangan memengaruhi pola distribusi di area ini. Cd dan Pb terlarut menunjukkan pola distribusi yang hampir sama meskipun tidak dipengaruhi aktivitas dari daratan, aktivitas manusia, seperti pelayaran, dan pelabuhan tampak memberikan pengaruh pada pola distribusi. Pengukuran konsentrasi nitrogen anorganik yang terdiri atas nitrat, nitrit, dan amonia menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit masih di bawah 0,002 ppm, sedangkan nitrat sudah melebihi baku mutu. Secara umum, perairan Sekotong, Lembar, dan Kombal menunjukkan bahwa konsentrasi amonia masih memenuhi baku

mutu air laut untuk pertumbuhan biota laut dan konsentrasi nitrogen anorganik masih kondusif untuk lokasi penangkapan ikan ataupun budi daya kerang mutiara. Namun, perlu tindakan pencegahan agar tidak terjadi peningkatan tekanan antropogenik yang dapat menurunkan produktivitas kegiatan budi daya perikanan.

Komunitas foraminifera di lokasi penelitian masih sangat kuat, dipengaruhi oleh komunitas terumbu karang dan komunitas asiasinya seperti padang lamun. Nilai indeks A-E dan FoRAM di perairan Lombok bagian barat menunjukkan bahwa aliran antropogenik belum berdampak pada populasi akuatik. Perairan Lembar yang merupakan pelabuhan provinsi untuk wilayah Lombok Barat memiliki kekayaan jenis foraminifera benthik paling rendah dengan kelimpahan individu yang rendah pula. Hasil pemaparan fitoplankton *Chatoceros gracilis* dengan sedimen di Lombok di laboratorium menunjukkan efek pertumbuhan yang positif. Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas sedimen di perairan Sekotong dan Lembar masih dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton, yang merupakan produsen atau pakan bagi berbagai jenis komoditas perikanan budi daya ataupun perikanan tangkap.

Kekayaan sumber daya laut di lokasi penelitian salah satunya adalah makroalga berzat kapur yang berperan dalam pembentukan ekosistem terumbu karang baru sebagai tempat asuhan bibit ikan, udang, moluska, dan biota lain. Makroalga berzat kapur di perairan Tanjung Sira tumbuh melimpah di rataan terumbu. Selain itu, keberhasilan mengisolasi enam isolat mikroalga strain Lombok Barat, yaitu *Skeletonema* sp. 1, *Skeletonema* sp. 2, *Navicula* sp. 1, *Navicula* sp. 2, *Thalassiosira* sp., dan *Nitzschia* sp. Isolat Lombok *Skeletonema* sp. cocok diuji coba lebih lanjut untuk pakan biota laut *filter feeder* yang telah melewati fase larva. Salah satu biota *filter feeder* yang dibudidayakan secara luas di perairan Lombok Barat adalah kerang mutiara. Dari pengamatan terhadap komunitas zooplankton yang sebagian besar merupakan burayak atau juvenil dari berbagai komoditas perikanan ditemukan adanya 24 taksa yang didominasi oleh kelompok

Crustacea atau udang-udangan. Kelompok zooplankton lain seperti Medusae, Siphonophora, Chaetognatha, dan meroplankton seperti larva Bivalvia, larva Gastropoda, larva Echinodermata, dan larva ikan umumnya ditemukan dalam kepadatan dan persentase yang rendah serta penyebarannya yang tidak merata.

Secara umum, perairan Lombok menyimpan potensi kekayaan hayati untuk pengembangan berbagai aspek kegiatan budi daya perikanan, seperti pengembangan pakan alami dan ketersediaan plasma nutfahnya. Kualitas air, kualitas sedimen, termasuk aspek toksisitasnya serta indeks perairan, menunjukkan bahwa perairan Lombok Barat masih dapat mendukung kegiatan budi daya selama tekanan negatif dari daratan masih terkontrol. Perairan Sekotong, Lembar ataupun Kombal merupakan daerah budi daya yang berpotensi untuk dikembangkan walaupun di beberapa lokasi yang berdekatan dengan darat seperti di perairan selatan Sekotong serta timur dan timur laut Lembar terindikasi tercemar ringan. Pola sirkulasi perairan Selat Lombok tidak dipengaruhi oleh musim, kondisi meteorologi dan arus dominan dari utara ke selatan yang dipengaruhi oleh kondisi lokal. Untuk perairan Kombal, kegiatan budi daya tidak dapat dilaksanakan sepanjang tahun, dan perlu diantisipasi perubahan kondisi perairan yang mendadak dan gradasi suhu serta salinitas ekstrem yang terekam di perairan Kombal.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, J. R. L. (1985). *Principle of physical sedimentology*. London: George Allen and Unwin.
- Balls, P. W., Hull, S., Miller, B. S., Pirie, J. M., & Proctor, W. (1997). Trace metal in Scottish estuarine and coastal sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, 34, 42–50.
- Bednarski, M., & Morales-Ramires, A. (2004). Composition, abundance and distribution of macrozooplankton in Culebra Bay, Gulf of Papagayo, Pacific Coast of Costa Rica and its Value as Bioindicator of Pollution. *Rev. Biol. Trop.*, 52(Supl. 2), 105–118.

- Berard, A. (1996). Effect of organic four solvents on natural phytoplankton assemblages: consequences for ecotoxicological experiments on herbicides. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 57, 183–190.
- Braga, J. C., & Riding. (2005). Calcarious algae. Dalam R. Selley, L. R. M. Cooks, & I. J. R. Plimer (Eds.), *Encyclopedia of Geology*. Amsterdam: Elsevier.
- Camargo, J. A., & Alonso, A. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environment International*, 32, 831–849.

INDEKS

- aksidental, 123
antropogenik, 31, 63, 65, 88, 89,
117, 124–126, 128, 181
anorganik, 33, 35, 39, 42, 43, 48–50,
66, 67, 180, 181
arus, 7–10, 16, 22, 54, 59, 69, 71,
100, 102, 103, 104, 108, 144,
153, 158, 182
asesoris, 123, 125, 126

biomassa, 140, 170–175
bioassay, 54
bioakumulasi, 64, 79
Boulbous, 188
Boulder, 188
browsing, 134

calcarious algae, 133, 142, 142
Chaetoceros gracilis, 54, 55, 167
Channel, 188

deformasi, 117
DO, 26, 27, 35, 57, 161

eutrofik, 121

fitoplankton, 4, 5, 27, 47, 54, 57,
59, 60, 126, 149, 153, 158,
168, 181
Fringing Reef, 188

gili, 9, 12, 24, 28, 30, 32, 36, 39, 80,
81, 82, 83, 86, 87, 88, 91, 120
goba, 136, 138
gravel, 102, 113
grazing, 134, 149
heterotropik, 118
herbivor, 118, 189
hipoksia, 121, 123, 126
hidrokarbon, 133, 140
Holdfast, 189
holoplankton, 155

indeks polusi, 26, 72, 73
intertidal, 134, 136, 137, 145
isolasi, 167, 168, 169, 175, 181

karnivor, 118
kecerahan, 1, 4, 10, 24, 27, 28, 60
kekeruhan, 3, 4, 24, 27–30, 60, 161
konsentrasi, 4, 34, 36, 42–50, 53,
54, 59, 60, 63, 64, 67, 69, 70,
71, 72, 74, 79, 80, 82, 84, 85,
86–89, 90, 91, 169, 180, 181

kurva pertumbuhan, 171
 larva, 149, 150, 153, 157, 160, 161,
 165, 166, 167, 175, 181, 182
 lipid, 172, 173, 174, 175
 logam berat, 3, 4, 32, 40, 53, 54, 59,
 63, 64, 65, 67, 72, 79, 80, 82,
 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91

 meroplankton, 150, 155, 160, 182
 mikroalga, 5, 42, 54, 55, 117,
 165–170, 172, 173, 175, 181
 moat, 191

 Nauplius, 191
 nitroselulosa, 43
 nitrifikasi, 44, 45, 49

 omnivor, 118, 189, 191
 oportunistis, 118, 121, 125, 126, 129
 oksidasi, 35, 45, 96

 pasang surut, 11, 19, 20, 21, 32, 96,
 100, 108, 180
 pH, 3, 4, 24, 32, 57, 60, 64, 66, 122,
 135, 143, 153
 partikulat, 40
 pencemaran, 3, 23, 26, 34–36, 55,
 126
 persentase lipid, 173, 174
phycocolloid reef, 133

 produktivitas primer, 27, 42, 149
 porous/porous, 133, 140

reef flat, 134, 137, 138
reef slope, 134, 137, 139
 ridge, 134, 137, 139

 senyawa nitrogen, 38, 42, 43, 49
 senyawa organik, 48
 sedimen, 4, 53–60, 64, 79, 80, 82,
 86–91, 95–104, 107–113, 119,
 120, 124, 140, 179–182
 simbiosis, 117, 118
 subtidal, 138, 145
Skeletonema Sp., 165, 168–175, 181
 suhu, 3, 4, 11, 16–18, 20, 21, 24,
 26, 30, 31, 34, 35, 57, 60, 66,
 80, 95, 135, 142, 143, 158, 160,
 161, 175, 180, 182
 salinitas, 3, 4, 11, 12, 16, 18, 19, 20,
 21, 24, 28, 31, 32, 33, 57, 60,
 64, 158, 160, 161
 spektrofotometri, 43

thalli/thallus, 134, 135, 136, 138, 140
 TSS, 4, 24, 26, 28, 29

 upper, 134, 137, 139

 zooplankton, 4, 149–158, 160, 161,
 166, 181, 182

GLOSARIUM

Aksidental	: Terjadi secara kebetulan atau tiba-tiba atau tidak sengaja
Antropogenik	: Sesuatu yang berhubungan dengan manusia
Asesoris	: Memiliki peran kecil sebagai pendukung
Arus	: Proses pergerakan massa air menuju ke-setimbangan yang menyebabkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air
Asam lemak	: Turunan asam karboksilat, terdapat di dalam lemak, minyak tumbuhan, atau binatang
Bioassay	: Penggunaan organisme dalam uji yang dilakukan untuk mengukur respons (misalnya pertumbuhan atau kematian) akibat pemaparan terhadap variabel fisik, biologi, atau kimia; kegiatan ini bisa berupa sebuah uji toksisitas atau studi bioakumulasi
Bentik (organisme)	: Organisme yang hidup di dasar perairan atau sedimen
Bioakumulasi	: Proses penumpukan zat kimia oleh organisme akuatik secara langsung atau melalui konsumsi atau makanan yang mengandung bahan kimia
Biota	: Keseluruhan flora dan fauna yang ada di alam

Budi daya	: Pemeliharaan organisme dengan tujuan memperbanyak dan memperoleh keuntungan secara ekonomi
Boulbous	: Ubi yang terdapat di bagian bawah segmen bonggol
Boulder	: Batu karang besar yang terdapat di daerah tubir
Calcareous algae	: Rumput laut berzat kapur atau rumput laut yang mengandung zat kapur (CaCO_3)
Channel	: Kaloran seperti parit, tetapi menghubungkan antara daerah tubir dan daratan
Diatom	: Kelompok alga uniseluler dengan dinding sel terbuat dari silika; merupakan produsen primer dalam rantai makanan di perairan
Deformasi	: Perubahan bentuk
DO	: Oksigen terlarut (<i>dissolved oxygen/DO</i>) adalah jumlah oksigen dalam miligram yang terdapat dalam satu liter air (ppt)
Eutrofik	: Kondisi perairan yang mengalami pengayaan unsur hara akibat pencemaran
Ficocolloid reef	: Koloid yang berasal dari rumput laut; tersebar di daerah rata-rata terumbu karang
Fringing reef	: Tipe terumbu yang membentuk rata-rata terumbu karang mengelilingi daerah terumbu; ada di pulau-pulau kecil
Fitoplankton	: Plankton tumbuhan (tumbuhan yang bersifat planktonik)
Fotosintesis	: Pemanfaatan energi cahaya matahari (cahaya matahari buatan) oleh tumbuhan berhijau daun atau bakteri untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat
Gili	: Pulau kecil dalam bahasa Sasak (penduduk asli Lombok)

Grazing	: Daerah pencarian makanan/daerah penjelajahan untuk mencari makan
Goba	: Bagian terumbu karang yang dalam dan dibatasi tubir atau rataaan terumbu di sekelilingnya
Gravel	: Kerikil dari pecahan karang
Hatchery	: Panti benih; tempat pembenihan
Heterotropik	: Cara hidup organisme yang mendapatkan energi dari luar sistem tubuhnya dengan berperan sebagai herbivor, karnivor, atau omnivor
Hewan bentonik	: Hewan yang hidup di dasar perairan
Hewan nektonik	: Hewan yang hidup dalam kolom air dan dapat berenang bebas
Hipoksia	: Kondisi perairan dengan kandungan oksigen rendah
Herbivor	: Organisme pemakan tumbuhan
Hidrokarbon	: Suatu senyawa organik yang terdiri atas atom karbon (C) dan hidrogen (H)
Holoplankton	: Organisme yang sepanjang daur hidupnya sebagai plankton
Holdfast	: Alat untuk melekat pada substrat
Intertidal	: Daerah pasang surut dekat pantai
Indeks polusi	: Nilai yang menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan
Isolasi	: Usaha memisahkan satu organisme atau kelompok dari kelompok yang lebih besar
Juvenile	: Muda; periode sebelum dewasa
Kepadatan	: Jumlah organisme dalam satuan volume atau luasan tertentu
Karnivor	: Organisme pemakan daging

Kecerahan	: Ukuran kejernihan suatu perairan, semakin tinggi suatu kecerahan perairan semakin dalam cahaya menembus air
Kekeruhan	: Ukuran biasan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu bahan polutan yang terkandung di dalam suatu perairan
Karnivora	: Hewan yang makanannya berupa hewan lain
Kontaminan	: Zat biologis atau kimia atau sesuatu yang tidak biasanya hadir dalam suatu sistem; mampu menghasilkan efek buruk dalam sistem biologi yaitu melukai secara serius struktur atau fungsi
Konsentrasi	: Jumlah kuantitatif suatu zat dalam air, makanan, atau sedimen
Larva	: Fase awal hewan yang baru keluar dari telurnya
Lipid	: Zat lemak yang tidak larut dalam air, tetapi umumnya larut dalam alkohol dan eter serta memberi rasa lemah
Logam Berat	: Logam berat (<i>heavy metal</i>) adalah logam dengan massa jenis lima atau lebih, dengan nomor atom 22 sampai dengan 92; unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm ³ ; unsur logam dengan berat molekul tinggi; dalam kadar rendah, logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia
Larva	: Fase perkembangan antara telur dan juwana dalam daur hidup hewan
Meroplankton	: Telur dan larva planktonik yang bersifat sementara sebelum berubah menjadi hewan dewasa

Moluska	: Hewan berbadan lunak, umumnya bercangkang keras, misalnya siput, kerang, dan keong
Mysis	: 1) Stadium perantara (<i>post zoea</i>) khas pada udang dan lobster; 2) Salah satu marga dari hewan Mysidaceae
Mikroalga	: Alga berukuran mikroskopik dapat berbentuk uniseluler atau rantai kelompok
Moat	: Parit di daerah dekat tubir
Nauplius	: Fase perkembangan awal daur hidup Crustasea
Nitrifikasi	: Oksidasi ammonia atau ammonium secara biologis menjadi nitrit yang diikuti oleh oksidasi nitrit menjadi nitrat
Nitro selulosa	: Senyawa mudah terbakar yang dihasilkan dengan cara mereaksikan selulosa dengan asam nitrat atau pereaksi nitrat lainnya yang bersifat reaktif
Oksidasi	: Reaksi penggabungan zat dengan oksigen
Oseanografi	: Gambaran atau deskripsi tentang laut; studi dan eksplorasi ilmiah mengenai laut dan segala fenomenanya
Omnivor	: Organisme pemakan segala
Oportunis	: Sifat organisme yang mampu bertahan pada kondisi yang kurang menguntungkan
Optimum	: Dalam kondisi yang terbaik (yang paling menguntungkan); optimal; keadaan faktor lingkungan yang merupakan derajat kesesuaian tertinggi untuk pertumbuhan dan berkembangbiakan makhluk secara penuh
Pertumbuhan	: Hal (keadaan) tumbuh; perkembangan (kemajuan dan sebagainya)
Plankton	: Organisme laut (tumbuhan dan hewan) yang sangat halus, kebanyakan mikroskopis dan melayang di dalam air laut

pH	: Derajat keasaman; ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan keasaman atau kebasaan suatu zat/larutan
Pasang surut	: Fenomena naik atau turunnya air laut ke atau dari permukaan daratan; gelombang laut yang dibangkitkan oleh adanya gaya gravitasi antara bumi, matahari, dan bulan
Partikulat	: Material padat berukuran sangat kecil yang tersuspensi dalam gas atau zat cair
Pencemaran	: Masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya
Porous	: Berongga/berpori-pori
Produktivitas Primer	: Laju produksi senyawa organik yang dihasilkan oleh tumbuhan dan organisme fotosintetik lainnya di suatu ekosistem
Reef flat	: Rataan terumbu tempat tumbuh rumput laut
Ridge	: Punggung terumbu/gudus
Spektrofotometri	: Suatu metode uji kuantitatif dalam analisis kimia yang didasarkan pada interaksi antara materi dan cahaya pada panjang gelombang tertentu
Suhu	: Besaran yang menunjukkan derajat panas atau dingin; menunjukkan energi yang dimiliki oleh sesuatu tersebut
Salinitas	: Konsentrasi garam terlarut dalam volume tertentu air; jumlah berat garam yang terlarut dalam 1 liter air, biasanya dinyatakan dalam satuan 0/00 (per mil, gram per liter)
Senyawa Nitrogen	

Anorganik	: Senyawa yang mengandung atom nitrogen (N), tetapi tidak mengandung atom karbon (C) dan tidak berasal dari material/makhluk hidup
Sedimen	: Mineral tak terkonsolidasi dan materi partikulat organik yang telah mengendap di dasar lingkungan perairan
Senyawa organik	: Senyawa kimia yang molekulnya mengandung atom karbon (C) kecuali karbida, karbonat, oksida karbon, dan sianida
Subtidal	: Daerah pasang surut, rata-rata terumbu karang sampai ke gunduk
Simbiosis	: Cara hidup bersama di antara jenis organisme yang berbeda
Upwelling	: Fenomena massa air yang lebih dingin dan bermassa jenis lebih besar dari dasar perairan bergerak ke permukaan akibat pergerakan angin di atasnya
Upper reef	: Lereng terumbu atau daerah tubir bagian atas
Thalli/thallus	: Batang tubuh termasuk segmen dan cabang-cabang
TSS	: Total padatan tersuspensi (<i>total suspended solid</i> /TSS); residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm atau lebih besar daripada ukuran partikel koloid; padatan yang menyebabkan kekeruhan, tidak larut, dan tidak dapat mengendap langsung
Teluk	: Tubuh perairan yang menjorok ke daratan dan dibatasi oleh daratan pada ketiga sisinya
Zoea	: Bentuk larva pada kepiting dan udang
Zooplankton	: Plankton hewan (hewan yang bersifat planktonik)

BIODATA EDITOR

RACHMA PUSPITASARI

Penulis lahir di Yogyakarta, 23 Agustus 1981, dan saat ini merupakan peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Fokus kajian peneliti adalah ekotoksikologi. Pendidikan S-1 diperoleh dari Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada pada 2003 dan pendidikan S-2 diperoleh dari Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada pada 2013. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* poespitsari@yahoo.com dan poespitsari@gmail.com.

SUHARTATI M. NATSIR

Penulis merupakan ahli peneliti utama dalam bidang mikropaleontologi, khususnya foraminifera. Penulis lahir di Bima pada 1958, menyelesaikan pendidikan S-1 di Universitas Gadjah Mada, S-2 di Universitas Indonesia, dan S-3 di Universitas Brawijaya, Malang. Selain berkiprah sebagai peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi mulai tahun 1984, penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi profesi Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI).

BIODATA PENULIS

ACHMAD KADI

Penulis adalah peneliti Bidang Sumber Daya Hayati, Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI. Penulis menamatkan pendidikan S-1 dan S-2 di Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Ancaman dari spesies invasif terhadap spesies *indigenous* menjadi masalah yang diangkat dalam tesis penulis. Fokus kajian dalam penelitiannya adalah kajian aspek taksonomi, biologi, ekologi, dan pascapanen dari rumput laut. Kajian tersebut telah dilaksanakan di hampir seluruh perairan pesisir Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* achmad_kadi@yahoo.com.

DEWI SURINATI

Penulis saat ini merupakan peneliti muda bidang Oseanografi Fisika di Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI). Pendidikan S1 diperoleh dari Departemen Fisika Universitas Gadjah Mada (UGM) pada tahun 2002 dan pendidikan S2 diperoleh dari Magister Ilmu Kelautan Universitas Indonesia (UI) pada tahun 2013. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: dewi.surinati@gmail.com

DIAH RADINI NOERDJITO

Penulis lahir di Bogor pada 4 Maret 1980 dan saat ini merupakan peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Fokus kajian yang ditekuni adalah mengenai mikroalga laut. Pendidikan S-1 diperoleh dari Departemen Biologi Institut Teknologi Bandung (ITB) pada 2003 dan pendidikan S-2 diperoleh dari Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung (ITB) tahun 2005. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* drnoerdjito@gmail.com.

EDI KUSMANTO

Penulis saat ini merupakan peneliti bidang Oseanografi Fisika di Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI). Pendidikan S1 diperoleh dari Departemen Fisika Universitas Hasanuddin (Unhas) pada tahun 1992. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: edikusmanto@gmail.com.

FITRI BUDIYANTO

Penulis adalah peneliti pada bidang pencemaran dan bioremediasi laut, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Penulis menamatkan pendidikan S-1 dari Jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Fokus kajian penulis ialah kimia laut, khususnya pada kimia anorganik dan biogeokimia dari substansi kimia anorganik serta dampak pencemaran laut terhadap kesehatan lingkungan. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* fitr019@lipi.go.id.

HANIF BUDI PRAYITNO

Penulis lahir di Jakarta, 1 Agustus 1980, dan saat ini merupakan peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Fokus kajian penulis ialah kimia oseanografi. Pendidikan S-1 diperoleh dari Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah

Mada pada 2004. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S-2 ilmu lingkungan di Australian National University. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* hani007@lipi.go.id.

LESTARI

Penulis adalah peneliti pada Bidang Pencemaran dan Bioremediasi Laut, Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI. Penulis menamatkan S-1 dari Jurusan Kesehatan Lingkungan, FKM Universitas Indonesia dan melanjutkan S-2 di Pascasarjana Ilmu Kelautan, FMIPA Universitas Indonesia. Fokus kajian penulis ialah kimia lingkungan laut, khususnya kimia anorganik dan biogeokimia logam berat serta kajian dampak risiko polutan logam berat pada kesehatan lingkungan laut. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* lest001@lipi.go.id atau terisardi@gmail.com.

RICKY ROSITASARI

Penulis adalah peneliti Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI. Fokus kajian penulis yang selama lebih dari 20 tahun digeluti adalah kesehatan lingkungan perairan, perubahan ekologi perairan akibat faktor alamiah ataupun antropogenik dan kerentanan lingkungan pesisir terhadap perubahan iklim. Selain aktif dalam bidang penelitian, penulis juga aktif menjadi pengelola majalah semipopuler selama lebih dari 19 tahun dan jurnal ilmiah lebih dari lima tahun terakhir. Penulis menamatkan pendidikan S-1 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran Bandung. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* rr6862@yahoo.com.

SUCI LASTRINI

Penulis lahir di Blitar, 31 Januari 1976 dan saat ini merupakan teknisi pada Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan

Indonesia. Saat ini penulis menjabat sebagai sekretaris bunga rampai dan Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (OLDI). Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: sucilastrini1@gmail.com

SUTOMO

Penulis adalah peneliti Bidang Sumber Daya Hayati, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Penulis menamatkan pendidikan S-1 di Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada dan S-2 di Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Fokus kajian penelitian yang diminati adalah budi daya pakan alami fito dan zooplankton, studi potensi mikroalga sebagai sumber makanan kesehatan, biofuel dan bioremediasi. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* stom_st@yahoo.com.

TRİYONI PURBONEGORO

Penulis lahir di Bogor, 4 Juni 1977. Penulis saat ini merupakan peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Fokus kajian penulis ialah ekotoksikologi. Pendidikan S-1 penulis diperoleh dari Fakultas Biologi, Universitas Nasional Jakarta pada 2005 dan pendidikan S-2 diperoleh dari Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor pada 2014. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* purbonegoro@gmail.com.

YUNIA WITASARI

Penulis adalah peneliti Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI. Penulis menamatkan pendidikan S-1 di Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta dan S-2 di Fakultas Teknologi Kebumihan di Institut Teknologi Bandung. Fokus kajian penulis ialah mekanisme sedimentasi dan kandungan mineral di dalam sedimen, pengaruh

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sedimentasi terhadap lingkungan perairan, baik secara normal maupun hubungannya dengan faktor antropogenik serta pengembangan metode peruntutan unsur radioaktif isotop Pb-210 untuk melacak perkembangan mekanisme sedimentasi resin di dasar perairan seluruh Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* irasatwain@gmail.com.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kualitas Lingkungan untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok Barat



Sebagaimana diketahui, kondisi perairan di Indonesia bagian tengah dan timur dinilai lebih baik daripada kondisi perairan di Indonesia bagian barat. Tak mengherankan apabila kawasan ini kemudian dikenal sebagai kawasan potensial pengembangan budi daya biota laut seperti abalon, ikan kerapu, udang lobster, dan kerang mutiara yang merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia. Terkait hal ini, lokasi di salah satu wilayah perairan Indonesia bagian tengah, yaitu Lombok Barat, yang dikembangkan menjadi kawasan budi daya biota laut tentu memiliki faktor penunjang lingkungan yang terkategori baik.

Ironisnya, dewasa ini dapat dengan mudah kita jumpai aktivitas manusia yang mampu mengancam faktor-faktor krusial tersebut sehingga pertanyaan yang kemudian muncul di benak kita adalah seberapa jauh aktivitas manusia, seperti pelabuhan dan pertambangan, dalam memengaruhi kondisi perairan di Lombok Barat; dan apakah penilaian tentang kualitas perairan yang baik tersebut tetap layak disematkan di kawasan perairan Indonesia bagian tengah, yang dalam hal ini 'diwakili' oleh perairan Lombok Barat, sebagai penunjang pengembangan usaha budi daya biota laut?

Anda penasaran?

Temukan jawaban selengkapnya dalam buku (bunga rampai) di tangan Anda ini.



Buku Obor

Distributor:

Yayasan Obor Indonesia
Jln. Plaju No.10 Jakarta 10230
Telp. (021) 319 26978, 3920114
Faks. (021) 319 24488
E-mail: yayasan_obor@cbn.net.id

LIPI Press

ISBN 978-979-799-865-3



9 789797 998653

ini tidak diperjualbelikan.