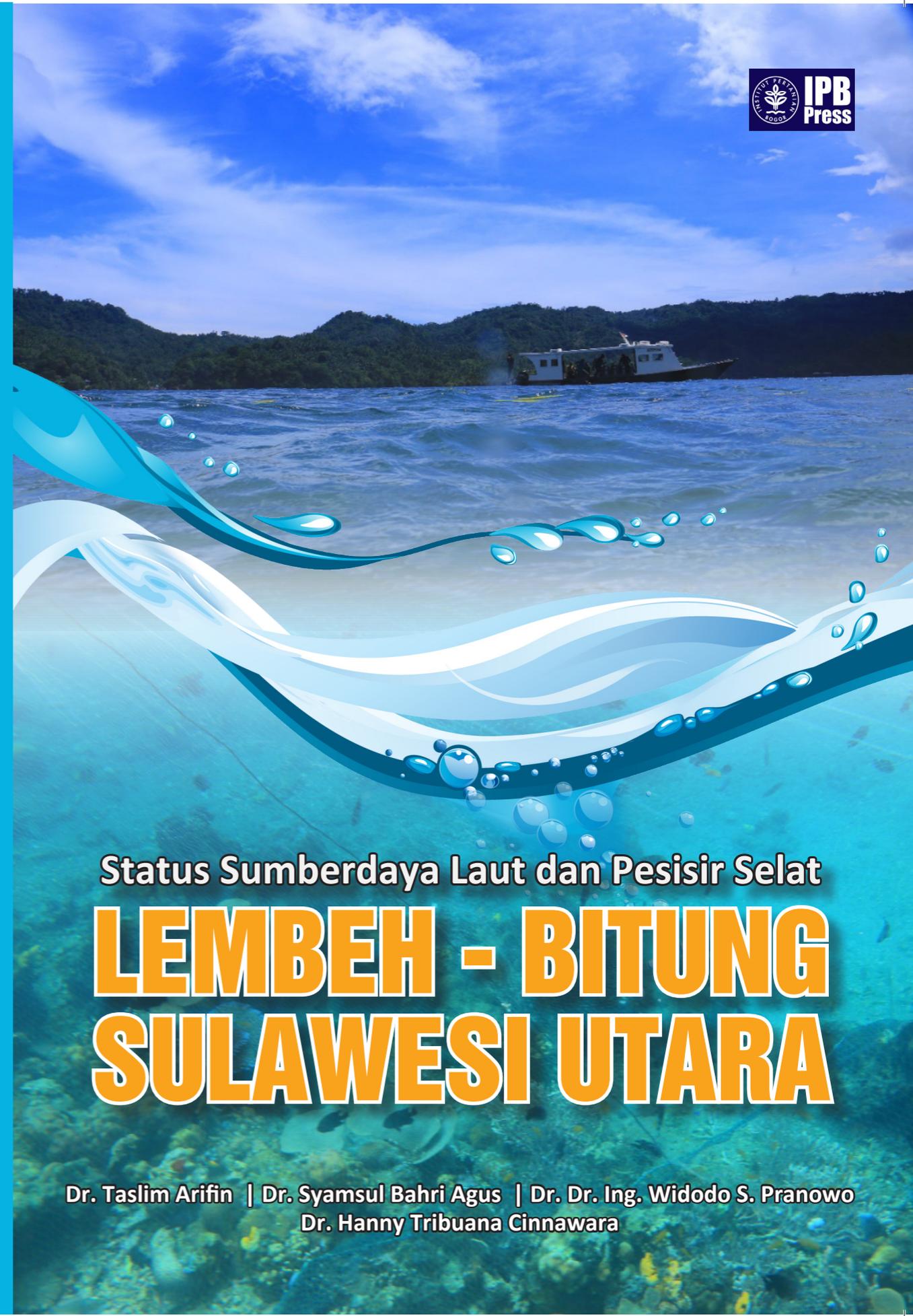


Status Sumberdaya Laut dan Pesisir Selat
**LEMBEH - BITUNG
SULAWESI UTARA**



Status Sumberdaya Laut dan Pesisir Selat **LEMBEH - BITUNG SULAWESI UTARA**



Status Sumberdaya Laut dan Pesisir Selat
**LEMBEH - BITUNG
SULAWESI UTARA**

Dr. Taslim Arifin | Dr. Syamsul Bahri Agus | Dr. Dr. Ing. Widodo S. Pranowo
Dr. Hanny Tribuana Cinnawara

PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com

Penerbit IPB Press @IPBpress ipbpress www.ipbpress.com



Status Sumber Daya Laut dan Pesisir Selat

LEMBEH-BITUNG SULAWESI UTARA



Status Sumber Daya Laut dan Pesisir Selat

LEMBEH-BITUNG SULAWESI UTARA

Dr Taslim Arifin

(Pusat Riset Kelautan-BRSDMKP)

Dr Syamsul Bahri Agus

(FPIK-Institut Pertanian Bogor)

Dr Dr Ing Widodo S Pranowo

(Pusat Riset Kelautan-BRSDMKP)

Dr Hanny Tribuana Cinnawara

(FPIK-Universitas Andi Djemma Palopo)



Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3

Kota Bogor - Indonesia

C.01/09.2019

Judul Buku:

Status Sumber Daya Laut dan Pesisir Selat Lembeh-Bitung Sulawesi Utara

Penyusun:

Dr Taslim Arifin
Dr Syamsul Bahri Agus
Dr Dr Ing Widodo S Pranowo
Dr Hanny Tribuana Cinnawara

Penyunting Bahasa:

Bayu Nugraha

Desain Sampul & Penata Isi:

Muhamad Ade Nurdiansyah

Jumlah Halaman:

160 + xx Halaman Romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1 September 2019

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com
www.ipbpress.com

ISBN: 978-602-440-920-3

Dicetak oleh IPB Press Printing, Bogor - Indonesia
Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2019, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

PRAKATA TIM PENYUSUN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan penulisan buku Bunga Rampai “**Status Sumber Daya Laut dan Pesisir Selat Lembeh-Bitung**”. Adapun materi buku ini disusun dari hasil penelitian dan kajian pustaka oleh peneliti Pusat Riset Kelautan dan dosen Politeknik Kelautan dan Perikanan (Poltek KP) Bitung BRSDMKP-KKP.

Kami berharap buku ini dapat bermanfaat dalam menambah referensi tentang sumber daya laut dan pesisir Selat Lembeh. Kami menyadari sepenuhnya bahwa isi buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat kami harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Atas selesainya buku ini, kami mengucapkan terima kasih kepada:

- Kepala Pusat Riset Kelautan dan Kepala Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan atas dorongan dan fasilitas yang diberikan sehingga buku ini dapat diterbitkan;
- Para rekan peneliti yang telah menginspirasi dan saling berbagi informasi dan diskusi sehingga tulisan ini dapat terwujud; dan
- Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, atas bantuan dan peran sertanya dalam penelitian dan penyusunan buku ini.

Akhirnya kami berharap semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, September 2019

Penyusun



SAMBUTAN KEPALA PUSAT RISET KELAUTAN, BRSDMKP-KKP

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Bunga Rampai “**Status Sumber Daya Laut dan Pesisir Selat Lembeh-Bitung**” dapat dipersembahkan kepada pembaca.

Buku ini hadir untuk mendukung capaian sasaran strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam pengelolaan sumber daya pesisir dan laut secara berkelanjutan melalui Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Untuk itu, buku ini disusun dengan memuat berbagai aspek terkait Aspek Biologi, Morfometri dan Molekuler Ikan Selar, Potensi Zona Konservasi dan Pariwisata Bahari, serta Identifikasi Sumber Ancaman terhadap Kelestarian Sumber Daya Pesisir dan Penilaian Akuntabilitas Pengelolaan Kawasan Terumbu Karang.

Bitung dikenal sebagai kota cakalang yang memiliki ekosistem terumbu karang dan potensi sumber daya perairan yang bernilai ekonomis penting yaitu ikan selar jenis *S. crumenophthalmus*. Deteksi spesies melalui identifikasi genetik dengan menggunakan analisis DNA-COI dapat memberikan informasi tentang nilai similitas spesies ikan selar.

Bitung juga memiliki ekowisata khas, seperti cagar alam dan pantainya yang sangat potensial untuk aktivitas pariwisata. Keberadaan terumbu karang menjadikan Bitung sebagai tujuan wisata bahari yang patut dibanggakan di Provinsi Sulawesi Utara. Pengembangan secara ko-eksistensi antara kawasan konservasi dan wisata dapat memberikan manfaat ekonomi yang lebih tinggi untuk PEMDA Kota Bitung.

Adapun materi yang terangkum dalam buku ini dikumpulkan dari hasil penelitian dan kajian berdasarkan survei yang dilakukan di wilayah perairan Selat Lembeh oleh peneliti Pusat Riset Kelautan dan dosen Poltek KP Bitung BRSDMKP.

Kami mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang mendukung pembuatan buku Bunga Rampai ini. Saya berharap buku ini dapat bermanfaat bagi pengambil kebijakan dan berkontribusi dalam akselerasi penyebaran hasil penelitian lingkup BRSDMKP, khususnya yang terkait dengan aspek molekuler ekologi ikan selar dan pengelolaan sumber daya laut Selat Lembeh.

Jakarta, September 2019

Riyanto Basuki



DAFTAR ISI

PRAKATA TIM PENYUSUN	v
SAMBUTAN KEPALA PUSAT RISET KELAUTAN, BRSDMKP-KKP	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xix
I. PROLOG	
<i>Taslim Arifin dan Rinny Rahmania</i>	1
II. KONDISI TERUMBU KARANG DAN KARAKTERISTIK LINGKUNGAN PERAIRAN	
<i>Taslim Arifin dan Rinny Rahmania</i>	5
Pendahuluan	5
Kondisi Terumbu Karang.....	6
Karakteristik Lingkungan Perairan	10
Keterkaitan Karakteristik Lingkungan Perairan dengan Penutupan Karang.....	15
Kesimpulan.....	20
Daftar Pustaka	20
III. BEBERAPA ASPEK BIOLOGI IKAN SELAR	
(<i>SELAR CRUMENOPHTHALMUS</i>)DARI PERAIRAN BITUNG	
<i>Rudi Saranga, Jenny I Manengkey, Asia, dan Muh Zainul Arifin</i>	23
Pendahuluan	23
Nisbah kelamin.....	25
Hubungan Panjang Bobot.....	27
Reproduksi dan Indeks Kematangan Gonad.....	29
Parameter pertumbuhan	33
Kohort	34
Status Pengusahaan	36
Kesimpulan.....	37
Daftar Pustaka	38

IV. MORFOMETRI DAN MOLEKULER IKAN SELAR MATA BESAR (OCI) DAN SELAR MATA KECIL (TUDE) (FAMILY CARANGIDAE) YANG TERTANGKAP DI PERAIRAN SEKITAR BITUNG	
<i>Rudi Saranga, Heru Santoso, Nova Tumanduk, dan Hetty Ondang</i>	41
Pendahuluan	41
Analisis Data	42
Hasil dan Pembahasan	44
Kesimpulan.....	48
Daftar Pustaka	49
V. DESKRIPSI DAN PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE DI PULAU LEMBEH-BITUNG, SULAWESI UTARA	
<i>Terry Louise Kepel, Nasir Sudirman, dan Mariska Astrid Kusumaningtyas</i>	51
Pendahuluan	51
Gambaran Umum Pulau Lembeh	52
Kekayaan Jenis Mangrove	54
Kondisi Kerapatan Mangrove	56
Indeks Ekologi.....	59
Pengelolaan Ekosistem Mangrove.....	59
Kesimpulan.....	61
Daftar Pustaka	61
VI. ANALISIS POTENSI ZONA KONSERVASI DAN PARIWISATA BAHARI DI SELAT LEMBEH	
<i>Taslim Arifin</i>	63
Pendahuluan	63
Analisis Pemanfaatan Perairan Pesisir	64
Analisis Peruntukan Kawasan Terumbu Karang.....	66
Potensi Kawasan Konservasi Terumbu Karang	66
Potensi Pengembangan Pariwisata Bahari	69
Kesimpulan.....	78
Daftar Pustaka	78

VII. PERANAN EKOSISTEM LAMUN PULAU- PULAU KECIL SEBAGAI KARBON BIRU DALAM UPAYA MITIGASI PERUBAHAN IKLIM (STUDI KASUS PULAU LEMBEH, KABUPATEN BITUNG)	
<i>Agustin Rustam, Devi D Suryono, dan Agus Daulat</i>	81
Pendahuluan	81
Keanekaragaman Lamun Pulau Lembeh	83
Ucapan Terima Kasih	89
Daftar Pustaka	90
VIII. IDENTIFIKASI SUMBER ANCAMAN TERHADAP KELESTARIAN SUMBER DAYA PESISIR SELAT LEMBEH DAN UPAYA MITIGASINYA	
<i>Rinny Rahmania</i>	93
Pendahuluan	93
Selat Lembeh.....	94
Gangguan Aktivitas Manusia (<i>anthropogenic disturbances</i>) terhadap Sumber Daya Selat Lembeh	95
Potensi Ancaman Bencana	98
Upaya Mengantisipasi Ancaman terhadap Kelestarian Sumber Daya Selat Lembeh.....	106
Kesimpulan.....	110
Daftar Pustaka	110
IX. PENILAIAN AKUNTABILITAS PENGELOAAN KAWASAN TERUMBU KARANG SELAT LEMBEH	
<i>Taslim Arifin</i>	115
Pendahuluan	115
Dimensi Akuntabilitas Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang	116
Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang	122
Penilaian Akuntabilitas Pengelolaan Terumbu Karang	125
Sistem Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang.....	131
Aplikasi Rap-Insus-COREMAG untuk Penilaian Indeks Akuntabilitas.....	132
Aplikasi Stella untuk Analisis Sistem Keberlanjutan	143
Kesimpulan.....	151
Daftar Pustaka	151
IX EPILOG	
<i>Taslim Arifin dan Rinny Rahmania</i>	155
BIODATA PENYUSUN	159



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jumlah genera karang batu di Selat Lembeh	8
Gambar 2.2	Dominasi jumlah koloni karang batu di Selat Lembeh.....	8
Gambar 2.3	Persentase tutupan dari kategori <i>benthic lifeforms</i> di Selat Lembeh	9
Gambar 2.4	Persentasi tutupan karang hidup di Selat Lembeh	9
Gambar 2.5	Grafik analisis komponen utama parameter fisika-kimia perairan antara komponen utama pertama (F1) dan komponen utama kedua (F2): A : Lingkaran korelasi antar parameter, dan B : Penyebaran lokasi pengamatan	11
Gambar 2.6	Grafik analisis komponen utama parameter kondisi perairan antara komponen utama pertama (F1) dengan komponen utama kedua (F3): A : Lingkaran korelasi antar parameter, dan B : Penyebaran lokasi pengamatan	12
Gambar 2.7	Analisis Faktorial Koresponden lokasi dengan kategori <i>benthic</i> <i>lifeforms</i> pada Sumbu Utama Faktorial 1 dan 2 (F1 dan F2)	17
Gambar 2.8	Analisis Faktorial Koresponden lokasi dengan kategori <i>benthic</i> <i>lifeforms</i> pada Sumbu Utama Faktorial 1 dan 3 (F1 dan F3)	17
Gambar 3.1	Lokasi pengambilan sampel di PPS Bitung.....	24
Gambar 3.2	Perbandingan bulanan ikan <i>S. crumenophthalmus</i> jantan dan betina	25
Gambar 3.3	Visualisasi morfologi ikan <i>S. crumenophthalmus</i>	26
Gambar 3.4	Sebaran ukuran panjang ikan <i>S. crumenophthalmus</i> berdasarkan jenis kelamin	27
Gambar 3.5	(a) Hubungan panjang bobot ikan <i>S. crumenophthalmus</i> jantan; (b) Hubungan panjang bobot ikan <i>S. crumenophthalmus</i> betina....	29
Gambar 3.6	Hubungan panjang bobot keseluruhan ikan <i>S. crumenophthalmus</i>	29
Gambar 3.7	Histologi perkembangan sel telur dalam satu gonad ikan <i>S. crumenophthalmus</i> betina	31

Gambar 3.8	Distribusi proporsi ikan <i>S. crumenophthalmus</i> betina matang gonad Pendugaan ukuran ikan pertama kali matang gonad ($L_m = L_{50}$) dan ukuran ikan pertama kali tertangkap (L_c) dengan metode rasio potensi pemijahan atau <i>spawning potential ratio</i> (SPR) menggunakan <i>software length based-spawning potential ratio</i> (LB-SPR) yang dikembangkan oleh Hordyk <i>et al.</i> (2014) dan dapat diakses secara <i>online</i> pada situs http://barefootecologist.com.au/lbspr	32
Gambar 3.9	Perbandingan L_c dan L_m ikan <i>S. crumenophthalmus</i> betina	32
Gambar 3.10	Kurva nilai K dan L_∞ ikan <i>S. crumenophthalmus</i> (ELEFAN I pada <i>Scanning of K-values</i> program FISAT II)	33
Gambar 3.11.	Kurva pertumbuhan spesifik ikan <i>S. crumenophthalmus</i>	34
Gambar 3.12	Analisis kohort bulanan ikan <i>S. crumenophthalmus</i> menggunakan <i>model progression analysis normally</i> <i>separation</i> (NORMSEP)	35
Gambar 3.13	Nilai SPR ikan <i>S. crumenophthalmus</i>	37
Gambar 4.1	Pengukuran morfometrik terhadap 20 tanda (<i>landmark</i>) pada tubuh ikan sampel	43
Gambar 4.2	Hasil analisis PCA dari kedua jenis ikan selar (Tude=selar mata kecil; Oci=selar mata besar)	46
Gambar 4.3	Dendogram ikan selar mata besar (Oci), selar mata kecil (Tude), dan Layang (out group)	47
Gambar 4.4	Rekonstruksi filogenetik (metode maksimum <i>likelihood</i>) dari sekuen selar mata kecil (sampel_A) dan selar mata besar (sampel_B)	48
Gambar 4.5	Ikan selar mata besar (A) dan ikan selar mata kecil (B).	48
Gambar 5.1	Curah hujan (mm) Kota Bitung pada tahun 2003–2004	53
Gambar 5.2	Pesisir timur Desa Lirang	54
Gambar 5.3	Stasiun Pengamatan	54
Gambar 5.4	Lokasi pertumbuhan nipah di Pulau Lembeh	56
Gambar 5.5	<i>B. gymnorhiza</i> di Stasiun 1 (gambar kiri) dan <i>C. tagal</i> di Stasiun 6 (gambar kanan)	57
Gambar 5.6	Evolusi mangrove dari waktu ke waktu (Sumber: Alongi 2009)	58
Gambar 5.7	Kondisi mangrove rehabilitasi di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu	58

Gambar 5.8	Pemandangan ke Teluk Walenikoko dari <i>resort</i> di Desa Paudean ...	61
Gambar 6.1	Peta sebaran ekosistem pesisir dan lokasi penyelaman di Selat Lembeh (Mitra Pesisir Sulut 2005; Arifin 2008)	65
Gambar 6.2	Peta sebaran ekosistem pesisir dan lokasi penyelaman di Selat Lembeh (Mitra Pesisir Sulut 2005; Arifin 2008).....	66
Gambar 6.3	Peta kesesuaian kawasan konservasi terumbu karang Selat Lembeh, Kota Bitung (Arifin 2008)	73
Gambar 6.4	Peta kesesuaian pengembangan pariwisata bahari Selat Lembeh, Kota Bitung (Arifin 2008).....	73
Gambar 7.1	Lokasi penelitian di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara, Mei 2014	83
Gambar 7.2	<i>E acoroides</i> pada substrat pasir stasiun 3 (panel kiri) dan substrat karang dan pasir stasiun 4 (panel kanan).....	85
Gambar 7.3	Padang lamun campuran dari jenis <i>T. Hemprichii</i> , <i>Cymodocea serrulata</i> , <i>S. isoetifolium</i>	85
Gambar 7.4	Komposisi lamun yang ditemukan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara, pada bulan Mei 2014	86
Gambar 7.5	Kerapatan jenis lamun di Pulau Lembeh dan Tanjung Merah, Bitung, Sulawesi Utara, Mei 2014	87
Gambar 7.6	Biomasa karbon lamun di seluruh stasiun pengamatan dan rata-rata di Pulau Lembeh tahun 2014	87
Gambar 7.7	Nilai karbon sedimen di ekosistem lamun.....	80
Gambar 8.1	Lokasi Selat Lembeh yang terletak di Kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia (citra satelit Sentinel-2 yang diakuisisi tanggal 18 Juni 2019)	95
Gambar 8.2	Konversi vegetasi hijau di pesisir selat Lembeh sebagai akibat dari kegiatan pembangunan di kelurahan Paceda yang dipantau dengan aplikasi <i>Google Earth</i> : (a) citra satelit tanggal 14 Desember 2006; (b) citra satelit tanggal 27 November 2009; dan (c) citra satelit tanggal 21 April 2018.....	97
Gambar 8.3	Wilayah pesisir Selat Lembeh yang berisiko akibat terpapar oleh bencana gempa bumi (sumber: http://inarisk.bnpb.go.id/ , diakses pada 27 Agustus 2019).....	99
Gambar 8.4	Wilayah pesisir Selat Lembeh yang berisiko akibat terpapar oleh bencana tsunami (sumber: http://inarisk.bnpb.go.id/ , diakses pada 27 Agustus 2019).....	101

Gambar 8.5	Wilayah pesisir Selat Lembeh yang berisiko akibat terpapar oleh bencana letusan Gunung Tongkoko (sumber: http://inarisk.bnpb.go.id/ , diakses pada 27 Agustus 2019).....	103
Gambar 8.6	Wilayah pesisir selat Lembeh yang berisiko akibat terpapar oleh bencana banjir (sumber: http://inarisk.bnpb.go.id/ , diakses pada 27 Agustus 2019).....	104
Gambar 8.7	Wilayah pesisir Selat Lembeh yang berisiko akibat terpapar oleh bencana gelombang ekstrim dan abrasi (sumber: http://inarisk.bnpb.go.id/ , diakses pada 27 Agustus 2019).....	106
Gambar 8.8	Tingkat efektivitas pengelolaan (EKKP3K) Bitung (sumber: http://kkji.kp3k.kkp.go.id/index.php/status-ekkp3k-2013/97-artikel-ekkp3k/250-status-ekkp3k2015 , diakses pada 27 Agustus 2019)	108
Gambar 9.1	Rancangan pengelolaan ekosistem terumbu karang (Bengen 2000).....	125
Gambar 9.2	Tahapan analisis Rap-Insus-COREMAG (Arifin 2008)	129
Gambar 9.3	Ilustrasi akuntabilitas dari setiap dimensi	130
Gambar 9.4	Proses Rap-Insus-COREMAG dengan pendekatan MDS (Arifin 2008)	131
Gambar 9.5	Analisis Rap-Insus-COREMAG yang menunjukkan nilai akuntabilitas pengelolaan ekosistem terumbu karang di Selat Lembeh (Arifin 2008).....	132
Gambar 9.6	Analisis Rap-Insus-COREMAG yang menunjukkan nilai indeks akuntabilitas dimensi ekologi.....	133
Gambar 9.7	Peran masing-masing atribut aspek ekologi yang dinyatakan dalam bentuk perubahan nilai RMS.....	134
Gambar 9.8	Analisis Rap-Insus-COREMAG yang menunjukkan indeks akuntabilitas dimensi teknologi	135
Gambar 9.9	Peran masing-masing atribut aspek teknologi yang dinyatakan dalam bentuk perubahan nilai RMS.....	135
Gambar 9.10	Analisis Rap-Insus-COREMAG yang menunjukkan indeks akuntabilitas dimensi sosial ekonomi	137
Gambar 9.11	Peran masing-masing atribut dimensi sosial ekonomi yang dinyatakan dalam bentuk perubahan nilai RMS.....	137

Gambar 9.12	Analisis Rap-Insus-COREMAG yang menunjukkan nilai indeks akuntabilitas berdasarkan dimensi kelembagaan	139
Gambar 9.13	Peran masing-masing atribut aspek akuntabilitas berdasarkan dimensi kelembagaan yang dinyatakan dalam bentuk perubahan nilai RMS	139
Gambar 9.14	Diagram layang (<i>kite diagram</i>) akuntabilitas pengelolaan ekosistem terumbu karang di Selat Lambeh, Kota Bitung.....	140
Gambar 9.15	Ordinasi analisis Monte Carlo yang menunjukkan posisi median dan selang kepercayaan 95% terhadap median.....	142
Gambar 9.16	Diagram konseptual perumusan skenario keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang (Arifin 2008)	144
Gambar 9.17	Hasil simulasi pada skenario kondisi saat ini (Arifin 2008)	146
Gambar 9.18	Hasil simulasi skenario upaya yang bisa dilakukan (Arifin 2008)	147
Gambar 9.19	Simulasi skenario kondisi baik (kondisi ideal) (Arifin 2008)	149
Gambar 9. 20	Simulasi skenario pada kondisi buruk (Arifin 2008).....	150



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Akar ciri dan persentase kontribusi setiap sumbu faktorial terhadap total variansi	10
Tabel 2.2 Akar ciri dan kontribusi inersi total pada tiga sumbu utama faktorial	16
Tabel 3.1 Deskripsi makroskopik perkembangan TKG <i>S. crumenophthalmus</i> betina	30
Tabel 3.2 Nilai SPR <i>S. crumenophthalmus</i> yang tertangkap di perairan sekitar Bitung	36
Tabel 4.1 Hasil pengukuran karakter morfometrik	44
Tabel 4.2 Anova <i>K-means cluster</i>	45
Tabel 5.1 Jenis mangrove di Pulau Lembeh	55
Tabel 5.2 Diameter pohon (cm) per stasiun	56
Tabel 5.3 Kerapatan Mangrove (individu/ha)	57
Tabel 5.4 Indeks keanekaragaman (H'), pemerataan (E) dan dominansi (D)	59
Tabel 6.1 Kesesuaian perairan untuk kawasan konservasi terumbu karang, Selat Lembeh	69
Tabel 6.2 Kelas kesesuaian pengembangan pariwisata bahari	71
Tabel 6.3 Pemberian skor parameter untuk pengembangan pariwisata bahari	72
Tabel 6.4 Faktor penunjang atau kekhasan dan faktor pembatas pengembangan pariwisata bahari di Selat Lembeh	74
Tabel 7.1 Spesies lamun yang ditemukan di perairan Pulau Lembeh dan Tanjung Merah, Bitung, Sulawesi Utara, Mei 2014 dari 12 lamun di perairan Indonesia	84
Tabel 8.1 Desa-desa di sekitar selat Lembeh yang memiliki tingkat risiko tinggi dan sedang terhadap potensi bencana gempa (Yunus <i>et al.</i> 2019a).	99
Tabel 8.2 Desa-desa di sekitar selat Lembeh yang memiliki tingkat risiko tinggi dan sedang terhadap potensi bencana tsunami ...	101
Tabel 9.1 Dimensi dan atribut penilaian akuntabilitas pengelolaan ekosistem terumbu karang	125

Tabel 9.2 Kategori status akuntabilitas pengelolaan ekosistem terumbu karang berdasarkan nilai indeks hasil analisis Rap-Insus-COREMAG (modifikasi Kruskal <i>dalam</i> Jhonson dan Wichern 1992)	130
Tabel 9.3 Nilai indeks akuntabilitas Pulau Lembeh dan pesisir Bitung pada setiap dimensi	140
Tabel 9.4 Aplikasi Rap-Insus-COREMAG untuk beberapa parameter statistik.....	141
Tabel 9.5 Hasil analisis Monte Carlo untuk nilai Insus-COREMAG dan masing-masing dimensi pada selang kepercayaan 95.....	142

I. PROLOG

Taslim Arifin dan Rinny Rahmania

Pusat Riset Kelautan BRSDMK-KKP

Komplek Bina Samudera, Jl Pasir Puti II, Ancol Timur, Jakarta

Undang-Undang No 1 Tahun 2014 tentang perubahan atas Undang-Undang No 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil memandatkan Kementerian Kelautan dan Perikanan dan Pemerintah Daerah untuk melakukan perencanaan, pemanfaatan, pengawasan, dan pengendalian sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil, antar sektor, antara ekosistem darat dan laut, serta antara ilmu pengetahuan dan manajemen untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Selat Lembeh memiliki pulau-pulau kecil yang di dalamnya terdapat aktivitas penangkapan ikan dan pariwisata bahari. Makatipu (2003) *dalam* Kelompok Kerja Terpadu (KTT) Kota Bitung (2005), menyatakan bahwa Selat Lembeh memiliki keunikan yaitu merupakan tempat migrasi ikan pelagis kecil dan besar, seperti tongkol (cakalang), layang (malalugis), tuna, dan ikan kembung. Bahkan, mamalia laut, seperti lumba-lumba dan paus sering muncul di perairan ini. Selain itu juga, ditemukan populasi ikan hias capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*) (Makatipu 2007). Potensi tersebut mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat Selat Lembeh, Kota Bitung sehingga perlu dikelola secara optimal tanpa menimbulkan kerusakan.

Meningkatnya aktivitas industri di sekitar Selat Lembeh akan berdampak terhadap kuantitas limbah, baik limbah padat maupun berupa cairan. Menurut KTT Kota Bitung (2005) dan BPS Kota Bitung (2019), industri di kota Bitung didominasi oleh industri perikanan, industri galangan kapal, industri minyak kelapa, industri transportasi laut, makanan, baja, dan industri menengah dan kecil, di mana limbah dari aktivitas industri tersebut mengalir ke Selat Lembeh. Menurut Done (1997); Hughes *et al.* (1999) dan DeGeorges *et al.* (2010), pembuangan limbah industri dan rumah tangga meningkatkan kandungan nutrisi dan racun di lingkungan terumbu karang. Pembuangan limbah yang tidak diolah langsung ke laut menambah nutrisi dan pertumbuhan alga yang berlebihan. Limbah kaya nutrisi dari pembuangan atau

sumber lain amat mengganggu karena dapat meningkatkan perubahan besar dari struktur terumbu karang secara perlahan dan teratur. Alga mendominasi terumbu hingga pada akhirnya melenyapkan karang. Lebih lanjut Brown (1997); Graham *et al.* (2014); dan Harvey *et al.* (2018), menyatakan bahwa terumbu yang pernah dihadapkan pada gangguan manusia yang berlanjut sering kali menunjukkan kemampuan yang rendah untuk pulih. Menurut GESAMP (1976) dalam Supriharyono (2000), limbah domestik mempunyai sifat utama, yaitu 1) mengandung bakteri, parasit, dan kemungkinan virus dalam jumlah banyak yang sering terkontaminasi dalam kerang (*shellfish*) dan area pariwisata bahari; 2) mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi sehingga BOD (*Biological Oxygen Demand*) biasanya tinggi; 3) kandungan unsur hara nutrisi, terutama komponen fosfor dan nitrogen tinggi sehingga sering menyebabkan terjadinya eutrofikasi; dan 4) mengandung bahan-bahan terapung berupa bahan-bahan organik dan anorganik dipermukaan air atau berada dalam bentuk suspensi. Menurut API (1985) dalam Supriharyono (2002), polusi laut dapat mengganggu simbiosis karang-alga dan keanekaragaman flora dan fauna, pemulihan kerusakan karang dari pengaruh minyak membutuhkan 5–10 tahun atau 20–50 tahun untuk kembali seperti semula.

Terumbu karang yang terdapat di Selat Lembeh terus mendapat tekanan yang sangat besar, baik aktivitas di perairan maupun dari kegiatan di darat yang berasal dari pesisir Bitung. Perubahan yang terjadi, yaitu 1) degradasi terumbu karang, 2) penurunan kualitas perairan, dan 3) migrasi spesies ke ekosistem yang lebih sehat ke luar selat. Hal ini diduga akibat limbah sistem perkotaan dan transportasi laut, meningkatnya aktivitas industri serta pemukiman di wilayah Kota Bitung, dan penggunaan teknologi penangkapan yang tidak ramah lingkungan. Hal tersebut dapat berakibat pada menurunnya nilai akuntabilitas yang dapat memengaruhi keberlanjutan pengelolaan kawasan terumbu karang. Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan kepedulian dan kemampuan dalam mengelola kawasan terumbu karang secara berkelanjutan.

Buku ini membahas tentang Status Sumber daya Laut dan Pesisir Selat Lembeh, dengan topik bahasan sebagai berikut: Kondisi Terumbu Karang dan Karakteristik Lingkungan Perairan; Aspek Biologi Ikan Selar; Morfometri dan Molekuler Ikan Selar; Pengelolaan Ekosistem Mangrove; Potensi Zona Konservasi dan Pariwisata Bahari; Identifikasi Sumber Ancaman terhadap Kelestarian Sumber daya Pesisir; dan Penilaian Akuntabilitas Pengelolaan Kawasan Terumbu Karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown BE. 1997. Integrated coastal management: South Asia. Departement of Marine Science and Coastal Management, University of Newcastle, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom.
- DeGeorges A, Thomas JG, Brian R. 2010. Land-Sourced pollution with an emphasis on domestic sewage: Lessons from the Caribbean and implications for coastal development on Indian Ocean and Pacific Coral Reefs. *Sustainability* 2: 2919–2949; doi:10.3390/su2092919.
- Done TJ. 1997. Decadal changes in reef building communities implication for reef growth and monitoring programs.
- Graham NAJ, Chong-Seng KM, Huchery C, Januchowski-Hartley FA, Nash KL. 2014. Coral Reef Community Composition in the Context of Disturbance History on the Great Barrier Reef, Australia. *PLoS ONE* 9(7): e101204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101204>.
- Harvey BJ, Kirsty L Nash, Julia L Blanchard, David P Edwards. 2018. Ecosystem-based management of coral reefs under climate change. *Ecology and Evolution* 8(12): 6354–6368. doi: 10.1002/ece3.4146.
- Hughes T, Szmant AM, Steneck R, Carpenter R, Miller S. 1999. Algal Blooms on Coral Reef: What are the Causes? *Journal Limnology Oceanography* 44(6): 1583–1586.
- [KKT] Kelompok Kerja Terpadu Kota Bitung. 2005. Kondisi kawasan Selat Lembeh. Draft Naskah Akademik Pengelolaan terpadu Pesisir dan Laut Selat Lembeh, Kota Bitung. Mitra Pesisir Sulawesi Utara.
- Makatipu PC. 2007. Mengenal ikan hias capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*). *Oseana*, Volume XXXII(3): 1–7.
- Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: Djambatan, 118 pp.

V. DESKRIPSI DAN PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE DI PULAU LEMBEH-BITUNG, SULAWESI UTARA

Terry Louise Kepel, Nasir Sudirman, dan Mariska Astrid Kusumaningtyas

Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan SDM Kelautan dan Perikanan-KKP
Komplek Bina Samudera, Jl Pasir Puti II, Ancol Timur, Jakarta

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan komunitas dari tumbuhan yang beradaptasi dengan salinitas dan pasang surut air laut. Secara umum, mangrove adalah tumbuhan yang hidup di zona intertidal dan mampu beradaptasi dengan lingkungan di bawah level air tertinggi pada pasang surut. Pada kondisi yang optimal, pohon mangrove membentuk hutan pesisir yang produktif dan pada kondisi yang tidak optimal mangrove tumbuh kerdil (Saenger 2002).

Ekosistem mangrove memiliki peranan penting dan manfaat yang besar bagi kehidupan masyarakat, khususnya di sekitar pantai. Manfaat ekosistem mangrove secara fisik, antara lain menjaga garis pantai agar tetap stabil. Secara biologis, ekosistem mangrove berfungsi sebagai tempat memijah dan berkembangnya berbagai hewan air, tempat berlindung dan berkembang biak burung, serta satwa yang lain. Secara ekonomis, ekosistem mangrove berfungsi sebagai penghasil kayu, bahan baku industri, bibit ikan, tempat pariwisata, serta sebagai tempat penelitian dan pendidikan. Dari manfaat ekosistem mangrove yang ada ini, telah banyak penelitian tentang perhitungan nilai ekonomi (*economic valuation*) (Salem dan Mercer 2012; Malik *et al.* 2015; Jerath *et al.* 2016; Perdana *et al.* 2018).

Pulau Lembeh memiliki kekayaan hayati yang beragam. Proyek pemberdayaan masyarakat pesisir (*Coastal Community Development Project - International Fund For Agricultural Development/CCDP-IFAD*) tahun 2013 melaporkan bahwa Lembeh

memiliki keanekaragaman karang batu (27 genus), ikan karang (246 spesies), makrozoobenthos (78 spesies), mangrove (5 spesies), alga (36 spesies), moluska (58 spesies), echinodermata (25), dan krustasea (6). Beberapa penelitian yang dilakukan di Pulau Lembeh adalah tentang lamun (Rustam *et al.* 2015; Wulur *et al.* 2019), karang (Souhoka 2004), moluska (Arbi *et al.* 2010), spons (Hadi *et al.* 2015), echinodermata (Supono *et al.* 2014), makrozoobenthos (Moningkey *et al.* 2017), dan wisata atau ekowisata (Aziz *et al.* 2016; Sari *et al.* 2018; Sutrisno *et al.* 2018).

Dari informasi saintifik yang ada, informasi tentang kondisi mangrove Pulau Lembeh masih sangat minim. Tujuan penulisan ini adalah untuk memberikan informasi tentang kondisi serta konsep pengelolaan mangrove di Pulau Lembeh.

GAMBARAN UMUM PULAU LEMBEH

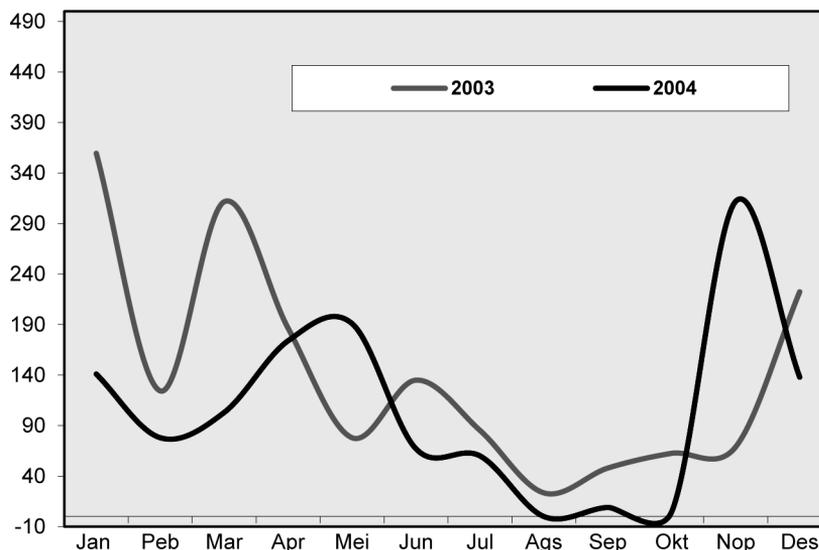
Pulau Lembeh di Sulawesi Utara adalah bagian dari Kota Bitung yang terletak di sebelah timur. Luas Pulau ini sebesar 5.299 km² di mana sebelah utara berbatasan dengan Pulau Biaro (Kabupaten Sitaro), sebelah selatan dengan Minahasa Utara, sebelah timur dengan Laut Maluku dan Pulau Sulawesi, khususnya Kota Bitung. Posisi geografis adalah 1°33' 58.86" N 125°18' 9.33"E – 1° 22' 52,28"N 125° 8' 53,67"E. Bitung-Lembeh dan sekitarnya ditetapkan sebagai salah satu dari 88 kawasan strategis pariwisata nasional melalui Peraturan Pemerintah No 50 Tahun 2011.

Dari Ibu Kota Provinsi Sulawesi Utara, Manado, Pulau Lembeh dapat dicapai dengan angkutan transportasi darat melalui kota Bitung selama kurang lebih 1 jam 30 menit. Perjalanan selanjutnya dengan menggunakan angkutan air (ferri atau perahu penumpang) dengan jarak tempuh ke kelurahan terdekat sekitar 10–15 menit.

Kondisi iklim di Provinsi Sulawesi Utara termasuk tropis basah yang dipengaruhi oleh angin muson dan tipe hujan adalah monsoon. Karakteristik pola monsoon adalah pola hujan bersifat unimodal di mana hanya mempunyai satu puncak musim hujan biasanya di bulan Desember dicirikan oleh bentuk pola hujan yang bersifat unimodal (satu puncak musim hujan, yaitu sekitar Desember). Musim hujan biasanya terjadi antara bulan Oktober–April di mana angin bertiup dari arah barat/barat laut banyak mengandung air. Musim kemarau terjadi pada selang bulan Juni–September saat angin bertiup dari arah timur yang tidak banyak mengandung air. Rata-rata curah hujan bulanan berkisar antara 100–400 mm dengan variasi suhu antara 21–31°C.

Di kota Bitung, pada tahun 2004 tercatat suhu udara tertinggi terjadi di bulan Mei dan November sebesar 28,6°C dan terendah sebesar 26,4°C terjadi di bulan Juli. Kelembaban relatif tinggi dengan kisaran antara 70–90%. Curah hujan tertinggi di tahun 2004 terjadi pada bulan November sebesar 312 mm dan terendah pada bulan Agustus. Jumlah hari hujan terbanyak pada bulan Januari. Pada tahun 2003, curah hujan terendah terjadi di bulan Agustus, namun curah hujan tertinggi terjadi

di bulan Februari 2013 (**Gambar 5.1**). Di tahun 2012, curah hujan tertinggi terjadi di bulan Maret sebesar 283,3 mm dan terendah pada bulan September sebesar 25 mm. Jumlah hari hujan tertinggi terjadi di bulan Maret dan Januari sebanyak 26 hari dan terendah di bulan September selama 8 hari. Kecepatan angin di tahun 2012 berkisar antara 1,7–4,7 knot. Kecepatan angin tertinggi terjadi di bulan Agustus, sedangkan terendah pada bulan April.



Gambar 5.1 Curah hujan (mm) Kota Bitung pada tahun 2003–2004

Secara administratif, di Pulau Lembeh terdapat dua kecamatan, yaitu Lembeh Selatan dan Lembeh Utara dengan total kelurahan sebanyak 17 kelurahan. Kecamatan Lembeh Selatan mempunyai luas 2353 ha memiliki 7 kelurahan. Kecamatan Lembeh Utara mempunyai luas 3061,5 ha yang memiliki 10 kelurahan. Kelurahan di Lembeh Selatan meliputi Papusungan, Kelapa Dua, Batulubang, Paudean, Darbolaang, Pasir Panjang, Pancuran. Sementara Lembeh Utara meliputi kelurahan Mawali, Pintu Kota, Batu Kota, Gunung Woka, Kareko, Binuang, Motto, Nussu, Lirang, dan Posokan.

Kondisi topograsi di Pulau Lembeh berbukit dengan dataran landai yang relatif sempit di pesisir serta bertebing (**Gambar 5.2**). Daerah perbukitan di Pulau Lembeh ditumbuhi pohon kelapa, hortikultura dan palawija, sedangkan di daerah pesisir terdapat kumpulan pohon mangrove dan hamparan padang lamun. Kondisi batimetri di perairan Pulau Lembeh berkisar antara 0–30 dan di atas 30 m. Perairan di antara Kota Bitung di daratan utama dan pulau Lembeh ini cukup dalam sehingga dapat dilalui oleh kapal penumpang dan kapal barang yang bertonnase besar. Selain itu, pulau ini juga berperan secara alami sebagai pelindung pelabuhan laut Bitung.

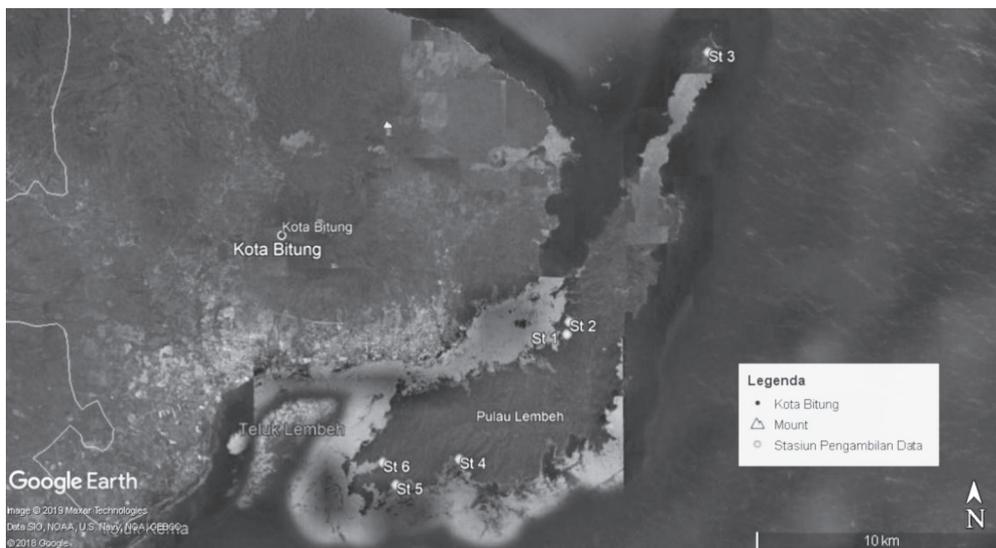
Tidak semua wilayah di Pulau Lembeh ini ditumbuhi mangrove. Dari 9 lokasi penelitian program CCDP-IFAD (2013), hanya 5 desa yang mempunyai ekosistem mangrove yaitu Pintu Kota, Mawali, Darbolaang, Paudean dan Paser Panjang. Spesies mangrove yang teridentifikasi di kelima desa tersebut adalah *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, dan *Nypa fruticans*.



Gambar 5.2 Pesisir timur Desa Lirang

KEKAYAAN JENIS MANGROVE

Pengamatan mangrove dilakukan di 5 lokasi, yaitu Desa Pintu Kota (stasiun 1 dan 2), Lirang (stasiun 3), Darbolaang (stasiun 4), Pasir Panjang (stasiun 5), dan Paudean (stasiun 6) (Gambar 5.3). Pengamatan dilakukan pada bulan Mei 2014.



Gambar 5.3 Stasiun Pengamatan

Hasil pengamatan mangrove di pesisir pulau lembeh terdapat 12 jenis mangrove yang tumbuh alami, yaitu *Avicenia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Ceriops decandra*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypah fruticans*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Soneratia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus mekongensis* (**Tabel 5.1**). *R. mucronata* terdapat pada semua stasiun pengamatan. *S. alba* dan *R. apiculata* terdapat pada empat stasiun pengamatan, *A. marina* dan *B. gymnorhiza* di dua stasiun, sedangkan jenis mangrove yang lain hanya terdapat pada satu stasiun pengamatan. Jumlah jenis ini lebih banyak dibandingkan dengan jumlah jenis yang dilaporkan oleh CCDP-IFAS (2013). Namun demikian, nipah hanya tercatat di Darbolaang, sedangkan nipah juga tumbuh di Pintu Kota dan Pasir Panjang.

Berdasarkan stasiun pengamatan, diameter pohon mangrove yang diukur bervariasi dengan nilai maksimum 49,36 cm dan nilai rata-rata sebesar 14–60 cm (**Tabel 5.2**). Diameter mangrove terbesar terdapat di stasiun 6 pada jenis *S. Alba* dan diameter terkecil pada jenis *B. Parvitflora* di stasiun 1. Nilai rata-rata diameter tertinggi sebesar 19,18 cm di stasiun 3, sedangkan nilai terendah pada stasiun 1 sebesar 4,50 cm. Dari hasil pengukuran diameter pohon jenis mangrove *B. parvitflora* di pulau lembeh memiliki diameter terkecil dibandingkan dengan jenis mangrove yang lainnya. Berdasarkan nilai rata-rata dapat disimpulkan bahwa jenis mangrove *B. Parvitflora* memiliki potensi untuk tumbuh menjadi lebih besar.

Tabel 5.1 Jenis mangrove di Pulau Lembeh

Lokasi	Jenis Mangrove
Pintu Kota (Stasiun 1)	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Bruguiera parviflora</i> , <i>Lumnitzera racemosa</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Soneratia alba</i>
Pintu Kota (Stasiun 2)	<i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Soneratia alba</i>
Lirang (Stasiun 3)	<i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Nypah fruticans</i>
Darbolaang (Stasiun 4)	<i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i>
Pasir Panjang (Stasiun 5)	<i>Avicenia marina</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Soneratia alba</i>
Paudean (Stasiun 6)	<i>Avicenia marina</i> , <i>Bruguiera gymnorhiza</i> , <i>Ceriops decandra</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Soneratia alba</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Xylocarpus mekongensis</i>

Tabel 5.2 Diameter pohon (cm) per stasiun

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
Min	1,27	2,55	2,55	3,18	2,55	2,23
Max	47,45	20,38	40,45	20,70	15,29	49,36
Average	4,50	8,50	19,18	8,24	6,50	7,92
St Dev	4,10	3,90	9,26	3,22	3,03	7,90

KONDISI KERAPATAN MANGROVE

Kerapatan mangrove pada pulau lembeh nampak berbeda pada tiap stasiun pengamatan. Mangrove yang diidentifikasi pada lokasi pengamatan memiliki kerapatan 100 sampai 21.900 individu/ha (**Tabel 5.3**). Jenis mangrove dengan kerapatan terendah adalah *A. marina* yang berada di stasiun 5, dan kerapatan tertinggi adalah *Nypah* yang berada di stasiun 4 sebanyak 21.900 individu/ha. Nipah di stasiun 4 ini terlihat rapat dengan subsrat organik yang halus (**Gambar 5.4**). Total kerapatan stasiun pengamatan berkisar antara 1.000–25.300 individu/ha di mana total kerapatan terendah berada di stasiun 3 dan yang tertinggi berada di stasiun 4. Tingginya kerapatan di stasiun 4 ini disebabkan oleh kerapatan nipah yang tinggi. Sementara untuk dua spesies lainnya di stasiun 4 memiliki kerapatan yang sedang sebesar 1.700 individu/ha.



Gambar 5.4 Lokasi pertumbuhan nipah di Pulau Lembeh

Stasiun 1 memiliki nilai kerapatan yang tinggi yaitu sebesar 6.017 individu/ha diikuti oleh stasiun 6 (5.592 individu/ha). Di stasiun 1, jenis *B. gymnorhiza* memiliki kerapatan tertinggi sementara jenis *C. tagal* di stasiun 6 (**Gambar 5.5**). Selain dua jenis di atas, *R. mucronata* juga memiliki kerapatan yang cukup tinggi (> 1.000 individu/ha) dan relatif sama di setiap stasiun, kecuali di stasiun 2 (850 individu/ha) dan stasiun 6 (467 individu/ha). *B. parviflora* mempunyai kerapatan 1.500 individu/ha, namun jenis ini hanya terdapat di satu stasiun saja.

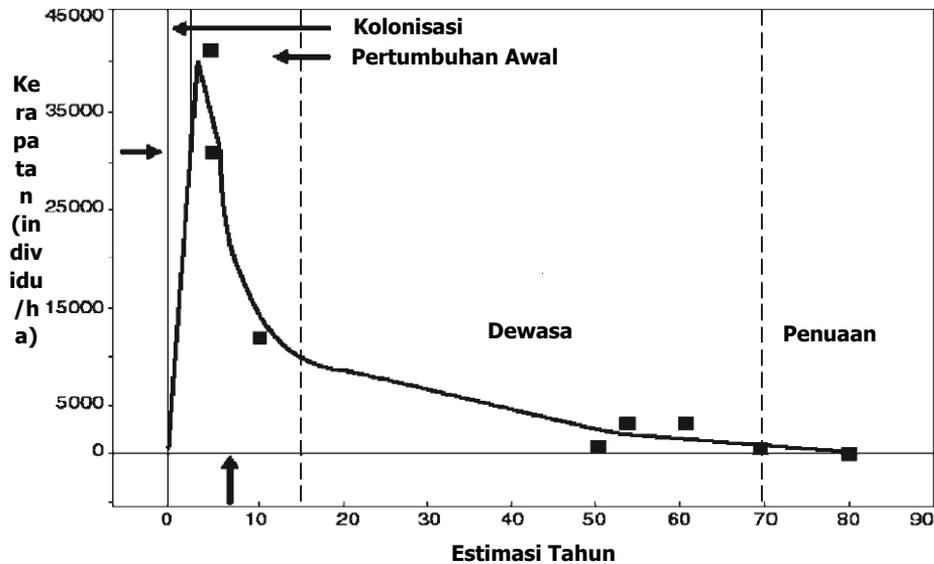
Tabel 5.3 Kerapatan Mangrove (individu/ha)

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
<i>Avicenia marina</i>					100	200
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	1.733					500
<i>Bruguiera parviflora</i>	1.500					
<i>Ceriops decandra</i>						200
<i>Ceriops tagal</i>						2.625
<i>Lumnitzera racemosa</i>	400					
<i>Nypah fruticans</i>				21.900		
<i>Rhizophora apiculata</i>	950	1.133		1.700	1.333	
<i>Rhizophora mucronata</i>	1.033	850	1.000	1.700	1.033	467
<i>Soneratia alba</i>	400	1.860			700	225
<i>Xylocarpus granatum</i>						975
<i>Xylocarpus mekongensis</i>						400
Total	6.017	3.843	1.000	25.300	3.167	5.592



Gambar 5.5 *B. gymnorrhiza* di Stasiun 1 (gambar kiri) dan *C. tagal* di Stasiun 6 (gambar kanan)

Perbedaan kerapatan mangrove dapat disebabkan oleh perbedaan umur ekosistem (**Gambar 5.6**). Kerapatan akan menurun seiring bertambahnya waktu (Alongi 2009). Kerapatan yang sangat tinggi biasanya pada ekosistem yang masih muda, kurang dari 10 tahun. Pada tahap ini, terjadi kolonisasi mangrove muda. Penurunan terjadi secara eksponensial sampai ekosistem mencapai klimaks menjadi ekosistem dewasa.



Gambar 5.6 Evolusi mangrove dari waktu ke waktu (Sumber: Alongi 2009)

Selain faktor umur, aktivitas manusia terhadap ekosistem mangrove juga dapat memengaruhi tingkat kerapatan pohon mangrove. Penebangan dan pembukaan lahan mangrove membuat jumlah individu makin berkurang sehingga jumlah pohon terhadap luasan ikut berkurang. Di lain pihak, upaya rehabilitasi melalui penanaman semai atau propagul mangrove membuat kerapatan menjadi sangat besar. Hal ini disebabkan oleh penanaman semai mangrove yang sangat berdekatan biasanya dengan pola 0,5 x 0,5 m atau 1 x 1 m. Contoh rapatnya pohon hasil rehabilitasi dapat dilihat di beberapa daerah di Pantai Utara Jawa, seperti di Kabupaten Serang-Banten, Kabupaten Pati termasuk di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu (**Gambar 5.7**).



Gambar 5.7 Kondisi mangrove rehabilitasi di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu

INDEKS EKOLOGI

Perhitungan indeks ekologi yaitu indeks keanekaragaman (H') dan pemerataan (E) menggunakan indeks Shannon-Wiener, serta indeks dominansi Simpson (D). Indeks shannon wiener berhubungan dengan keanekaragaman dan pemerataan komunitas. Indeks shannon wiener tinggi karena keanekaragaman dan pemerataan jenis tinggi. Indeks Simpson menunjukkan apabila terjadi dominansi dari suatu jenis yang menandakan rendahnya keanekaragaman. Indeks Simpson berkisar antara 0–1, di mana nilai mendekati 1 adalah batas monokultur. Hasil perhitungan indeks ekologi disajikan pada **Tabel 5.4**.

Indeks keanekaragaman di Pulau Lembeh sebesar 1,98 dengan nilai ENS (*Effective number of spesies*) sebesar 7. Nilai ENS merupakan nilai eksponensial dari indeks keanekaragaman ($=\exp(H')$). Hal ini berarti bahwa komunitas mangrove di Pulau Lembeh setara dengan komunitas di tempat lain dengan jumlah tujuh spesies yang sama.

Indeks dominansi di Pulau Lembeh cenderung mendekati nol, ini berarti tidak ada jenis mangrove yang mendominasi komunitas sehingga penyebaran jenis mangrove di stasiun pengamatan lebih merata.

Tabel 5.4 Indeks keanekaragaman (H'), pemerataan (E) dan dominansi (D)

Jenis Mangrove	H'	E	D
<i>Avicenia marina</i>	0,019	0,008	0,000
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	0,174	0,070	0,004
<i>Bruguiera parviflora</i>	0,093	0,037	0,001
<i>Ceriops decandra</i>	0,013	0,005	0,000
<i>Ceriops tagal</i>	0,257	0,103	0,015
<i>Lumnitzera racemosa</i>	0,057	0,023	0,000
<i>Nypah fruticans</i>	0,343	0,138	0,058
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,293	0,118	0,026
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,319	0,128	0,038
<i>Soneratia alba</i>	0,269	0,108	0,018
<i>Xylocarpus granatum</i>	0,121	0,049	0,001
<i>Xylocarpus mekongensis</i>	0,024	0,010	0,000

PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE

Berdasarkan UU No 27 Tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, pemanfaatan pulau-pulau kecil dan perairan di sekitarnya diprioritaskan untuk beberapa kegiatan. Kegiatan-kegiatan itu meliputi konservasi, pendidikan

dan pelatihan, penelitian dan pengembangan, budidaya laut, pariwisata, usaha perikanan, pertanian, dan peternakan. Untuk kepentingan pemanfaatan pesisir, termasuk mangrove di Pulau Lembeh, paling tidak ada dua kegiatan yang sudah berjalan yaitu konservasi dan pariwisata.

Penetapan cadangan kawasan konservasi laut di kota Bitung telah dilakukan melalui SK Walikota Bitung No 188.45/HKM/SK/121/2014 tentang kawasan konservasi pesisir dan pulau-pulau kecil. Dalam SK ini ditetapkan 6 lokasi daerah perlindungan laut (DPL) di mana ada 3 lokasi yang terletak di Pulau Lembeh yaitu Darbolaang, Pasir Panjang dan Paudean (Direktorat KKJI 2015). Ketiga DPL di Pulau Lembeh ini merupakan lokasi pelaksanaan kegiatan CCDP-IFAD. Namun demikian, terlepas dari hal ini, kondisi mangrove di ketiga lokasi memang cukup baik. Bahkan, jumlah jenis mangrove di Paudean adalah yang tertinggi, yaitu sebanyak 8 jenis dari 12 jenis yang teridentifikasi. Selain itu, ada 4 jenis mangrove yang hanya terdapat di Paudean yaitu *C. tagal*, *C. decandra*, *X. Granatum*, dan *X. mekongensis*.

Di bidang kepariwisataan, Pulau dan Selat Lembeh telah menjadi salah satu destinasi wisata, terutama wisata bawah laut selain Bunaken di Sulawesi Utara. Wisata penyelaman yang terkenal di Lembeh adalah *muck diving* atau menyelam di dasar yang berlumpur. Dibandingkan dengan wisata selam yang sudah sejak lama terkenal, wisata pesisir di kawasan mangrove di Pulau Lembeh baru berkembang sejak kegiatan CCDP-IFAD dilaksanakan di sana. Selain mengandalkan lokasi *tracking* dan foto di mangrove, wisata mangrove juga menawarkan pemandangan *landscape* yang indah (**Gambar 5.7**). Ada tiga lokasi pengembangan kawasan ekowisata mangrove, yaitu Desa Pintu Kota, Desa Lirang, dan Pantai Kahona Desa Pasir Panjang.

Potensi pengembangan pariwisata di Pulau Lembeh semakin besar, terutama setelah diterbitkannya Peraturan Pemerintah No 50/2011 tentang rencana induk pembangunan kepariwisataan nasional tahun 2010–2025. Dalam PP ini, ditetapkan 88 kawasan strategis pariwisata nasional (KSPN) di mana di mana salah satu di antaranya adalah KSPN Bitung-Lembeh. Selain itu, semakin terbukanya akses wisatawan mancanegara dengan adanya penerbangan langsung Manado-China (Guangzhou, Shanghai, Changsha, dan Tianjin).



Gambar 5.8 Pemandangan ke Teluk Walenikoko dari *resort* di Desa Paudean

KESIMPULAN

1. Ditemukan 12 jenis mangrove yang tumbuh alami, yaitu *Avicenia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Ceriops decandra*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypah fruticans*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus mekongensis*.
2. Indeks keanekaragaman mangrove di Pulau Lembeh sebesar 1,98 dengan nilai ENS (*Effective number of spesies*) sebesar 7. Hal ini berarti bahwa komunitas mangrove di Pulau Lembeh setara dengan komunitas di tempat lain dengan jumlah 7 spesies yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbi UY. 2010. Moluska di pesisir Barat perairan Selat Lembeh, Kota Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Bumi Lestari* 10 (1): 60–68.
- Aziz NF, Poli HH, D Erdiono. 2016. Hotel resort di pulau Lembeh *New Organic*. *Jurnal Arsitektur daseng Unsrat* 5(1): 248–254.
- CCDP-IFAD. 2013. Inventori sumberdaya pesisir Pulau Lembeh (Lokasi CCDP-IFAD) Tahun 2013. Laporan Akhir. 203 hal.
- Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. 2015. Profil kawasan konservasi Provinsi Sulawesi Utara. Direktorat jendral Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Hadi TA, Hadiyanto, Budiyanto A, Wentao N, Suharsono. 2015. Morphological and spesies diversity of sponges in coral reef ecosystem in the Lembeh Strait, *Bitung Mar Res Indonesia* 40(2): 65–77.

- Jerath M, Bhat M, Rivera-Monroy VH, Castañeda-Moya, Simard M, Twilley RR. 2016. The role of economic, policy, and ecological factors in estimating the value of carbon stocks in Everglades mangrove forests, South Florida, USA. *Environmental Science & Policy* 66: 160–169. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.005>.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological methodology*. NY USA: Harper and Row.
- Malik A, Fensholt R, Mertz O. 2015. Economic valuation of Mangroves for comparison with commercial aquaculture in south Sulawesi, Indonesia. *Forests* 6(9): 3028–3044. <https://doi.org/10.3390/f6093028>.
- Moningkey RD, Lumingas LJJ, Rembet UNWJ. 2017. Struktur komunitas makrozoobentik substrat lunak di zona subtidal sekitar Pulau Lembeh (Sulawesi utara). *Jurnal Ilmiah Platax* 5(2): 105–120.
- Perdana TA, Suprijanto J, Pribadi R, Collet CRC, Bailly D. 2018. Economic valuation of mangrove ecosystem: empirical studies in Timbulsloko Village, Sayung, Demak, Indonesia. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci* 139 012035. doi:10.1088/1755-1315/139/1/012035.
- Rustam A, Kepel TL, Kusumaningtyas MA, Ati RNA, Daulat A, Suryono DD, Sudirman N, Rahayu YP, Mangindaan P, Heriati A, Hutahaean AA. 2015. Ekosistem lamun sebagai bioindikator lingkungan di P. Lembeh Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia* 11(2): 233–241.
- Saenger P. 2002. *Mangrove Ecology, Silviculture, and Conservation*. Kluwer Academic Publishers. 360 pp.
- Salem ME, Mercer DE. 2012. The Economic Value of Mangroves: A Meta-Analysis. *Sustainability* 4: 359–383. doi:10.3390/su4030359.
- Sari MP, Rembet UNWJ, Sangari JRR. 2018. Valuasi ekonomi kawasan ekowisata Pasirpanjang di Pulau Lembeh. *Jurnal Ilmiah Platax* 6(2): 24–37.
- Souhoka J. 2004. Kondisi Terumbu Karang di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36: 33–50.
- Supono, Lane DJW, Susetiono. 2014. Echinoderm fauna of the Lembeh Strait, north Sulawesi: Inventory and Distribution Review. *Mar Res Indonesia* 39(2): 51–61.
- Sutrisno ER, Ngangi CR, Pakasi CBD. 2018. Analisis strategi pengembangan pariwisata kawasan selat Lembeh di Kota Bitung. *Agri-SosioEkonomi Unsrat* 14(2): 95–110.
- Wulur MAP, Kondoy KIF, Rangan JK. 2019. Studi morfometrik lamun *Halophila ovalis* (R Brown) Hooker di Pantai Kahona Kecamatan Lembeh Selatan Kota Bitung dan di pantai Tasik Ria Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax* 7(1): 20–26.

X. EPILOG

Taslim Arifin dan Rinny Rahmania

Pusat Riset Kelautan BRSDMK-KKP

Komplek Bina Samudera, Jl Pasir Puti II, Ancol Timur, Jakarta

Buku Bunga Rampai dengan tema “**Status Sumber Daya Laut dan Pesisir Selat Lembeh-Bitung**” terdiri atas tujuh topik kajian, yaitu 1) Kondisi terumbu karang dan karakteristik lingkungan perairan, terdiri atas tiga pokok aspek bahasan, yaitu a) Kondisi terumbu karang, b) Karakteristik lingkungan perairan, dan c) Keterkaitan karakteristik lingkungan perairan dengan penutupan karang. 2) Aspek biologi ikan selar (*Selar crumenophthalmus*), mengkaji a) Nisbah kelamin, b) Hubungan panjang berat, c) Reproduksi dan indeks kematangan gonad, d) Parameter pertumbuhan, dan e) Status pengusahaan. 3) Morfometri dan Molekuler Ikan Selar Mata Besar (OCI) dan Selar Mata Kecil (TUDE) (Famili Carangidae), meliputi dua subkajian, yaitu a) Karakter morfologi dan morfometrik dan b) Identifikasi genetik. 4) Deskripsi dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove dengan kajian sebagai berikut: a) Kekayaan jenis mangrove, b) Kerapatan, frekuensi, dan penutupan mangrove, c) Indeks ekologi, dan d) Pengelolaan ekosistem mangrove. 5) Potensi Zona Konservasi dan Pariwisata Bahari dengan fokus kajian, yaitu a) Analisis pemanfaatan perairan pesisir, b) Analisis peruntukan kawasan terumbu karang, c) Potensi kawasan konservasi terumbu karang, dan d) Potensi pengembangan pariwisata bahari. 6) Identifikasi Sumber Ancaman terhadap Kelestarian Sumber Daya Pesisir dan Upaya Mitigasinya, mengkaji: a) Gangguan aktivitas manusia (*anthropogenic disturbances*), b) Potensi ancaman bencana alam, dan c) Upaya mengantisipasi ancaman terhadap kelestarian sumber daya. 7) Penilaian Akuntabilitas Pengelolaan Kawasan Terumbu Karang, yakni menguraikan dimensi pengelolaan dan aplikasi penilaian akuntabilitas dalam kajian: a) Dimensi akuntabilitas pengelolaan ekosistem terumbu karang, b) Keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang, c) Penilaian akuntabilitas pengelolaan terumbu karang, d) Sistem keberlanjutan pengelolaan ekosistem terumbu karang, e) Aplikasi Rap-Insus-COREMAG untuk penilaian indeks akuntabilitas, dan f) Aplikasi Stella untuk analisis sistem keberlanjutan.

Beberapa temuan utama dari analisis kondisi terumbu karang dan karakteristik lingkungan perairan, yaitu kondisi terumbu karang di Selat Lembeh dengan persentase penutupan karang batu yang terdiri atas bentuk hidup *hard coral (Acropora)* dan *hard coral (non-Acropora)* tergolong sedang–buruk. Degradasi komunitas karang di Selat Lembeh berhubungan erat dengan penurunan kualitas perairan. Masuknya sedimentasi dan nutrisi melalui aliran sungai menyebabkan terjadinya pengayaan nutrisi di Selat Lembeh. Hal ini terlihat dari kecenderungan meningkatnya kadar fosfat dan nitrat di Selat Lembeh, khususnya di kawasan Pesisir Bitung.

Dari bahasan dan kajian pada aspek biologi ikan selar (*Selar crumenophthalmus*), yaitu proporsi ikan jantan dan betina seimbang (1,18:1). Nilai eksponen (b) hubungan panjang bobot *S. crumenophthalmus* betina adalah 3,0037 dan 3,1878 untuk ikan jantan yang menunjukkan pola pertumbuhan alometrik positif untuk kedua jenis kelamin. Puncak indeks kematangan gonad ikan betina terjadi di bulan April dan Agustus 2016 dengan tipe pemijahan *partial spawning*. Kohort ikan bervariasi setiap bulan dengan pola rekrutmen terjadi sepanjang tahun. Nilai SPR 20% mengindikasikan status pengusahaan sumber daya kategori *over exploited*.

Temuan utama dari analisis morfometri dan molekuler ikan selar, yaitu ditemukannya 14 karakter morfometrik berbeda dan 5 karakter yang sama antara ikan selar mata besar dan ikan selar mata kecil dengan tingkat perbedaan 73,68%, namun berdasarkan analisis mtDNA-COI bahwa jenis selar mata besar dan mata kecil merupakan spesies yang sama, yakni spesies *Selar crumenophthalmus* dengan nilai similaritas sebesar 99,67%.

Temuan utama dari hasil deskripsi dan pengelolaan ekosistem mangrove, yaitu ditemukan 12 jenis mangrove yang tumbuh alami, antara lain *Avicenia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Ceriops decandra*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypah fruticans*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Soneratia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus mekongensis*. Indeks keanekaragaman mangrove di Pulau Lembeh sebesar 1,98 dengan nilai ENS (*Effective number of species*) sebesar 7. Hal ini berarti bahwa komunitas mangrove di Pulau Lembeh setara dengan komunitas di tempat lain dengan jumlah 7 spesies yang sama.

Beberapa temuan utama pada analisis potensi zona konservasi dan pariwisata bahari, yaitu kondisi terumbu karang dan karakteristik lingkungan perairan Selat Lembeh sangat sesuai untuk pembentukan kawasan konservasi terumbu karang dan pengembangan pariwisata bahari. Pemanfaatan kawasan konservasi menjadi kawasan wisata (ko-eksistensi) dapat memberikan manfaat ekonomi yang lebih tinggi.

Temuan utama dari hasil identifikasi sumber ancaman terhadap kelestarian sumber daya pesisir dan upaya mitigasinya, yaitu kawasan pesisir selat Lembeh memiliki kekayaan sumber daya dan keanekaragaman hayati yang tinggi. Akan tetapi, kelestarian sumber daya ini akan terancam apabila tidak dikelola dengan baik, khususnya oleh peningkatan aktivitas manusia, serta potensi bencana alam, seperti gempa bumi, tsunami, banjir, letusan gunung berapi, serta gelombang tinggi dan abrasi. Untuk itu, perlu dilakukan upaya konservasi sumber daya pesisir, serta perencanaan wilayah pesisir berbasis mitigasi untuk bencana, baik mitigasi secara struktural maupun mitigasi nonstruktural.

Adapun temuan utama pada penilaian akuntabilitas pengelolaan kawasan terumbu karang sebagai berikut: dari empat dimensi akuntabilitas pengelolaan kawasan terumbu karang, yaitu dimensi ekologi, teknologi, sosial ekonomi, dan kelembagaan diperoleh bahwa dimensi kelembagaan dan teknologi merupakan dimensi yang paling rendah akuntabilitasnya, baik di Pulau Lembeh maupun di pesisir Bitung. Berdasarkan penilaian terhadap 45 atribut yang digunakan sebagai dasar untuk menelaah akuntabilitas setiap dimensi, diperoleh atribut-atribut yang paling sensitif, yaitu dimensi ekologi terdapat lima atribut yang paling sensitif terhadap akuntabilitas, antara lain kondisi perairan, tingkat eksploitasi sumber daya ikan, persentase penutupan karang, spesies endemik, dan sedimentasi. Dimensi teknologi terdapat tiga atribut yang paling sensitif terhadap akuntabilitas, yaitu jenis alat tangkap, selektivitas alat tangkap, dan tipe kapal. Dimensi sosial ekonomi terdapat lima atribut yang paling sensitif terhadap akuntabilitas, yaitu waktu yang digunakan untuk pemanfaatan terumbu karang, ketergantungan pada perikanan sebagai sumber nafkah, memiliki nilai sejarah, seni dan budaya, zonasi peruntukan lahan, dan potensi konflik. Dimensi kelembagaan terdapat empat atribut yang paling sensitif terhadap akuntabilitas, yaitu tokoh panutan, pemegang kepentingan utama, koperasi, dan tradisi/budaya. Indeks akuntabilitas terbukti dapat memengaruhi perubahan pada sistem keberlanjutan pengelolaan kawasan terumbu karang.



BIOGRAFI PENYUSUN



Dr Taslim Arifin, MSi, lahir di Tuju-Tuju, Kajuara, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 1970. Menyelesaikan pendidikan Doktor Bidang Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan, Tahun 2008 di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB).

Karier sebagai PNS dimulai sejak tahun 2003 pada Akademi Perikanan Bitung (APB), BPSDM-KKP. Pada tahun 2004–2006, diberi tugas sebagai Kepala Unit Stasiun Perikanan, APB. Selanjutnya pada tahun 2006, bergabung ke Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya Nonhayati, BRKP-KKP; Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir, (P3SDLP - Badan Litbang KP-KKP); Pusat Riset Kelautan, BRSDMKP-KKP. Peneliti Madya/IVc bidang Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir ini aktif dalam pengkajian ekologi dan daya dukung wilayah pesisir dan laut. Selain sebagai peneliti, juga aktif membimbing mahasiswa Program Sarjana (S-1) dan Magister Sains (S-2) di IPB dan UNPAD. Saat ini dipercaya sebagai Ketua Kelti Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir.

Tautan: <https://scholar.google.com/citations?user=q8HW0MwAAAAJ>



Rinny Rahmania, PhD, Lahir di Surabaya tanggal 2 Oktober 1978. Peneliti Ahli Muda bidang Penginderaan Jauh di **Pusat Riset Kelautan**, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Gelar Sarjana Perikanan diperoleh dari Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan di Universitas Haluoleo tahun 2001. Gelar Master Sains diperoleh dari Program Studi Teknologi Kelautan di Institut Pertanian Bogor tahun 2005. Gelar Doktor diperoleh dari Program Studi Ekologi dan Keanekaragaman

Hayati di *University of Montpellier*, Prancis tahun 2016.



Yulius, SSi, MSi, Peneliti Ahli Madya bidang Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir pada **Pusat Riset Kelautan** (Pusriskel), Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (BRSDMKP), Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 8 Juli 1977. Pendidikan formal sebagai Sarjana Sains (S-1) ditempuh pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia (UI), lulus 2002. Lulus Master Sains (S-2) Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir

dan Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2009. Sejak tahun 2009 memulai karier sebagai peneliti di Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya Nonhayati (Pusriswilnon) dan berkesempatan melaksanakan penelitian di bidang Geografi Fisik di berbagai daerah di Indonesia. Sejak tahun 2010, terlibat dalam kegiatan penelitian yang berkaitan dengan Pengelolaan Sumber Daya Laut dan Pesisir. Hingga saat ini, telah menghasilkan berbagai karya tulis ilmiah baik yang ditulis sendiri maupun dengan penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, prosiding, dan makalah yang diseminarkan.



Dr Rudi Saranga, MSi, Lektor Kepala bidang Teknik Penangkapan Ikan pada Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (BRSDMKP), Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Penulis dilahirkan di Ujung Pandang, Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 16 September 1973. Pendidikan formal sebagai Sarjana Perikanan (S-1) ditempuh pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin (UNHAS), lulus tahun 1998. Lulus Magister Sains (S-2) Program Studi

Ilmu Perairan di Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT) tahun 2009. Menyelesaikan pendidikan Doktor (S-3) Bidang Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap tahun 2017 di Program Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Sejak tahun 2002 memulai karier sebagai staf pengajar bidang Teknik Penangkapan Ikan di Akademi Perikanan Bitung yang sekarang telah berubah nama menjadi Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung. Sejak tahun 2010–2014 diberi tugas sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Penangkapan Ikan. Tahun 2018 diberi tugas sebagai Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat dan Tahun 2019 diberi tugas sebagai Ketua Program Studi Teknik Penangkapan Ikan. Penulis aktif melakukan kajian terkait aspek biologi sumber daya perikanan pelagis kecil.

Tautan: <https://scholar.google.com/citations?user=UawkHswAAAAJ&hl=en>