



Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

*Tinjauan Aspek Bio-Ekologi, Sosial-Ekonomi-Budaya,
dan Pengelolaan Berkelanjutan*

Editor:

Sam Wouthuyzen dan Muhammad Abrar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

*Tinjauan Aspek Bio-Ekologi, Sosial-Ekonomi-Budaya,
dan Pengelolaan Berkelanjutan*



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.

GUGUSAN Pulau Pari, Kepulauan Seribu

*Tinjauan Aspek Bio-Ekologi, Sosial-Ekonomi-Budaya,
dan Pengelolaan Berkelanjutan*

Editor:

Sam Wouthuyzen dan Muhammad Abrar

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2020 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Oseanografi

Katalog dalam Terbitan (KDT)
Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu: Tinjauan Aspek Bio-Ekologi,
Sosial-Ekonomi-Budaya, dan Pengelolaan Berkelanjutan/Sam Wouthuyzen
dan Muhammad Abrar (Ed.)—Jakarta: LIPI Press, 2020.

xxviii hlm. + 430 hlm.; 17,6 x 25 cm

ISBN 978-602-496-175-6 (cetak)
978-602-496-154-1 (e-book)

1. Kepulauan Seribu, Pulau Pari
2. Konservasi SDA
3. Sosial-Ekonomi-Budaya
4. Pengelolaan Berkelanjutan

333.954

Copy editor : M. Fadly Suhendra, Tantri, dan M. Sidiq
Proofreader : Sonny Heru Kusuma
Desainer isi : Dhevi E.I.R. Mahelingga
Desainer sampul : Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan pertama : November 2020

Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

 LIPI Press
 @lipi_press
 @lipi.press



Buku ini merupakan karya buku yang terpilih
dalam Program Akuisisi Pengetahuan Lokal 2020
Balai Media dan Reproduksi (LIPI Press),
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



DAFTAR ISI

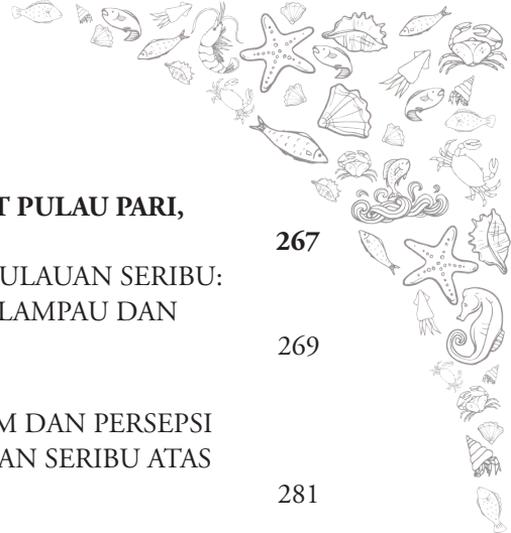
DAFTAR ISI	v	
DAFTAR GAMBAR	ix	
DAFTAR TABEL	xix	
PENGANTAR PENERBIT	xxiii	
KATA PENGANTAR	xxv	
PRAKATA	xxvii	
PROLOG		
GUGUS PULAU PARI: SEBUAH PULAU SANGAT KECIL, POTENSI, DAN ANCAMAN	1	
Muhammad Abrar dan Sam Wouthuyzen		
BAGIAN PERTAMA		
EKOSISTEM GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, DAN BIOTA YANG BERASOSIASI	9	
BAB I	KONDISI KOMUNITAS MANGROVE TERKINI PADA GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU	11
	I Wayan Eka Dharmawan	
BAB II	KONDISI PADANG LAMUN DI PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU: TELAHAH TIGA DEKADE	25
	Susi Rahmawati, Udhi Eko Hernawan, dan Muhammad Hafizt	
BAB III	KONDISI TERUMBU KARANG GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU	37
	Muhammad Abrar, Rikoh Manogar Siringoringo, Raden Sutiyadi, dan Ahmad Rezza Dzumalex	



BAB IV	KONDISI FAUNA KRUSTASEA DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, TAHUN 2010–2015 Rianta Pratiwi	53
BAB V	KONDISI FAUNA KEPITING DI PERAIRAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Ernawati Widyastuti dan Tyani Fitriani	71
BAB VI	KONDISI TERKINI KEANEKARAGAMAN <i>Echinodermata</i> PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Ana Setyastuti dan Indra Bayu Vimono	85
BAB VII	TIMUN LAUT GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, DARI KOLEKSI RUJUKAN PUSAT PENELITIAN OSEANOGRAFI LIPI Ismiliana Wirawati	95
BAB VIII	POTENSI PENELITIAN MOLUSKA DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Ucu Yanu Arbi	115
BAB IX	INVENTARISASI BIOTA SPONS DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Tri Aryono Hadi	143
BAB X	POTENSI IKAN PADANG LAMUN DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Selvia Oktaviyani dan Kunto Wibowo	153
BAB XI	POTENSI MAMALIA LAUT DI PERAIRAN GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Sekar M. C. Herandarudewi	169
BAB XII	KEBERADAAN MAKRO ALGA DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Sekar M. C. Herandarudewi dan Hilda Novianty	187

BAGIAN KEDUA
KONDISI LINGKUNGAN GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU 217

BAB XIII	PENCEMARAN DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Yeti Darmayati	219
BAB XIV	DINAMIKA OSEANOGRAFI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Corry Corvianawatie dan Dewi Surinati	239
BAB XV	SISTEM KARBONAT LAUT DI PERAIRAN SEKITAR EKOSISTEM PESISIR PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Afdal, A'an Johan Wahyudi, Hanif Budi Prayitno, dan Hanny Meirinawati	255



BAGIAN KETIGA		
SOSIAL EKONOMI DAN BUDAYA MASYARAKAT PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU		267
BAB XVI	KEPENDUDUKAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU: SUATU TINJAUAN TENTANG MASA LAMPAU DAN MASA KINI Triyono dan Arvita Rosmawati	269
BAB XVII	PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM DAN PERSEPSI PENDUDUK PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU ATAS KONDISINYA Arvita Rosmawati dan Triyono	281
BAB XVIII	PEMANFAATAN BUDI DAYA MAKRO ALGA <i>Eucheuma cottonii</i> DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Hilda Novianty	295
BAB XIX	MENILAI HARGA EKOSISTEM MANGROVE DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Allsay K. A. Cintra	315
BAGIAN KEEMPAT		
UPAYA KONSERVASI SUMBER DAYA HAYATI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU		335
BAB XX	PENDIDIKAN LINGKUNGAN/KONSERVASI PADA USIA DINI: SUATU UJI COBA BENTUK PENGELOLAAN EKOSISTEM DAN SUMBER DAYA HAYATI PESISIR YANG BERKELANJUTAN DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Sarah Rosemary Megumi Wouthuyzen, Nurdien Harry Kistanto, Agus Hartoko, dan Sam Wouthuyzen	337
BAB XXI	PENDIRIAN DAN PENGEMBANGAN DAERAH PERLINDUNGAN BIOTA LAUT (DPBL): SUATU USAHA PEMULIHAN STOK BIOTA LAUT TEREKSPLOITASI BERLEBIH DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU Sam Wouthuyzen, Vincentius P. Siregar, Muhammad Abrar, Sekar M.C. Herandarudewi, Izak Nikijuluw, Niken Rahayu Sepa, Suhardi, Achmad Mansur, dan Ahmad Rezza Dzumalex	355
EPILOG		
ASPEK BIO-EKOLOGI, SOSIAL-EKONOMI-BUDAYA, DAN PENGELOLAAN BERKELANJUTAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU		375
Sam Wouthuyzen		
GLOSARIUM		383
INDEKS		405
BIOGRAFI PENULIS		413

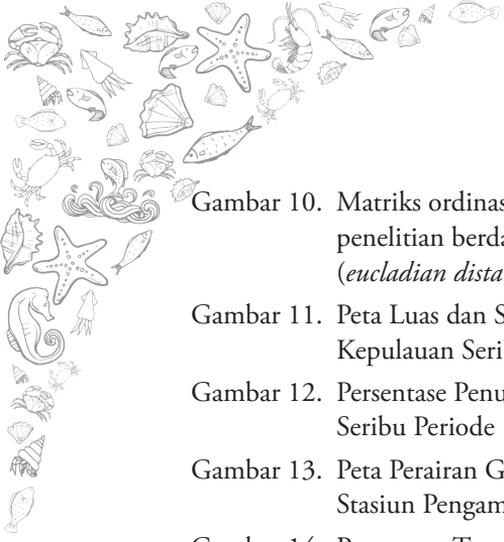
Buku ini tidak diperjualbelikan.



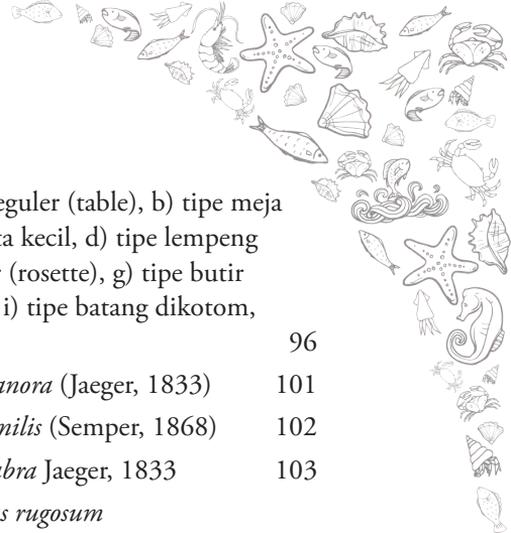


DAFTAR GAMBAR

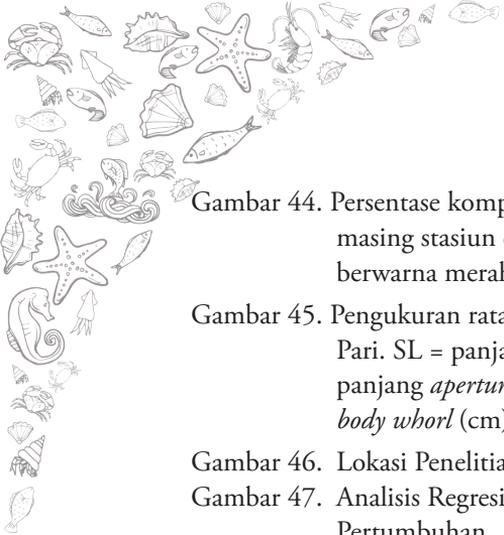
Gambar 1.	Peresmian Stasiun Penelitian Oseanografi Pulau Pari LON-LIPI tahun 1976 oleh Gubernur Letjen Alisadikin, inisiasi sejarah panjang riset kelautan di perairan Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta	4
Gambar 2.	Sebaran 15 Stasiun Penelitian Mangrove di Pulau Pari dan Pulau di Sekitarnya (PPRM01-PPRM15)	13
Gambar 3.	Persentase tutupan kanopi komunitas mangrove rata-rata pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (hijau = kategori sangat baik/padat; kuning = kategori cukup baik/sedang).	14
Gambar 4.	Kerapatan tegakan pohon dan sapling komunitas mangrove pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	16
Gambar 5.	Kerapatan tegakan <i>seedling</i> anakan mangrove (x1000 ind/ha) pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	17
Gambar 6.	Kelimpahan Sampah pada Setiap Stasiun Penelitian	17
Gambar 7.	Diameter (cm) dan tinggi pohon rata-rata (meter) komunitas mangrove pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	19
Gambar 8.	Basal Area Rata-rata Komunitas Mangrove pada Setiap Stasiun Penelitian	19
Gambar 9.	Komposisi Jenis dan Indeks Nilai Penting (INP) dari Komunitas Mangrove di Kawasan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	21



Gambar 10. Matriks ordinasi MDS dari nilai disimilaritas antarstasiun penelitian berdasarkan komposisi dan nilai INP setiap jenis (<i>eucladian distance</i>) yang dikelompokkan dengan <i>complete-cluster</i> .	21
Gambar 11. Peta Luas dan Sebaran Lamun Terkini (2016) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	28
Gambar 12. Persentase Penutupan Total Lamun di Pulau Pari Kepulauan Seribu Periode 1998–2018	31
Gambar 13. Peta Perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan Sebaran Stasiun Pengamatan	41
Gambar 14. Persentase Tutupan Bentik Terumbu di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2013–2016	44
Gambar 15. Persentase Tutupan Karang Hidup pada Masing-masing Stasiun secara Temporal (Tahun 2013–2016)	45
Gambar 16. Tutupan Bentik Terumbu Indikator Resiliensi Tiga Tahun Pengamatan 2013–2015	48
Gambar 17. Lokasi Penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	57
Gambar 18. Lokasi Pengambilan Sampel Kepiting di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	72
Gambar 19. Data Keanekaragaman Kepiting di Kepulauan Seribu, Tahun 1970–2010	73
Gambar 20. Grafik Perbandingan Jumlah Jenis dan Famili Kepiting pada Tiap Lokasi Pengamatan di Kawasan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	77
Gambar 21. Jumlah Jenis Kepiting Pulau Pari 2018	79
Gambar 22. Contoh Jenis-jenis kepiting yang ditemukan di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	81
Gambar 23. Lokasi Pengambilan Data di Pantai UPT LPKSDMO Pulau Pari Sisi Selatan-Barat dan Pantai Kresek	86
Gambar 24. Titik Transek Kuadrat yang Dilakukan di Pantai UPT LPKSDMO Pulau Pari dan Pantai Kresek	87
Gambar 25. Grafik perbandingan fluktuasi antara jumlah publikasi dan jumlah jenis dalam empat dekade terakhir.	91
Gambar 26. <i>Echinodermata</i> hasil pengamatan Mei 2018: (a) <i>Archaster typicus</i> , (b) <i>Culcita novaeguineae</i> , (c) <i>Ophiarthrum pictum</i> , (d) <i>Diadema setosum</i> , (e) <i>Laganum laganum</i> , (f) <i>Opheodesoma grisea</i> , (g) <i>Holothuria atra</i> , (h) <i>Holothuria leucospilota</i> , (i) <i>Synapta maculate</i> .	92
Gambar 27. Morfologi Eksternal <i>Holothuriida</i> secara Umum	96

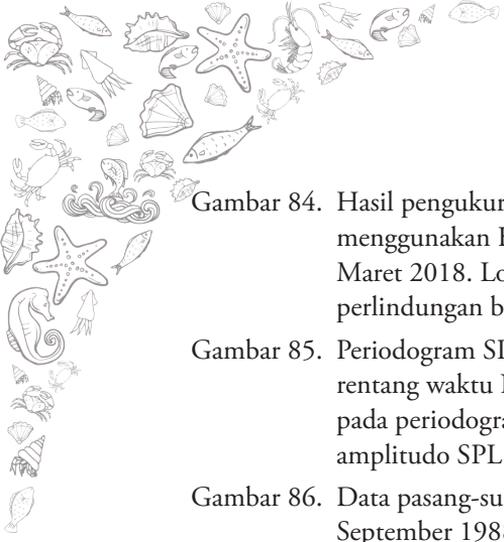


Gambar 28. Tipe spikula secara umum. a) Tipe meja reguler (table), b) tipe meja bentuk roket, c) tipe meja dengan mahkota kecil, d) tipe lempeng (plate), e) tipe batang (rod), f) tipe mawar (rosette), g) tipe butir (grain), h) tipe meja semu (pseudo-table), i) tipe batang dikotom, j-k) tipe batang bentuk C dan S.	96
Gambar 29. Anggota Genus <i>Actinopyga</i> : <i>Actinopyga lecanora</i> (Jaeger, 1833)	101
Gambar 30. Anggota Genus <i>Bohadschia</i> : <i>Bohadschia similis</i> (Semper, 1868)	102
Gambar 31. Anggota Genus <i>Holothuria</i> : <i>Holothuria scabra</i> Jaeger, 1833	103
Gambar 32. Anggota Genus <i>Labidodemas</i> : <i>Labidodemas rugosum</i> (Ludwig, 1875)	104
Gambar 33. Anggota Genus <i>Pearsonothuria</i> : <i>Pearsonothuria graeffei</i> (Semper, 1868)	104
Gambar 34. Anggota Genus <i>Stichopus</i> : <i>Stichopus vastus</i> Sluiter, 1887	106
Gambar 35. Anggota Genus <i>Opheodesoma</i> : <i>Opheodesoma grisea</i> Semper, 1868	107
Gambar 36. Anggota Genus <i>Synapta</i> : <i>Synapta maculata</i> Chamisso & Eysenhardt, 1821	108
Gambar 37. Anggota Genus <i>Synaptula</i> : <i>Synaptula recta</i> Semper, 1867	109
Gambar 38. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	118
Gambar 39. Habitat mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu: (A) mangrove melingkupi seluruh bagian Pulau Burung; (B) mangrove non- <i>Rhizophora</i> di Pulau Kongsu; (C) mangrove di Pulau Pari bagian timur yang substratnya selalu terendam air laut; (D) mangrove di Pulau Pari bagian barat yang terdapat kolam; (E) mangrove di Pulau Tengah yang mengalami degradasi.	128
Gambar 40. Beberapa karakter ekologi keong Potamididae: (A) agregasi <i>Terebralia palustris</i> di sekitar pohon dan akar mangrove; (B) agregasi <i>T. palustris</i> di atas pasir berlumpur; (C) perilaku <i>T. sulcata</i> memanjat pohon dan akar mangrove; (D) <i>T. sulcata</i> di atas pasir berlumpur.	129
Gambar 41. Lokasi Penelitian Keong Famili Potamididae	130
Gambar 42. Keong Famili Potamididae di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu: (A) <i>Terebralia palustris</i> ; (B) <i>Terebralia sulcata</i> ; (C) <i>Telescopium telescopium</i> ; (A1) Operculum <i>T. palustris</i> .	130
Gambar 43. Beberapa kebiasaan makan keong famili Potamididae: A) <i>Terebralia Palustris</i> bersama seresah daun mangrove yang terlihat lubang bekas gigitan; B) <i>T. palustris</i> sedang melahap seresah daun mangrove; C) contoh seresah daun mangrove <i>Rhizophora mucronata</i> yang memperlihatkan bekas gigitan <i>T. palustris</i> .	133

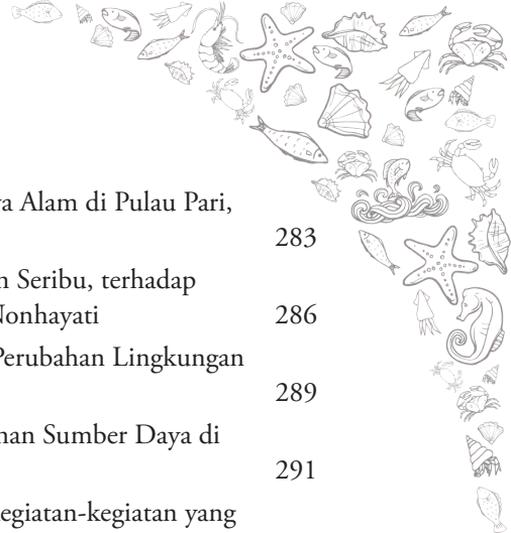


Gambar 44. Persentase komposisi spesies keong famili Potamididae pada masing-masing stasiun di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Titik berwarna merah merupakan plot sampling.	134
Gambar 45. Pengukuran rata-rata karakter morfologi <i>Terebralia</i> di Gugus Pulau Pari. SL = panjang cangkang (cm), SW = lebar cangkang (cm), AL = panjang <i>aperture</i> (cm), AW = lebar <i>aperture</i> (cm), BWL = panjang <i>body whorl</i> (cm), dan NBW = jumlah <i>body whorl</i> .	135
Gambar 46. Lokasi Penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	144
Gambar 47. Analisis Regresi Linier Antara Jumlah Jenis dan Jumlah Bentuk Pertumbuhan	148
Gambar 48. Persentase Masing-Masing Kategori Bentuk Pertumbuhan Spons di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	149
Gambar 49. Peta Lokasi Sampling Ikan Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	154
Gambar 50. Padang lamun di Pulau Pari. A) Kondisi padang lamun saat surut dengan latar belakang alih fungsi lahan pantai untuk permukiman di Pulau Tengah; B) Pengoperasian jaring pantai di padang lamun.	155
Gambar 51. Jumlah Jenis Ikan Berdasarkan Suku yang Dikoleksi di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	158
Gambar 52. Enam jenis ikan lamun dengan jumlah individu paling banyak terkoleksi. A) <i>Cheilodipterus quinquelineatus</i> ; B) <i>Zoramia leptacanthus</i> ; C) <i>Sphaeramia orbicularis</i> ; D) <i>Fibramia lateralis</i> ; E) <i>Ostorhinchus margaritophorus</i> ; F) <i>Acreichthys tomentosus</i> .	158
Gambar 53. Persentase Individu Ikan Lamun Berdasarkan Jenis yang Terkoleksi dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu	160
Gambar 54. Beberapa jenis ikan konsumsi yang dijumpai di padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu. A) <i>Siganus canaliculatus</i> ; B) <i>S. guttatus</i> (25.9 mm SL); C) <i>S. virgatus</i> (64.3 mm SL); D) <i>Terapon theraps</i> (26.1 mm SL); E) <i>Sphyraena barracuda</i> (40.8 mm SL); F) <i>Spratelloides delicatulus</i> (46.7 mm SL); G) <i>Atherinomorus duodecimalis</i> (46.9 mm SL); H) <i>Spratelloides gracilis</i> (26.7 mm SL); I) <i>Pentapodus bifasciatus</i> (33.8 mm SL); J) <i>Scarus rivulatus</i> (40.1 mm SL); K) <i>Choerodon anchorago</i> (76.4 mm SL); L) <i>Zenarchopterus gilli</i> (46.3 mm SL).	163
Gambar 55. Skema Posisi Surveyor Mamalia Laut dengan Menggunakan Kapal	171
Gambar 56. Skema transek gigi yang digunakan dalam survei mamalia laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, untuk memantau distribusi mamalia laut di wilayah dengan kedalaman yang bergradasi.	172
Gambar 57. Pelaksanaan Survei Mamalia Laut dengan Kapal	172
Gambar 58. Eksplorasi Wilayah Target dengan Kamera Lensa Tele dan Kamera Antiair.	173

Gambar 59. Ilustrasi <i>Delphinus delphis</i> /Lumba-lumba Moncong Pendek	174
Gambar 60. Ilustrasi <i>Dugong dugon</i> /Duyung	175
Gambar 61. Ilustrasi <i>Neophocaena phocaenoides</i> /Indo-Pacific Finless Porpoise	176
Gambar 62. <i>Neophocaena phocaenoides</i> /Indo-Pacific Finless Porpoise yang terdampar di Pulau Pramuka tahun 2015.	176
Gambar 63. Ilustrasi <i>Physeter macrocephalus</i> /Paus Sperma	177
Gambar 64. Ilustrasi <i>Pseudorca crassidens</i> /Paus Pembunuh Palsu	179
Gambar 65. <i>Stenella longirostris</i> /Lumba-lumba Spinner/Pemintal	180
Gambar 66. Lumba-lumba Pemintal (Spinner) di Laut Lepas	180
Gambar 67. Ilustrasi <i>Tursiops truncatus</i> /Lumba-lumba Hidung Botol	181
Gambar 68. Foto Lumba-lumba Hidung Botol di Perairan Lepas	182
Gambar 69. Metode Garis Transek	189
Gambar 70. Makanan dari Makro Alga <i>Caulerpa</i> sp (Salad dan Urap)	211
Gambar 71. Pohon Alur Turunan Produk Makro Alga	211
Gambar 72. Dinamika perkembangan jumlah kepadatan bakteri indikator pencemaran domestik 2003–2018 di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	225
Gambar 73. Distribusi Spasial Bakteri Indikator dan Bakteri Patogen di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu, Juli 2018	226
Gambar 74. Pasir Putih yang Tertutup Tumpahan Minyak Mentah, 15 Oktober 2008	230
Gambar 75. Pembersihan Jaring Tempat Budi Daya, 16 Oktober 2008	230
Gambar 76. Tumpahan Minyak Menempel pada Konstruksi Dermaga dan Karang di Pantai	230
Gambar 77. Tumpahan Minyak Bercampur dengan Sampah Pantai	230
Gambar 78. Hamparan Tarbal di Pantai Timur Pulau Pari	231
Gambar 79. Tarbal yang Meleleh di Pantai Terkena Paparan Sinar Matahari	231
Gambar 80. Pembersihan Sisa-sisa Minyak di Area Tercemar oleh PPSU	232
Gambar 81. Mesokosm dengan menggunakan kolom pasir yang ditanam di sumur beton di selatan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, selama tiga bulan.	234
Gambar 82. Pengujian aplikasi teknik bioremediasi menggunakan bakteri dan pupuk di pantai berpasir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tahun 2009.	234
Gambar 83. Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu terdiri dari enam pulau, yaitu Pulau Pari, Pulau Tengah, Pulau Kudus, Pulau Kongsu, Pulau Burung, dan Pulau Tikus. Pulau Pari merupakan pulau terluas dalam gugus ini dengan luas 41.32 ha.	240



Gambar 84. Hasil pengukuran secara <i>in situ</i> SPL di sebelah selatan Pulau Pari menggunakan HOBO temperature logger pada November 2016–Maret 2018. Logger dipasang pada kedalaman ~5 M di daerah perlindungan biota laut Pulau Pari.	243
Gambar 85. Periodogram SPL perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu dalam rentang waktu November 2016 hingga Maret 2018. Puncak data pada periodogram (tanda berwarna merah) merupakan periode amplitudo SPL dominan.	244
Gambar 86. Data pasang-surut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada 24 September 1988 hingga 24 April 1989 dalam bentuk grafik (atas) dan wavelet transform (bawah). Penggambaran menggunakan wavelet transform digunakan untuk memudahkan pembacaan variabilitas kekuatan komponen diurnal dan semidiurnal pasang surut terhadap waktu.	246
Gambar 87. Arus permukaan laut yang diukur secara <i>in situ</i> di daerah perlindungan biota laut (selatan Pulau Pari pada (A) 8–9 April 2016 dan (B) di sebelah barat Pulau Burung pada 10 April 2016.	248
Gambar 88. Citra satelit Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu pada (A) 2008 dan (B) 2018. Perbedaan signifikan terlihat pada jumlah bangunan atau rumah penduduk di Pulau Pari serta perubahan garis pantai akibat adanya reklamasi di Pulau Tengah dan Pulau Kudus.	250
Gambar 89. Lokasi penelitian di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta	257
Gambar 90. Fluktuasi suhu dan salinitas di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017	259
Gambar 91. Fluktuasi konsentrasi nutrisi, klorofil, dan DO di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017.	260
Gambar 92. Fluktuasi sistem karbonat laut di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017.	261
Gambar 93. Fluktuasi delta tekanan parsial CO ₂ (Δp_{CO_2}) di sekitar perairan ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017.	263
Gambar 94. Kepadatan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 1992–2016	273
Gambar 95. Perubahan Mata Pencaharian Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari Tahun 2000 hingga 2015.	276
Gambar 96. Persentase Jenis Mata Pencaharian Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2018	277
Gambar 97. Persentase Jumlah Pendapatan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2018	278

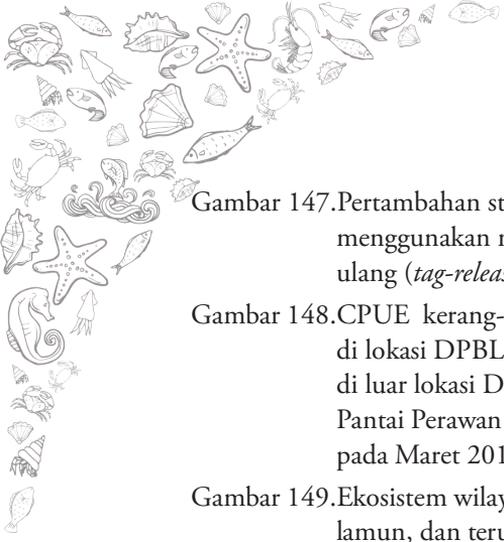


Gambar 98. Persentase Pemanfaatan Jenis Sumber Daya Alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	283
Gambar 99. Persepsi Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terhadap Kondisi Sumber Daya Alam Hayati dan Nonhayati	286
Gambar 100. Persepsi Masyarakat Pulau Pari terhadap Perubahan Lingkungan di Pulau Pari	289
Gambar 101. Faktor-faktor yang Menyebabkan Penurunan Sumber Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	291
Gambar 102. Persepsi masyarakat Pulau Pari terhadap kegiatan-kegiatan yang menyebabkan degradasi lingkungan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	293
Gambar 103. Berbagai bentuk fisik <i>Thallus</i> makro alga (dari kiri ke kanan gambar (a) bulat, (b) tabung, (c) gepeng, (d) daun, (e) pipih).	297
Gambar 104. Berbagai penampakan warna <i>Thallus</i> makro alga <i>E. cottonii</i> (dari kiri ke kanan gambar (a) Hijau, (b) Kuning, (c) Merah).	298
Gambar 105. Rancang Bangun Budi Daya Makro Alga Menggunakan Metode <i>Long Line</i>	300
Gambar 106. Aktivitas Budi Daya <i>Euclidean Cottonii</i> Menggunakan Metode <i>Long Line</i> di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	300
Gambar 107. Aktivitas Pascapanen Makro Alga <i>Euclidean cottonii</i> di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	301
Gambar 108. Perbedaan fisik produk makro alga dengan dua cara pengeringan, yaitu asin (gelap) (kiri) dan tawar (terang) (kanan).	302
Gambar 109. Penanganan makro alga kering <i>Euclidean cottonii</i> sebelum diolah (dari kiri ke kanan (a) Dried <i>Euclidean</i> , (b) Perendaman <i>Euclidean</i> , (c) <i>Euclidean</i> yang telah mekar).	303
Gambar 110. Jenis produk olahan makro alga <i>Euclidean cottoni</i> di Pulau Pari Kepulauan Seribu (dari kiri ke kanan gambar (a) manisan, (b) dodol, (c) olahan produk pangan makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu).	306
Gambar 111. Fungsi Utama Ekosistem Mangrove Menurut Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu	321
Gambar 112. Pemanfaatan Ekosistem Mangrove bagi Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu	321
Gambar 113. Keong Blencong yang Terdapat di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu	323
Gambar 114. Ibu-Ibu Pengumpul Keong Blencong	323
Gambar 115. Bibit Mangrove yang Siap Dijual	324
Gambar 116. Lokasi Wisata Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	325



Gambar 117. Tujuan Wisatawan Berkunjung ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu	325
Gambar 118. Perspektif Wisatawan terhadap Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu	326
Gambar 119. Faktor Pendorong Wisatawan Mengunjungi Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	326
Gambar 120. Sampah yang Mencemari Ekosistem Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	327
Gambar 121. Kebersediaan Responden untuk Membayar Nilai Keberadaan Ekosistem Mangrove	329
Gambar 122. Sebagian Kecil Materi Pembelajaran Pendidikan Lingkungan pada Anak Usia Dini	338
Gambar 123. Anak-anak usia dini sangat berpotensi dalam mengamati dan mencari tahu alam lingkungan di sekitar mereka, baik anak-anak di negara maju maupun di negeri berkembang, seperti Indonesia.	339
Gambar 124. Kondisi sosial-ekonomi masyarakat Pulau Pari sebelum tahun 2012 (atas), dan kondisi ekosistem dan SDHP di Pulau Pari sebelum tahun 2012.	340
Gambar 125. Kegiatan FGD untuk menempatkan pendirian DPBL di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan luas 39 ha yang membutuhkan waktu 3 tahun (6 kali FGD).	341
Gambar 126. Kegiatan FGD untuk menetapkan pendirian DPBL di ekosistem padang lamun Pulau Bintang bagian timur yang membutuhkan waktu 2 tahun (4 kali FGD).	342
Gambar 127. Kegiatan FGD untuk menetapkan pendirian DPBL di ekosistem terumbu karang di Pulau Pia, Kepulauan Padaido, Papua seluas 579 ha yang hanya membutuhkan sekali FGD.	342
Gambar 128. Peta Gugusan Pulau Pari Berikut Lokasi SDN 01 Pulau Pari dan SMP Satu Atap	344
Gambar 129. Ketuntasan belajar pada 3 tahap kompetensi dasar dari murid kelas 2 SDN 01 Pagi Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	348
Gambar 130. Aktivitas kegiatan murid-murid kelas 2 SDN 01 Pulau Pari Kepulauan Seribu (a, b, c, dan d) dan penobatan pelestari cilik (e).	349
Gambar 131. Pertemuan antara Komunitas Sahabat Pulau Pari, LPKSDMO, LIPI, dan murid-murid SDN 01 Pagi, Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	350
Gambar 132. Peta Lokasi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Lokasi Dimana Penelitian Dilakukan	356
Gambar 133. Ekosistem mangrove (kiri), lamun (tengah), dan terumbu karang (kanan) yang berada dalam kondisi masih baik di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	356

Gambar 134. Contoh eksploitasi lebih kerang-kerangan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang ditandai beserakannya cangkang dari berbagai kerang di halaman penduduk. Hal ini menyebabkan stok biota ini berkurangnya secara drastis.	356
Gambar 135. Peta ekosistem dan habitat bentik Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu hasil analisis iso-cluster menggunakan 4 band (band-2/biru, -3/hijau/ -4, -5/merah dan -7/infra merah dekat) dari citra satelit Worldview-2, perolehan tanggal 12 Agustus 2012.	360
Gambar 136. Peserta dan Fasilitator dari LIPI Pusat dan LPKSDMO Pulau Pari LIPI pada FGD Kedua	361
Gambar 137. Persepsi Masyarakat Pulau Pari terhadap Pendirian dan Kegunaan DPBL	362
Gambar 138. Persetujuan Peserta FGD untuk Mendirikan DPBL (atas) dan Lokasinya (bawah)	363
Gambar 139. Peserta dan Fasilitator dari LIPI Pusat dan LPKSDMO Pulau Pari) pada Kegiatan FGD-4	364
Gambar 140. Area yang Dicalonkan sebagai DPBL (Berarsir) dengan Luas 56,23 ha	364
Gambar 141. Tiga Zona Alternatif DPBL Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan Batas-batasnya pada Masing-masing Zona	365
Gambar 142. Tanda batas DPBL di zona-2 (kiri dan tengah) dan zona-1 (kanan) serta tanda pelarangan pengambilan biota laut.	366
Gambar 143. Lurah (Pulau Lancang) sedang memberikan pengarahan kepada tokoh-tokoh masyarakat Pulau Pari dalam FGD-5.	367
Gambar 144. Wisatawan Pulau Pari dalam jumlah besar (lebih dari 100 orang) dengan 20 kapal kayu setiap hari pada akhir pekan (Jumat-Sabtu) melakukan aktivitas <i>snorkelling</i> hingga merusak terumbu karang, termasuk terumbu karang yang bagus di area Perlindungan Laut (APL) (gambar bawah kiri).	368
Gambar 145. Jenis kerang-kerangan yang terdapat di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu yang stoknya dicoba untuk dipulihkan kembali (<i>restocking</i>) akibat dari eksploitasi berlebihan. 1) Kerang Kere (<i>Grafarium Tumindum</i>); 2) Kerang Putih (<i>Pitar Citrinus</i>); 3) Kerang Buwel, (<i>Codakia Tigerina</i>); 4) Kerang Batik (<i>Tapes Literatus</i>); 5) Kerang Bulu (<i>Anadara Antiquata</i>); 6) Kerang Pontianak (<i>Vasticardium Sp</i>); 7) Kerang Gali (<i>Asaphis Rioascens</i>); dan 8) Siptut Mata Tujuh (<i>Haliotis Asinina</i>).	369
Gambar 146. Kegiatan mencari, memberi tanda, dan melepaskan kembali berbagai jenis kerang-kerangan untuk menduga stok dari setiap jenis kerang.	370



Gambar 147. Pertambahan stok kerang kere dan kerang putih yang diduga menggunakan metode pemberian tanda-lepaskan dan menangkap ulang (<i>tag-release and recapture</i>).	370
Gambar 148. CPUE kerang-kerangan (Jumlah kerang tertangkap/orang/jam) di lokasi DPBL (Zona-1 di dekat kantor LPKSDMO – LIPI) dan di luar lokasi DPBL (Pantai Keresek(1), Pantai timur dermaga (2), Pantai Perawan (3), Pulau Kongsu (4), dan Pulau Burung (5) pada Maret 2017 (kiris) dan Juli 2017 (kanan).	371
Gambar 149. Ekosistem wilayah pesisir tropis lengkap (mangrove, padang lamun, dan terumbu karang) yang terdapat di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	375
Gambar 150. Sebagian kecil barang (<i>goods</i>) berupa SDHP (ikan, moluska, ekinodermata, krustasea, spons, rumput laut), dan jasa ekosistem (<i>ecosystem services</i>) lingkungan berupa potensi wisata bahari dan laboratorium hidup untuk penelitian pendidikan dan latihan dalam rangka peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidang oseanografi yang disumbang oleh ekosistem Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	376
Gambar 151. Tekanan dan ancaman lingkungan berat yang dihadapi Pulau Pari berupa pencemaran minyak/ tarball, sampah, eutrofikasi, dan pemanfaatan SDHP (kerang-kerangan) yang telah membuat ekosistem di Pulau Pari terdegradasi, serta kematian hewan dilindungi (seperti penyu), dan penurunan populasi SDHP.	377
Gambar 152. DPBL yang Didirikan dan Dikembangkan oleh LPKSDMO Pulau Pari LIPI di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	378
Gambar 153. Aktivitas pengujian keefektifan DPBL menggunakan metode <i>Tag and Release</i> (Peterseon), mencari-memeri tanda (<i>tag</i>)-mengukur dan melepaskan kembali ke alam.	379
Gambar 154. Kajian Keefektifan DPBL Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dalam Mengembalikan Populasi Kerang-kerangan	380

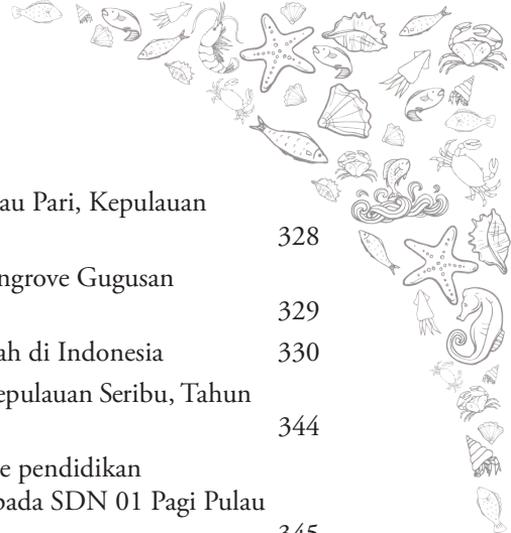


DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Koefisien korelasi Pearson yang menunjukkan signifikansi hubungan antara parameter-parameter yang dianalisis.	20
Tabel 2.	Estimasi Luas Padang Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Periode 2004–2016	27
Tabel 3.	Kekayaan Jenis dan Jenis Dominan Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Periode 1998–2018	29
Tabel 4.	Persentase Penutupan Total Lamun dan Penutupan Jenis Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2018	31
Tabel 5.	Kriteria Kondisi Terumbu Karang Berdasarkan Nilai Persentase Tutupan Karang Hidup	39
Tabel 6.	Kriteria Resiliensi Indikator	40
Tabel 7.	Persentase tutupan rata-rata kategori bentik terumbu pada masing-masing stasiun sebagai calon lokasi restorasi terumbu karang di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	42
Tabel 8.	Persentase Tutupan Rata-Rata Kategori Bantik Terumbu dan Tingkat Resiliensinya Tahun 2015	47
Tabel 9.	Suku Krustasea yang terdapat di ekosistem terumbu karang, lamun, dan mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, kurun waktu 2010–2015.	58
Tabel 10.	Kepadatan Bantik Krustasea di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (ind/m ²), Tahun 2010–2015	61
Tabel 11.	Jenis-jenis kepiting yang diperoleh dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada April 2018	75
Tabel 12.	Keanekaragaman Jenis <i>Echinodermata</i> di Pulau Pari dari Berbagai Publikasi	88



Tabel 13. Jenis Timun Laut yang Tersimpan di Koleksi Rujukan Puslit Oseanografi LIPI	99
Tabel 14. Hasil-hasil Penelitian Moluska yang Dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	120
Tabel 15. Daftar Jenis Gastropoda yang Pernah Ditemukan di Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu	121
Tabel 16. Daftar Jenis <i>Pelecypoda</i> /Bivalvia yang Pernah Ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	125
Tabel 17. Daftar Spesies Spons yang Ditemukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	145
Tabel 18. Jenis Ikan Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	157
Tabel 19. Kisaran Panjang Baku Juvenil Ikan Lamun Ekonomis Penting di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	162
Tabel 20. Jumlah Makro Alga di Indonesia, Jawa, dan Kepulauan Seribu	191
Tabel 21. Perbandingan Jenis-jenis Makro Alga <i>Chlorophyta</i> di Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu	192
Tabel 22. Perbandingan Jenis-jenis Makro Alga Rhodophyta di Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu	196
Tabel 23. Perbandingan Jenis-jenis Makro Alga Phaeophyta di Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu	203
Tabel 24. Data Makro Alga di Wilayah Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Tahun 2014, 2015, 2017, dan 2018)	206
Tabel 25. Kandungan Unsur-unsur Mikro pada Makro Alga Merah dan Cokelat	209
Tabel 26. Kasus Tumpahan Minyak di Teluk Jakarta 2003–2018	222
Tabel 27. Komposisi Penduduk Pulau Pari (RW 04), Kepulauan Seribu, Tahun 2017	271
Tabel 28. Jumlah Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 1992–2016	272
Tabel 29. Karakteristik Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	298
Tabel 30. Karakteristik Fisik Makro Algae <i>Euclima cottonii</i> Hasil Budi Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	302
Tabel 31. Kekuatan Gel Makro Algae <i>Euclima cottonii</i> Hasil Budi Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	303
Tabel 32. Kandungan Gizi Makro Alga Kering <i>Euclima cottonii</i> Hasil Budi Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu	305
Tabel 33. Ekspor makro alga dan ganggang lainnya menurut negara tujuan utama, 2012–2018 (berat bersih dalam ton).	308
Tabel 34. Nilai Guna Ekosistem Mangrove Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu	322



Tabel 35. Panjang Pantai Bermangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	328
Tabel 36. Valuasi Ekonomi Total (<i>TEV</i>) Ekosistem Mangrove Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu	329
Tabel 37. <i>TEV</i> Ekosistem Mangrove di Beberapa Daerah di Indonesia	330
Tabel 38. Jumlah Murid SD dan SMP di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun Ajaran 2014/2015	344
Tabel 39. Kompetensi dasar, topik bahasan, dan metode pendidikan konservasi SDHP yang diuji coba diajarkan pada SDN 01 Pagi Pulau Pari, Kepulauan Seribu.	345
Tabel 40. Hasil Tes Sebelum dan Sesudah Mengikuti Pendidikan Konservasi SDHP	347
Tabel 41. Luas Area Masing-masing Ekosistem dan Habitat Bentik di Rataan Terumbu Gugusan Pulau Pari	360



Buku.com



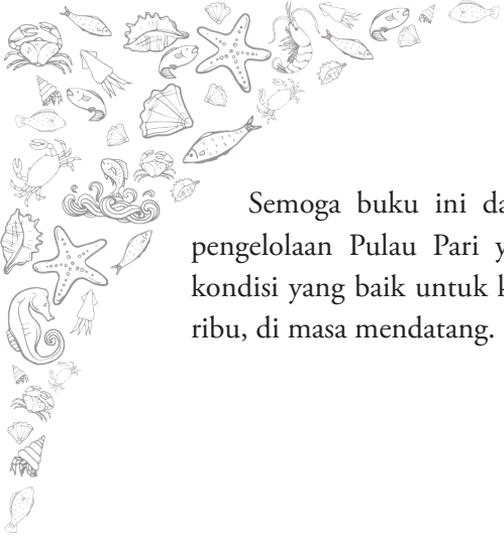
PENGANTAR PENERBIT

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

Penerbitan buku ini telah melalui proses *peer review* sebagai salah satu upaya penjaminan mutu publikasi ilmiah. Selain mengungkapkan kondisi bio-ekologi dan sumber daya hayati serta kondisi perairan Gugusan Pulau Pari, buku ini juga mendeskripsikan pemanfaatan sumber daya hayati, terutama yang telah dieksplorasi berlebih oleh masyarakat, serta usaha-usaha pemulihan ekosistem melalui pendirian daerah perlindungan biota laut.

Pembahasan buku ini ditulis secara komprehensif dan terstruktur oleh para penulis yang kompeten di bidangnya masing-masing, mulai dari ekosistem mangrove, lamun, terumbu karang, dan sumber daya hayati yang terkandung dalam ekosistem Gugusan Pulau Pari. Persoalan aspek sosial budaya masyarakat Pulau Pari tentang hal-hal yang berkaitan dengan pemanfaatan dan konservasi sumber daya hayati di Gususan Pulau Pari juga menjadi pembahasan dalam buku ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Semoga buku ini dapat menjadi referensi dalam upaya peningkatan pengelolaan Pulau Pari yang berkelanjutan sehingga selalu berada dalam kondisi yang baik untuk kepentingan masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, di masa mendatang.

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

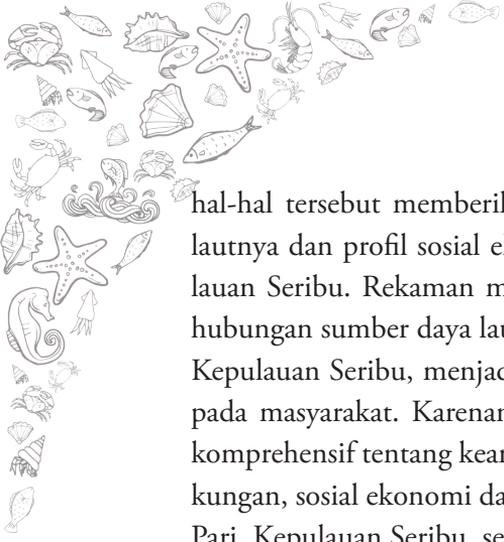


KATA PENGANTAR

Kepulauan Seribu merupakan gugusan pulau karang yang berada di utara Teluk Jakarta. Kepulauan ini menyimpan keanekaragaman hayati laut yang menarik untuk dikaji. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian atau riset mengenai keanekaragaman hayati laut di Kepulauan Seribu oleh Majelis Ilmu Pengetahuan Indonesia (MIPI) sejak 1962. Untuk mempermudah penelitian tersebut, dibangun stasiun penelitian di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Sejarah pendirian stasiun penelitian Pulau Pari sudah berlangsung selama lebih dari lima dekade (1967–2018), mulai dari pendirian *basecamp* penelitian di Pulau Tikus pada 1967, pembangunan Stasiun Penelitian Laut Permanen di Pulau Pari pada 1976, hingga menjadi Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI (LPKSDMO-LIPI) pada 2002 yang saat ini merupakan satuan kerja di bawah Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.

Pendirian LPKSDMO-LIPI di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mengakibatkan banyaknya kajian penelitian kelautan dilakukan di sekitaran wilayah tersebut. Ada beberapa hal yang menjadi alasan Gugusan Pulau Pari menjadi lokasi penelitian kelautan. *Pertama*, wilayah tersebut memiliki keanekaragaman hayati yang lengkap. *Kedua*, Gugusan Pulau Pari menjadi tempat hunian masyarakat dengan berbagai kebutuhannya, termasuk pemenuhan sumber protein dari laut, baik secara langsung maupun pemanfaatan biota laut melalui aktivitas budi daya. *Ketiga*, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga menjadi salah satu tujuan wisata dengan segala perkembangannya. Namun,

Buku ini tidak diperjualbelikan.



hal-hal tersebut memberikan dampak pada kondisi keanekaragaman hayati lautnya dan profil sosial ekonomi masyarakat di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Rekaman mengenai kondisi keanekaragaman hayati laut serta hubungan sumber daya laut dan aspek sosial masyarakat Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menjadi sangat penting untuk memberikan informasi kepada masyarakat. Karenanya, hal-hal tersebut disajikan melalui hasil kajian komprehensif tentang keanekaragaman hayati, termasuk bio-ekologinya, lingkungan, sosial ekonomi dan budaya, serta upaya konservasi di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebagaimana termuat dalam bunga rampai ini.

Bunga rampai ini diharapkan memberikan gambaran kondisi keanekaragaman hayati laut dan kondisi sosial masyarakat di Gugusan Pulau Pari. Lebih jauh, bunga rampai ini juga dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan dan pengelolaan Pulau Pari pada masa yang akan datang. Akhir kata, semoga hasil-hasil penelitian di dalam buku ini bisa memberikan manfaat dan memberikan khazanah pengetahuan kepada masyarakat luas dan menjadi persembahan 50 tahun pengalaman riset kami di Gugusan Pulau Pari bagi bangsa Indonesia.

Pulau Pari-Jakarta, Desember 2018

Kepala LPKSDMO-LIPI

Indra Bayu Vimono, S.Si., M.App.Sc.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

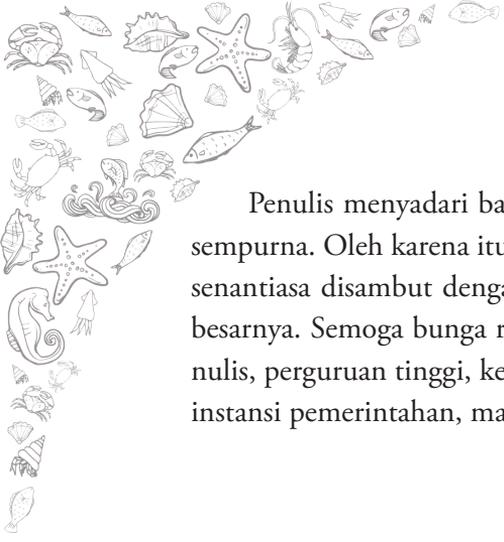


PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dalam kurun waktu 2018–2019 tim editor dan penulis dapat menyelesaikan penulisan bunga rampai berjudul *Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu: Tinjauan Aspek Bio-Ekologi, Sosial-Ekonomi-Budaya, dan Pengelolaan Berkelanjutan*. Bunga rampai ini disusun oleh sejumlah peneliti dari berbagai bidang kepakaran ilmu kelautan dari instansi Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi dan Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Buku ini merupakan salah satu bentuk diseminasi riset kelautan yang telah dilakukan di wilayah Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Buku ini menceritakan riset kelautan yang dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari segi biologi, ekologi, sosial ekonomi budaya, dan pengelolaan berkelanjutan yang memuat gambaran sebaran jenis-jenis biota dan kelimpahannya, karakteristik ekologi lingkungannya, karakteristik fisika dan kimia perairannya, keadaan sosial dan budaya penduduknya serta upaya konservasi dan pendidikan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang tertuang dalam beberapa subtema bahasan. Subtema yang dikaji dalam buku ini berdasarkan pada teori dan eksperimen yang dituliskan dalam bahasa ilmiah populer sehingga mudah dipahami oleh pembaca dari berbagai kalangan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Penulis menyadari bahwa bunga rampai ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran ke arah penyempurnaan buku ini senantiasa disambut dengan senang hati dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga bunga rampai ini bermanfaat, baik untuk pribadi para penulis, perguruan tinggi, kelembagaan riset, lembaga sosial masyarakat, swasta, instansi pemerintahan, maupun masyarakat Indonesia.

Pulau Pari, Jakarta, Desember 2018

Editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.



PROLOG

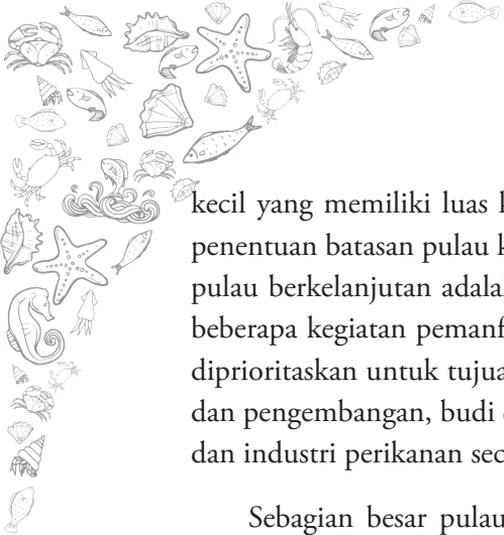
GUGUS PULAU PARI: SEBUAH PULAU SANGAT KECIL, POTENSI, DAN ANCAMAN

MUHAMMAD ABRAR DAN SAM WOUTHUYZEN

A. Pulau Kecil dan Pulau Sangat Kecil

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan (*archipelagic state*) dengan total luas wilayah 7,837 juta km² yang terdiri dari 1,937 juta km² luas daratan (24,74%) dan 5,9 juta km² luas lautan (75,26%). Negara kepulauan Indonesia memiliki 17.058 buah pulau dan 17.447 pulau (99,8%) masuk dalam kategori pulau kecil dan sangat kecil. Pengertian pulau dalam dokumen *United Nation Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) tahun 1982 adalah massa daratan yang terbentuk secara alami, dikelilingi oleh air, dan selalu muncul atau berada di permukaan laut pada saat pasang tertinggi. Batasan dan ukuran pulau kecil didasarkan pada luas daratan pulau dan jumlah penduduk, tetapi ini tidak mutlak karena ada banyak pulau tidak berpenduduk. Batasan pulau kecil pada awalnya adalah pulau yang luasnya kurang dari 10.000 km² dengan jumlah penduduk 500.000 orang, dan pendapat lain mengatakan pulau kecil memiliki jumlah penduduk sama atau kurang dari 200.000 orang^[1]. Batasan pulau kecil lainnya pernah dikemukakan pada pertemuan *Commonwealth Science Council* (1984) yang menetapkan luas pulau kecil maksimum 5.000 km²[2].

Batasan pulau kecil yang baku dijelaskan dalam Undang-Undang No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil^[3], yakni pulau dengan luas lebih kecil atau sama dengan 2.000 km² beserta kesatuan ekosistemnya. Pulau kecil dapat dibedakan lagi dengan pulau sangat

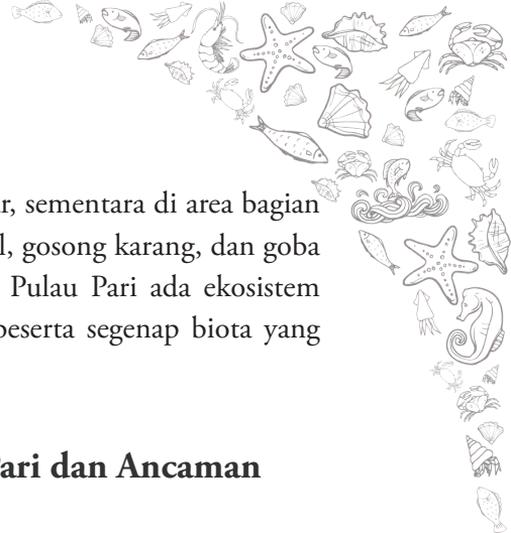


kecil yang memiliki luas kurang atau sama dengan 100 km². Implikasi dari penentuan batasan pulau kecil ini bagi pembangunan dan pengelolaan pulau-pulau berkelanjutan adalah dibatasinya peruntukan lahan dan perairan pada beberapa kegiatan pemanfaatan saja. Pemanfaatan pulau-pulau kecil tersebut diprioritaskan untuk tujuan konservasi, pendidikan dan pelatihan, penelitian dan pengembangan, budi daya laut, pariwisata, usaha perikanan dan kelautan dan industri perikanan secara lestari, pertanian organik, dan/atau peternakan.

Sebagian besar pulau kecil, terutama yang berada di sepanjang pesisir perairan dangkal tropis dan subtropis, memiliki tiga ekosistem utama, yaitu ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang. Ketiga ekosistem tersebut memiliki potensi sumber daya alam dari fungsi fisik dan proses-proses eko-biologi serta jasa lingkungan yang diberikan. Secara fisik, ekosistem pulau kecil berfungsi mempertahankan keberadaan dan keberlanjutan pulau kecil sebagai pelindung dari erosi dan abrasi oleh arus dan gelombang serta meningkatkan luas lahan dari fungsi menghasilkan dan menangkap sedimen. Fungsi ekologis ekosistem sebagai habitat, daerah pemijahan, dan daerah asuh berbagai biota laut memberikan nilai ekonomi tinggi sebagai sumber ikan dan non-ikan, bahan baku berbagai industri, dan nilai keanekaragaman hayati laut. Jasa lingkungan ekosistem artinya pulau kecil dimanfaatkan sebagai objek wisata, pendidikan dan penelitian, serta sebagai kawasan konservasi perairan. Di samping itu, pulau kecil dengan lingkungan perairan sampai dasar memiliki potensi hayati sebagai sumber energi gelombang dan arus serta kandungan bahan tambang.

B. Pulau Pari Sebuah Pulau Sangat Kecil

Gugus Pulau Pari adalah salah satu pulau dari 105 rangkaian pulau kecil di perairan Kepulauan Seribu, Jakarta, dengan luas 50,8 hektare atau 5,08 km² sehingga dikategorikan sebagai pulau sangat kecil. Secara administrasi, Pulau Pari termasuk dalam Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, Kota Jakarta Utara, dengan peruntukan sebagai pulau permukiman, pariwisata, serta penelitian dan pendidikan kelautan. Saat ini, Pulau Pari dihuni oleh lebih dari 400 keluarga yang umumnya bekerja di sektor perikanan dan pariwisata. Secara fisik geologis, Gugus Pulau Pari terdiri dari pulau-pulau sangat kecil, yaitu Pulau Pari, Pulau Tengah, Pulau Burung, Pulau Kongsi, dan Pulau Tikus

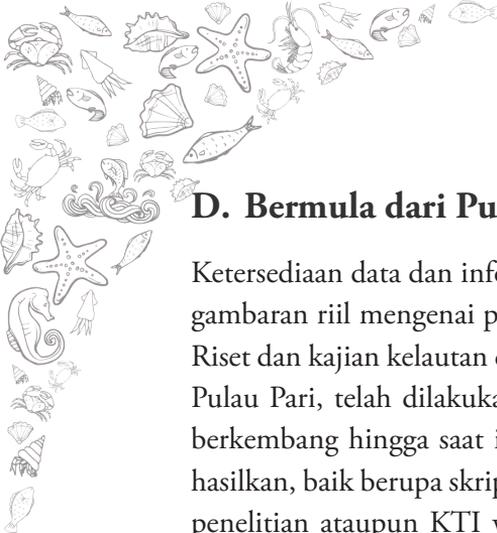


yang disatukan oleh terumbu karang di bagian luar, sementara di area bagian dalamnya terdapat rataan berpasir, kaloran dangkal, gosong karang, dan goba (*laguna*). Sepanjang pesisir dan perairan dangkal Pulau Pari ada ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang beserta segenap biota yang berasosiasi dengan ekosistem tersebut.

C. Potensi Sumber Daya Alam Pulau Pari dan Ancaman Keberlanjutan

Pulau kecil memiliki sumber daya alam berupa sumber daya hayati, non-hayati, sumber daya buatan, dan jasa-jasa lingkungan. Sumber daya hayati Pulau Pari dan pulau lain di sekitarnya adalah kehadiran ekosistem pulau kecil yang lengkap, yaitu ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang. Secara ekologis, ketiga ekosistem tersebut menjadi habitat bagi berbagai biota laut sehingga memiliki potensi besar sebagai sumber keanekaragaman hayati. Biota laut tersebut terdiri dari berbagai jenis ikan karang, udang dan kepiting, kerang-kerangan, makro alga dan berbagai jenis biota asosiasi mangrove, serta padang lamun dan terumbu karang yang memiliki nilai sebagai sumber keanekaragaman hayati. Fungsi ekonomi ekosistem tersedia dalam layanan ekologis yang berupa jasa-jasa lingkungan, misalnya sumber perikanan, wisata bahari, lingkungan, serta penelitian dan pendidikan.

Sebagian besar pulau kecil dan pulau sangat kecil tersebut berpenghuni dan masyarakat pesisir di pulau-pulau tersebut sangat tergantung terhadap sumber daya alam untuk keberlangsungan hidup mereka. Namun, keterbatasan luasan, sumber daya, dan tingginya tekanan lingkungan menyebabkan pulau kecil, terutama pulau sangat kecil, rentan dan terancam keberadaannya. Ancaman kerentanan Gugus Pulau Pari dapat dilihat dari keterpencilan, ukuran fisik pulau, kerapuhan dan keunikan ekosistem, pertumbuhan populasi yang tinggi dan cepat, serta keterbatasan dan ketergantungan tinggi terhadap sumber daya alam daratan. Selain itu, ada ancaman lingkungan, seperti peka dan mudah terekspos oleh bencana alam, serta peka terhadap kenaikan muka air laut dan perubahan iklim. Kerentanan pulau sangat kecil juga merupakan kombinasi dari kondisi sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, pendekatan pengelolaan secara terpadu dan berkelanjutan dengan mempertimbangkan aspek ekologi, ekonomi, dan sosial menjadi sangat penting.



D. Bermula dari Pulau Pari (*Success Story*)

Ketersediaan data dan informasi hasil penelitian dan kajian akan memberikan gambaran riil mengenai potensi dan kondisi sumber daya alam di Pulau Pari. Riset dan kajian kelautan di perairan Kepulauan Seribu, khususnya di perairan Pulau Pari, telah dilakukan oleh peneliti asing pada awal abad 19 dan terus berkembang hingga saat ini. Banyak karya tulis ilmiah (KTI) yang telah dihasilkan, baik berupa skripsi, tesis dan disertasi, maupun laporan-laporan hasil penelitian ataupun KTI yang diterbitkan dalam berbagai jurnal dan tulisan semi ilmiah/populer lainnya.

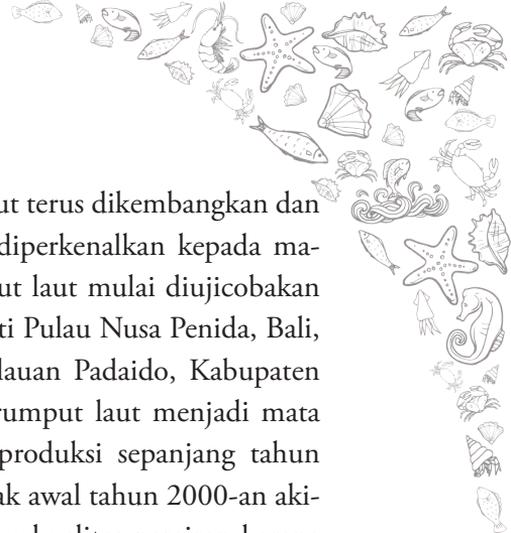
Riset kelautan di perairan Pulau Pari, terutama yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, terus berkembang dan membuahkan hasil bagi masyarakat Pulau Pari dan masyarakat Indonesia pada umumnya. Sebagai contoh, usaha budi daya rumput laut yang berkembang pesat saat ini bermula dari riset di Stasiun Penelitian Oseanologi, Lembaga Oseanologi Nasional LIPI Pulau Pari. Pada awal 1980-an, budi daya rumput laut jenis *Euchema cottonii* untuk pertama kalinya diujicobakan di perairan Gugus Pulau Pari oleh peneliti LON-LIPI Ir. Sulistijo dan Drs. Wanda Atmadja dengan dibantu teknisi Sumarso.



Sumber: UPT LPKSDMO (2016)

Gambar 1. Peresmian Stasiun Penelitian Oseanografi Pulau Pari LON-LIPI tahun 1976 oleh Gubernur Letjen Alisadikin, inisiasi sejarah panjang riset kelautan di perairan Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta

Buku ini tidak diperjualbelikan.

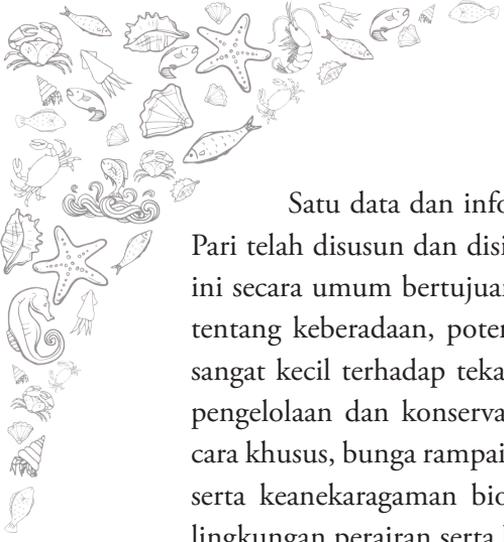


Hasil penelitian budi daya rumput laut tersebut terus dikembangkan dan menunjukkan hasil yang sangat baik dan mulai diperkenalkan kepada masyarakat Pulau Pari. Selanjutnya, budi daya rumput laut mulai diujicobakan juga ke berbagai wilayah perairan Indonesia, seperti Pulau Nusa Penida, Bali, Lombok, Sulawesi, dan bahkan sampai ke Kepulauan Padaido, Kabupaten Biak Numfor, Papua. Di Pulau Pari, budi daya rumput laut menjadi mata pencaharian utama masyarakat dengan puncak produksi sepanjang tahun 1900-an. Sayangnya, usaha ini mulai menurun sejak awal tahun 2000-an akibat munculnya penyakit rumput laut, menurunnya kualitas perairan karena pencemaran, pertumbuhan penduduk tinggi, dan pengembangan lahan di sepanjang utara pesisir Pulau Jawa, khususnya di Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu.

Pada saat yang sama, kerisauan terhadap tingginya ancaman kerusakan terumbu karang telah mendorong riset dan pengembangan teknologi untuk rehabilitasi terumbu karang, salah satunya menggunakan teknik transplantasi karang. Kegiatan transplantasi karang pertama kali juga diperkenalkan di Gugus Pulau Pari pada pertengahan 1990-an. Kegiatan ini merupakan kerjasama antara LON LIPI dengan Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) dan Asosiasi Kerang Karang dan Ikan Hias Indonesia (AKKI). Belakangan, teknik transplantasi karang diperkenalkan dan diterapkan di hampir seluruh perairan Indonesia. Kegiatan transplantasi karang tidak hanya bertujuan untuk rehabilitasi terumbu karang, tetapi juga berkembang sebagai objek wisata bahari. Selain itu, karang hasil transplantasi juga menjadi komoditas perikanan yang diekspor ke luar negeri sebagai karang hias.

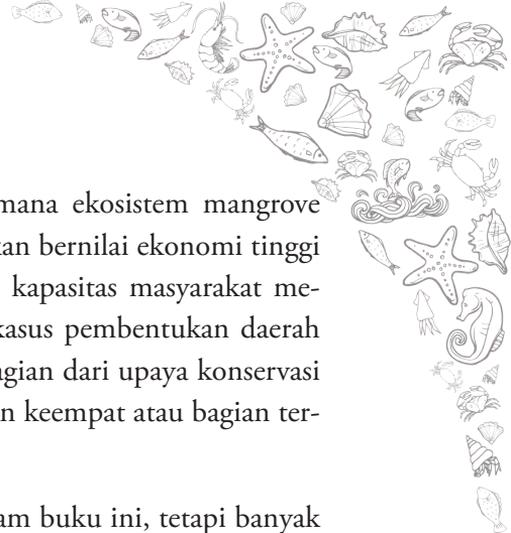
E. Satu Data dan Informasi Kelautan Pulau Pari

Banyak riset dan kajian kelautan telah dilakukan di perairan Gugus Pulau Pari, tetapi hasilnya disajikan dan didesiminasikan secara terpisah dan sendiri-sendiri. Ketersediaan satu sumber data dan informasi kelautan dari berbagai hasil riset dan kajian ilmiah secara menyeluruh (komprehensif) di perairan Gugus Pulau Pari menjadi sangat penting untuk mengetahui perubahan potensi sumber daya menurut ruang dan waktu, serta kehidupan sosial budaya dan ekonomi masyarakat dalam pemanfaatan dan dampaknya terhadap ketersediaan dan keberlanjutan sumber daya tersebut.



Satu data dan informasi hasil riset kelautan di perairan Gugus Pulau Pari telah disusun dan disiapkan dalam bentuk bunga rampai. Bunga rampai ini secara umum bertujuan memberikan gambaran lengkap dan menyeluruh tentang keberadaan, potensi, pemanfaatan, dan keberlanjutan sebuah pulau sangat kecil terhadap tekanan lingkungan dan aktivitas manusia serta upaya pengelolaan dan konservasi untuk keberlanjutan sumber daya tersebut. Secara khusus, bunga rampai ini membahas potensi dan status kondisi ekosistem serta keanekaragaman biota yang berasosiasi, kondisi dan sistem karbonat lingkungan perairan serta beban pencemaran, kehidupan sosial, ekonomi dan budaya masyarakat, serta upaya konservasi sumber daya hayati dan penguatan kapasitas SDM lokal yang telah dilakukan. Informasi yang disajikan dalam buku ini diperoleh dari kajian literatur, set data seri dari kegiatan *monitoring*, dan hasil penelitian langsung di perairan Gugus Pulau Pari oleh berbagai pihak yang dapat dipertanggungjawabkan.

Bunga rampai ini memberikan data dan informasi mengenai potensi sumber daya hayati ekosistem pesisir di perairan Gugus Pulau Pari, bentuk pemanfaatannya oleh masyarakat, tekanan dan bentuk kerusakan yang terjadi, serta upaya konservasi yang dilakukan. Bagian pertama berisi informasi dan data ekosistem yang ada di pesisir dan perairan dangkal Gugus Pulau Pari bersama biota asosiasinya. Ekosistem tersebut adalah hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang sebagai sumber daya hayati utama serta dijelaskan pula tentang kecenderungan perubahannya dalam ruang dan waktu. Informasi kekayaan jenis biota yang berasosiasi, sebaran, dinamika populasinya, serta bentuk potensi dan pemanfaatan diuraikan sebagai bentuk keterkaitan biota dalam ekosistem sebagai habitat, lokasi pemijahan, dan daerah asuh mereka. Gambaran kondisi lingkungan perairan dalam bentuk dinamika oseanografi diuraikan dalam bagian kedua. Bagian ini menjelaskan aspek fisika dan kimia serta sistem karbonat perairan sebagai faktor pendukung keberadaan dan keberlanjutan ekosistem dan biota asosiasinya. Tekanan lingkungan, seperti pencemaran, menjadi topik khusus untuk kasus Gugus Pulau Pari. Sebagai contoh, pencemaran oleh tumpahan minyak, sampah, dan pengayaan nutrisi. Bagian ketiga menyajikan informasi kehidupan sosial dan budaya masyarakat Pulau Pari, upaya konservasi, dan penguatan kapasitas SDM lokal. Pada bagian ini dijelaskan keadaan terkini demografi penduduk dan bentuk pemanfaatan sumber daya hayati oleh masyarakat serta pandangan mereka terhadap



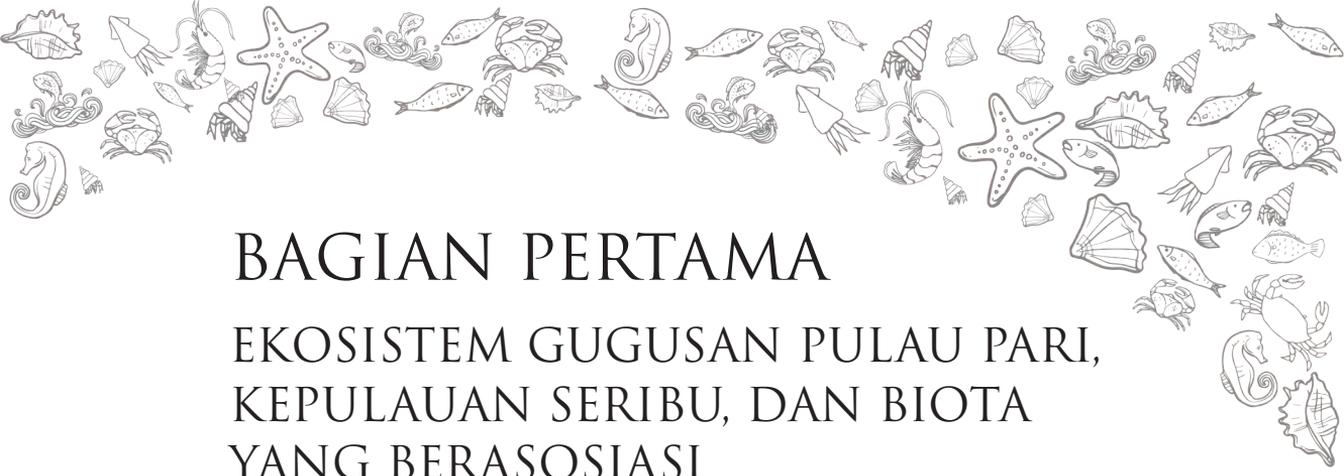
perubahan kondisi sumber daya tersebut. Bagaimana ekosistem mangrove yang menjadi layanan ekologis jika dirupiahkan akan bernilai ekonomi tinggi juga dibahas dalam bagian ini. Kajian penguatan kapasitas masyarakat melalui pendidikan lingkungan kelautan dan studi kasus pembentukan daerah perlindungan biota laut oleh masyarakat adalah bagian dari upaya konservasi sumber daya hayati yang didiskusikan dalam bagian keempat atau bagian terakhir buku ini.

Beberapa pertanyaan riset sudah terjawab dalam buku ini, tetapi banyak pula pertanyaan baru yang muncul sehingga menjadi kesenjangan riset (*research gap*) yang tidak berkesudahan. Namun, hal ini akan mendorong hadirnya riset kelautan terkini yang lebih baik. Kehadiran bunga rampai kajian ilmiah komprehensif perairan Gugus Pulau Pari dari aspek bio-ekologi sumber daya hayati, sosial ekonomi, dan pengelolaan yang berkelanjutan diharapkan dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi pengguna di dunia pendidikan dan penelitian, serta memberikan pembelajaran dalam upaya pengelolaan dan konservasi maksimal di ribuan pulau sangat kecil lainnya di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hess AL. Overview: Sustainable development and environmental management of small islands. Dalam: Beller d'Ayala, Hein P, editors. Sustainable development and environmental management of small island. Man and the biosphere series. vol 5. Paris: UNESCO and Parthenon Publishing Group; 1990.
- [2] Bengen, DG, Retraubun ASW. Menguak realitas dan urgensi pengelolaan berbasis eko-sosio sistem pulau-pulau kecil. Bogor: Pusat Pembelajaran dan Pengembangan Pesisir Laut (P4L); 2006. 116.
- [3] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007. Pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-Pulau Kecil; 2007. 75.





BAGIAN PERTAMA

EKOSISTEM GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, DAN BIOTA YANG BERASOSIASI

- BAB I Kondisi Komunitas Mangrove Terkini pada Gugusan Pulau
Pari, Kepulauan Seribu
I Wayan Eka Dharmawan
- BAB II Kondisi Padang Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu: Telaah
Tiga Dekade
Susi Rahmawati, Udhi Eko Hernawan dan Muhammad Hafizt
- BAB III Kondisi Terumbu Karang Gugusan Pulau Pari, Kepulauan
Seribu
Muhammad Abrar, Rikoh Manogar Siringoringo, Raden Suti-
yadi, dan Ahmad Rezza Dzumalex
- BAB IV Kondisi Fauna Krustasea di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan
Seribu, Tahun 2010–2015
Rianta Pratiwi
- BAB V Kondisi Fauna Kepiting di Perairan Pulau Pari, Kepulauan
Seribu
Ernawati Widyastuti dan Tyani Fitriani
- BAB VI Kondisi Terkini Keanekaragaman *Echinodermata* Pulau Pari,
Kepulauan Seribu
Ana Setyastuti dan Indra Bayu Vimono



- BAB VII Timun Laut Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari Koleksi Rujukan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI
Ismiliana Wirawati
- BAB VIII Potensi Penelitian Moluska di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu
Ucu Yanu Arbi
- BAB IX Inventarisasi Biota Spons di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu
Tri Aryono Hadi
- BAB X Potensi Ikan Padang Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu
Selvia Oktaviani dan Kunto Wibowo
- BAB XI Potensi Mamalia Laut di Perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu
Sekar M. C. Herandarudewi
- BAB XII Keberadaan Makro Alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu
Sekar M. C. Herandarudewi dan Hilda Novianty



BAB I

KONDISI KOMUNITAS MANGROVE TERKINI PADA GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

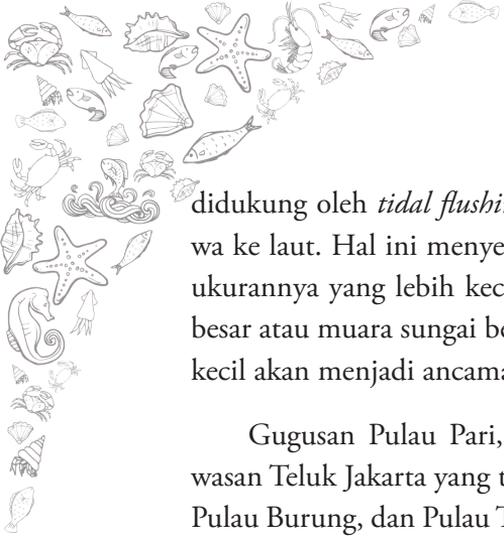
I WAYAN EKA DHARMAWAN

A. Mangrove dan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Mangrove memegang peranan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem pantai di pulau-pulau kecil. Mangrove secara langsung memberikan perlindungan pada stabilitas garis pantai, penyaringan nutrien, pengendalian banjir, penyangga badai, stabilisasi iklim mikro, dan menjaga biodiversitas di kawasan pulau-pulau kecil^[1]. Sebagai salah satu produsen primer terbesar, mangrove menyediakan nutrisi bagi terselenggaranya jejaring makanan pada ekosistem pesisir^[2-4].

Dalam hal mitigasi dampak perubahan iklim, mangrove menjadi ekosistem yang paling potensial di kawasan pesisir. Metabolisme penyusunan cadangan makanan dan fotosintesis pada komunitas mangrove berkontribusi dalam penyerapan gas rumah kaca dan menyimpannya dalam bentuk biomassa karbon^[5,6]. Sistem perakaran mangrove yang rapat mampu meminimalisasi ekspor karbon yang terbuang dari biomassa yang telah mati ke luar ekosistem mangrove. Hal ini mengindikasikan mangrove sebagai salah satu penyimpan karbon terbesar di dunia, bahkan lebih besar dari hutan hujan tropis. Ekosistem mangrove yang sehat mampu mereduksi dampak kenaikan muka air laut yang diprediksi dan disebabkan oleh pemanasan global^[7].

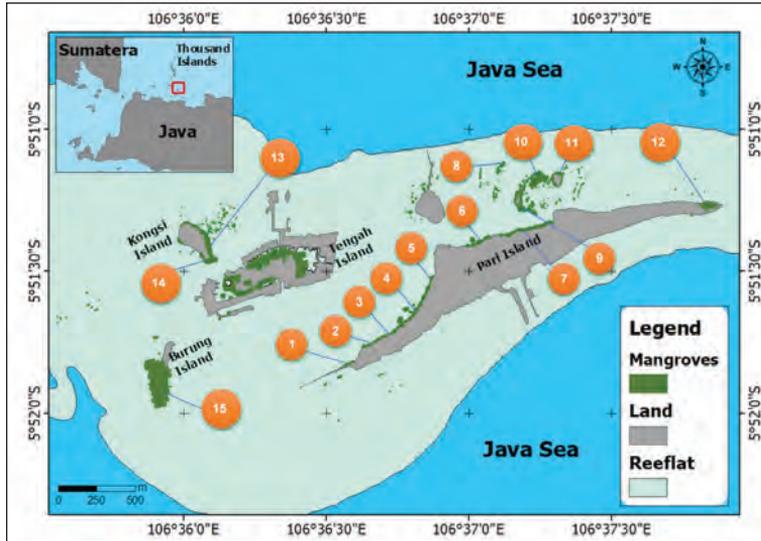
Di balik fungsinya tersebut, keterbatasan sumber daya menyebabkan keberadaan komunitas mangrove di pulau-pulau kecil cukup rentan. Nutrien untuk pertumbuhan di pulau-pulau kecil secara signifikan lebih rendah dibandingkan pulau besar karena cadangan dari lahan atas yang rendah serta



didukung oleh *tidal flushing* yang menyebabkan *nutrient* lebih mudah terba-wa ke laut. Hal ini menyebabkan pertumbuhan mangrove lebih lambat serta ukurannya yang lebih kecil pada usia yang sama dengan mangrove di pulau besar atau muara sungai besar. Kehilangan luasan mangrove di kawasan pulau kecil akan menjadi ancaman bagi keberadaan pulau.

Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan kepulauan di ka-wasan Teluk Jakarta yang terdiri dari Pulau Pari, Pulau Kongsu, Pulau Tengah, Pulau Burung, dan Pulau Tikus yang memiliki ekosistem pesisir yang lengkap. Analisis citra satelit WorldView-2 menunjukkan luasan mangrove di Gugusan Pulau Pari adalah $\pm 9,3$ ha^[8]. Luasan mangrove kemungkinan semakin ber-tambah dengan adanya kegiatan rehabilitasi yang dilakukan oleh masyarakat, LSM, dan institusi pemerintah. Perkembangan pariwisata yang semakin pesat selama lima tahun terakhir di Pulau Pari berpotensi memberikan ancaman terhadap kondisi kesehatan mangrove di sana.

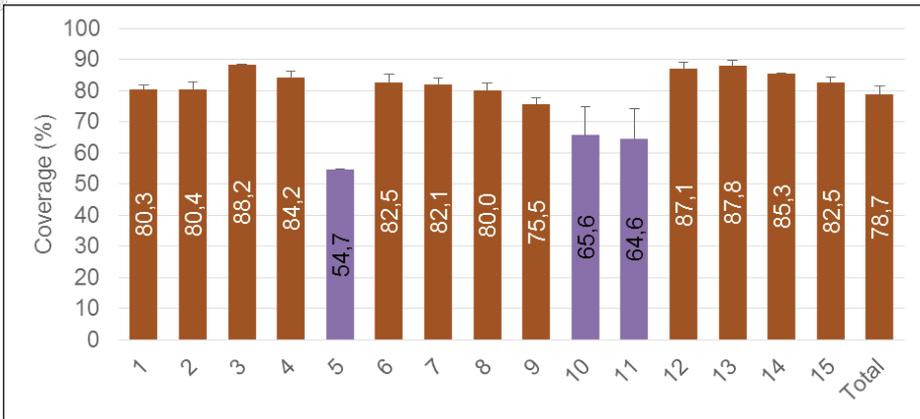
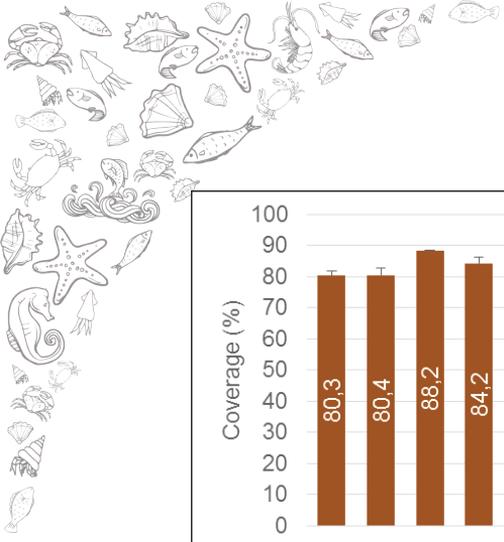
Komunitas mangrove di Gugusan Pulau, Pari Kepulauan Seribu, hampir seluruhnya ditemukan di bagian utara Pulau Pari, baik yang tumbuh di pan-tai/pesisir atau pada gosong pasir (Gambar 2). Kajian terkini dilakukan pada Februari 2018 di 15 titik stasiun penelitian yang tersebar di Pulau Pari (12 titik), Pulau Kongsu (2 titik); dan Pulau Burung (1 titik). Metode pengambilan data yang digunakan mengikuti panduan pelaksanaan *monitoring* kesehatan komunitas mangrove COREMAP-CTI, LIPI^[9,10]. Kerapatan tegakan meru-pakan salah satu parameter kajian yang digunakan untuk menentukan kondisi kesehatan mangrove. Nilai kerapatan dianalisis pada tiga kategori tegakan, yaitu pohon (diameter (D) > 4 cm); sapling (D < 4 cm), dan *seedling*/semai (tinggi (H) < 150 cm, belum bercabang). Jenis mangrove diidentifikasi ber-dasarkan dengan menggunakan buku identifikasi mangrove^[11,12]. *Hemispheri-cal photography* juga digunakan untuk menganalisis persentase tutupan kanopi komunitas sebagai salah satu indikator kesehatan komunitas mangrove. Selain itu, ukuran morfometrik komunitas (diameter dan tinggi) dianalisis untuk mengetahui status ukuran tegakan terkini dari komunitas mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Gambar 2. Sebaran 15 Stasiun Penelitian Mangrove di Pulau Pari dan Pulau di Sekitarnya (PPRM01-PPRM15)

B. Persentase Tutupan Kanopi Komunitas

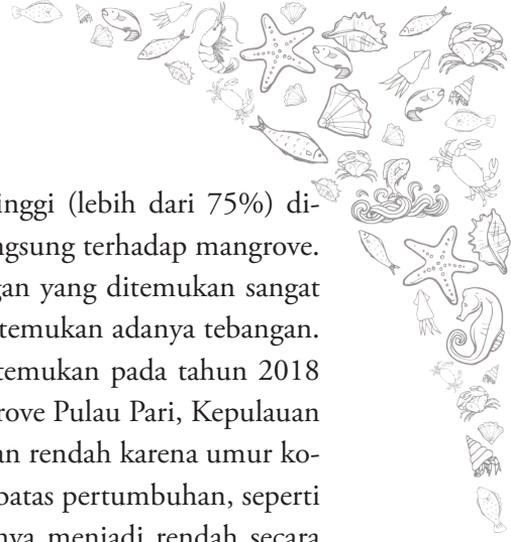
Kondisi kesehatan komunitas mangrove di Pulau Pari dan pulau-pulau di sekitarnya termasuk dalam kategori yang sangat baik. Secara keseluruhan, persentase tutupan kanopi rata-rata sebesar $78,7 \pm 2,7\%$ ($\pm se$). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kondisi mangrove termasuk dalam tutupan yang padat (*dense*) atau $>75\%$ ^[9,10]. Tutupan kanopi komunitas yang paling rendah ditemukan di stasiun PPRM05 dengan rata-rata $\sim 54,7\%$, sedangkan yang paling tinggi diperoleh pada stasiun PPRM13, yakni $87,8 \pm 1,8\%$. Stasiun pemantauan PPRM05, PPRM10, dan PPRM11 memiliki kondisi mangrove yang cukup baik, atau dengan nilai persentase tutupan rata-rata 50–75% dan tidak berbeda signifikan satu sama lain. Sementara itu, 12 stasiun lainnya memiliki persentase tutupan rata-rata mangrove $>80\%$ dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan satu sama lain (Gambar 3).



Gambar 3. Persentase tutupan kanopi komunitas mangrove rata-rata pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (hijau = kategori sangat baik/padat; kuning = kategori cukup baik/sedang).

Jika dibandingkan dengan komunitas mangrove di wilayah pengamatan COREMAP-CTI, persentase tutupan kanopi komunitas mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, lebih rendah. Sementara itu, berdasarkan hasil interpretasi terbaru (2018) tutupan kanopi di beberapa lokasi di Indonesia bagian barat, yaitu Bintan ($82,04 \pm 2,51\%$)^[13] dan Tapanuli Tengah ($84,03 \pm 1,28\%$)^[14]. Sementara itu, kawasan pulau-pulau kecil di Kabupaten Wakatobi memiliki persentase tutupan kanopi yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Pulau Pari, yakni $78,35 \pm 3,58\%$ ^[15]. Tutupan kanopi mangrove di kawasan pesisir Kota Kendari juga lebih rendah dengan persentase sebesar $78,20 \pm 3,34\%$ ^[16]. Komunitas mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki persentase tutupan kanopi yang lebih rendah dibandingkan mangrove di Indonesia timur, yakni $82,09 \pm 9,67\%$ ^[17].

Kanopi komunitas mangrove tersusun dari daun dan ranting/cabang/batang yang menopang pertumbuhan daun tersebut pada area pengamatan tertentu. Tutupan kanopi dalam area tersebut, ditransformasikan dalam bidang dua dimensi yang dianalisis perbandingan pixel penyusunnya. Mangrove yang berada dalam kondisi yang semakin baik secara alami dan semakin rendah gangguan aktivitas manusia, cenderung memiliki persentase tutupan kanopi yang semakin padat. Oleh karena itu, persentase tutupan kanopi dapat digunakan sebagai salah satu indikator kesehatan komunitas mangrove dan mendeteksi adanya gangguan akibat aktivitas manusia^[18].



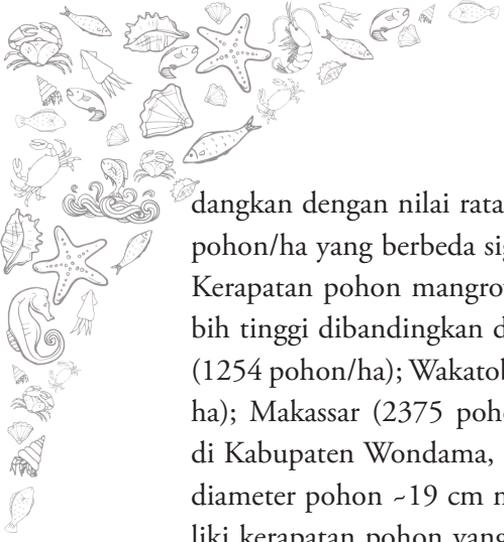
Persentase tutupan kanopi mangrove yang tinggi (lebih dari 75%) dipicu oleh rendahnya tekanan masyarakat secara langsung terhadap mangrove. Dalam seluruh lokasi kajian, jumlah bekas tebangan yang ditemukan sangat rendah, bahkan hampir di seluruh stasiun tidak ditemukan adanya tebangan. Oleh karena itu, kondisi tutupan kanopi yang ditemukan pada tahun 2018 diperoleh dari kondisi alami dari komunitas mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Stasiun pengamatan dapat memiliki tutupan rendah karena umur komunitas yang masih muda dan adanya faktor pembatas pertumbuhan, seperti substrat yang berbatu/karang sehingga kerapatannya menjadi rendah secara alamiah.

Secara umum, faktor lain yang memengaruhi rendah atau menurunnya persentase tutupan kanopi komunitas mangrove adalah reduksi jumlah tegakan hidup/kerapatan secara alamiah (akibat umur tegakan yang sudah sangat tua, angin/badai, kompetisi nutrient dan penyakit) serta campur tangan manusia (tebangan, sampah, tumpahan minyak/pencemaran lainnya dan sedimentasi kegiatan di hilir). Oleh karena itu, persentase tutupan dapat digunakan sebagai petunjuk awal untuk menentukan ada atau tidaknya gangguan terhadap komunitas mangrove dalam periode waktu tertentu.

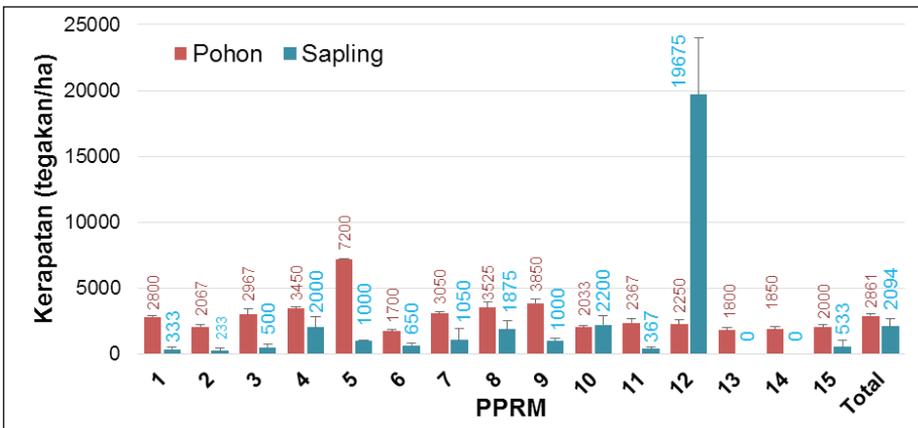
C. Kerapatan Komunitas Mangrove

Kerapatan atau jumlah tegakan dalam luasan tertentu merupakan salah satu indikator dalam menentukan kesehatan/status tegakan komunitas mangrove. Secara umum, semakin rapat tegakan mangrove, semakin baik kondisinya. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004 menentukan bahwa kerapatan tegakan di atas 1000 tegakan/ha termasuk kategori kondisi baik. Namun, pada komunitas mangrove yang memiliki ukuran diameter tegakan yang sangat besar, seperti di Indonesia Timur, kerapatan cenderung ditemukan lebih rendah dari 1000 tegakan/ha. Oleh karena itu, nilai kerapatan bukan satu-satunya indikator dalam menentukan kondisi kesehatan komunitas mangrove di Indonesia.

Pada tingkat pohon (diameter (D) ≥ 4 cm), komunitas mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki jumlah tegakan yang sangat rapat dengan rata-rata 2861 ± 216 pohon/ha. Kerapatan pohon paling rendah ditemukan pada stasiun PPRM06 dengan rata-rata 1700 ± 147 pohon/ha, se-



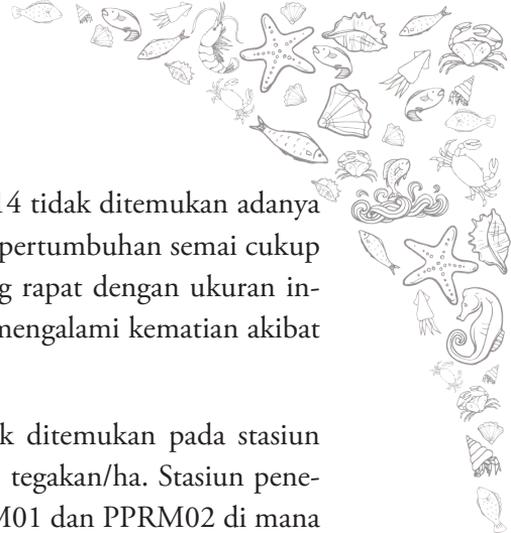
dangkan dengan nilai rata-rata tertinggi pada stasiun PPRM05 dengan 7200 pohon/ha yang berbeda signifikan dengan stasiun lainnya yang lebih rendah. Kerapatan pohon mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun penelitian COREMAP CTI di Biak (1254 pohon/ha); Wakatobi (1931 pohon/ha); Tapanuli Tengah (2063 pohon/ha); Makassar (2375 pohon/ha); dan Kendari (1603 pohon/ha). Penelitian di Kabupaten Wondama, Papua, pada komunitas mangrove dengan rata-rata diameter pohon ~19 cm membuktikan komunitas mangrove tersebut memiliki kerapatan pohon yang jauh lebih rendah, yakni hanya 800 pohon/ha^[18]. Mangrove dalam kawasan memiliki diameter total yang berkaitan erat dengan nilai kerapatan total (pohon dan sapling) (Tabel 1).



Gambar 4. Kerapatan tegakan pohon dan sapling komunitas mangrove pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

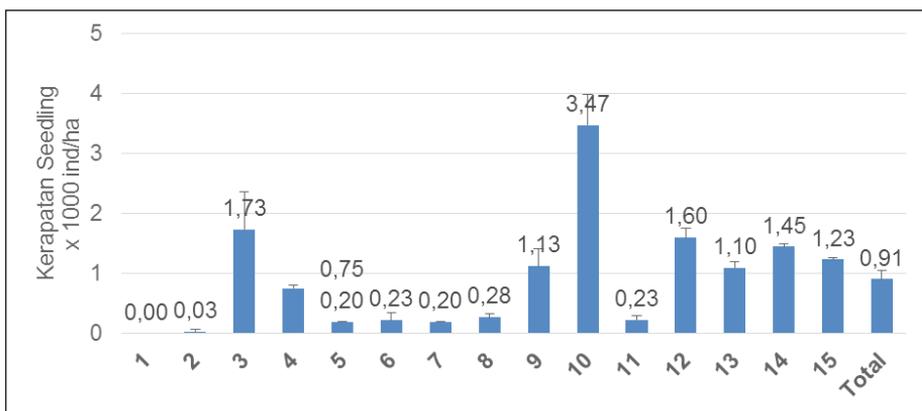
Tingkat regenerasi mangrove merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan keberlanjutan ekosistem mangrove di suatu kawasan. Tingkat regenerasi mangrove diperoleh dari jumlah tegakan muda mangrove, yaitu *sapling*/pancang dan *seedling*/semai. Hasil kajian ini menemukan bahwa tingkat regenerasi mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tergolong tinggi sehingga dapat menjamin keberlanjutan mangrove di masa depan. Tegakan sapling diperoleh sebanyak 2094 (± 590) tegakan per hektare, sedangkan sebaran semai diperoleh 908 (± 142) semai per hektare (Gambar 4 dan 5).

Kerapatan *sapling* tertinggi ditemukan di stasiun PPRM12, yakni 19.675 (± 4.293) tegakan/ha dan berbeda signifikan dengan stasiun penelitian lainnya.

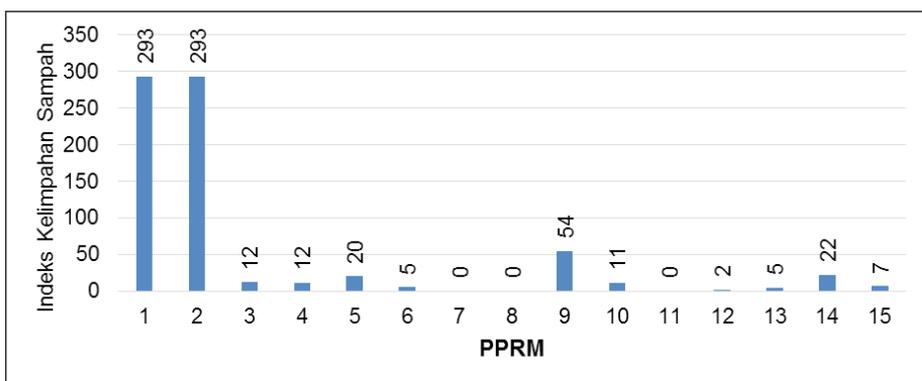


Sementara itu, pada stasiun PPRM13 dan PPRM14 tidak ditemukan adanya pertumbuhan pada tingkat sapling, tetapi sebaran pertumbuhan semai cukup baik. Hal ini disebabkan oleh sebaran pohon yang rapat dengan ukuran individu yang besar sehingga sapling yang tumbuh mengalami kematian akibat kompetisi nutrisi dan cahaya matahari.

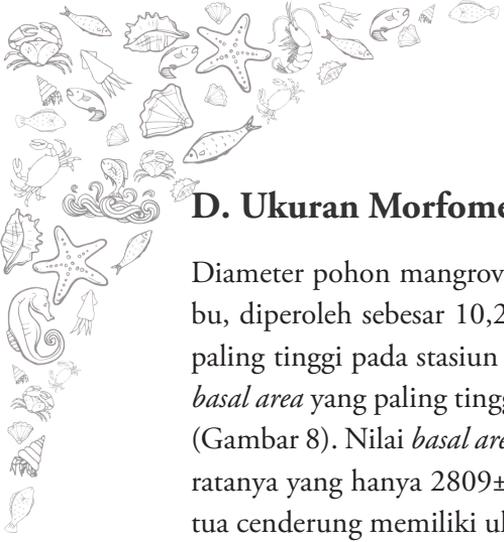
Sementara itu, jumlah *seedling* paling banyak ditemukan pada stasiun PPRM10 dengan rata-rata kerapatan 3467 (± 517) tegakan/ha. Stasiun penelitian yang perlu mendapat perhatian adalah PPRM01 dan PPRM02 di mana tegakan semai tidak ditemukan atau sangat rendah. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya sampah yang ditemukan pada dua stasiun tersebut (Gambar 6). Kehadiran sampah ini menutupi ruang substrat untuk pertumbuhan propul/buah mangrove.



Gambar 5. Kerapatan tegakan *seedling* anakan mangrove (x1000 ind/ha) pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Gambar 6. Kelimpahan Sampah pada Setiap Stasiun Penelitian

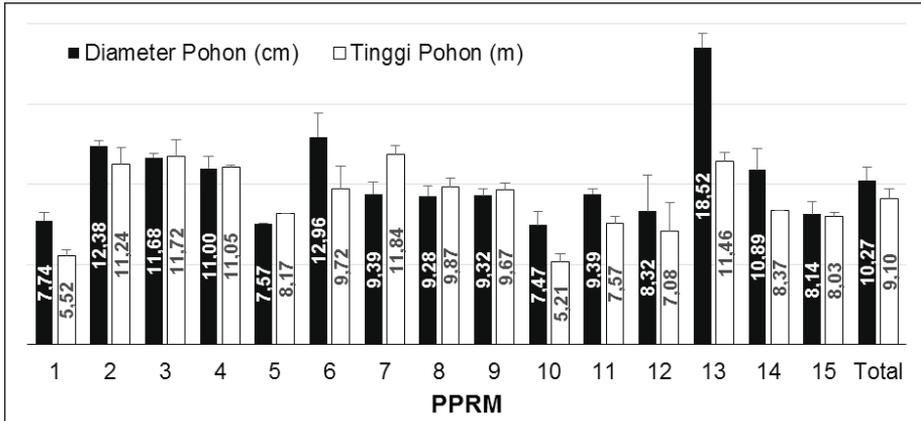
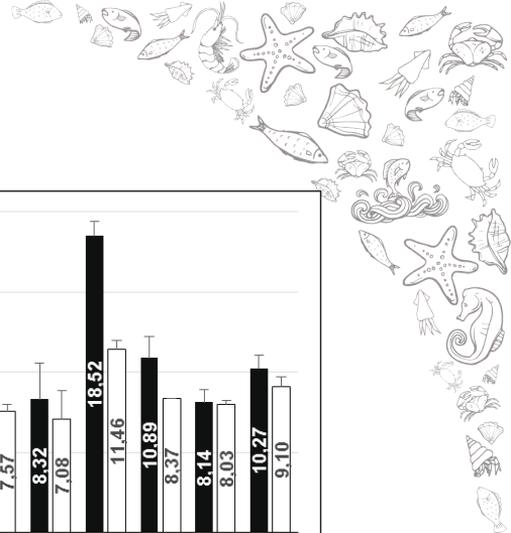


D. Ukuran Morfometrik Komunitas

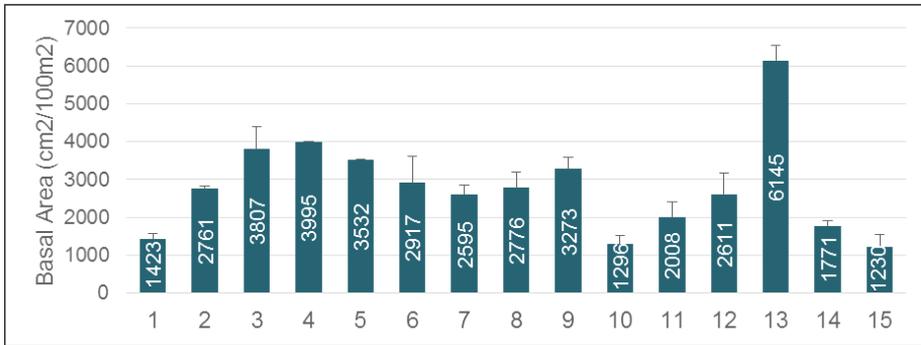
Diameter pohon mangrove rata-rata di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, diperoleh sebesar 10,27 cm (Gambar 7). Ukuran diameter tegakan yang paling tinggi pada stasiun PPRM13 ($18,52 \pm 0,91$ cm) berimplikasi pada nilai *basal area* yang paling tinggi ada stasiun tersebut, yakni 6145 ± 391 cm²/100m² (Gambar 8). Nilai *basal area* tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan nilai rata-ratanya yang hanya 2809 ± 303 cm²/100m². Komunitas mangrove yang sudah tua cenderung memiliki ukuran diameter tegakan yang lebih besar. Selain itu, kandungan organik dan nutrien yang tinggi dalam substrat akan meningkatkan ukuran diameter rata-rata komunitas mangrove. Sebagai contoh, komunitas mangrove di Teluk Wondama, Papua, memiliki rata-rata ukuran diameter tegakan 19,77 cm yang ditopang oleh umur tegakan yang sudah tua, kondisi yang sangat alami, dan substrat berlumpur^[18].

Sementara itu, tinggi tegakan mangrove dalam kawasan termasuk rendah atau lebih kecil dari 10 meter yang menunjukkan umur tegakan yang muda atau sumber daya nutrien/organik dalam kawasan yang rendah. Rata-rata tinggi komunitas mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, adalah 9,1 m (Gambar 7). Tinggi ini hampir mirip dengan pulau kecil berpasir lainnya di Indonesia, seperti Pulau Kaledupa, Wakatobi (8,98 m); Mapur, Bintan (6,73–9,68 m); Pasi Gusung, Selayar (8,2 m); dan Spermonde, Pangkep (8,95 m). Nilai ini kemungkinan merupakan kisaran nilai maksimal yang diperoleh pada komunitas mangrove yang memiliki keterbatasan nutrien, substrat berpasir, dan pada pulau kecil.

Selain nutrien, pertumbuhan tinggi komunitas mangrove dibatasi oleh faktor lainnya, seperti rata-rata kecepatan angin maksimal dan faktor genetik setiap jenis. Daerah yang memiliki kecenderungan angin yang kuat dapat menghalangi pertumbuhan tinggi mangrove. Sebagai contoh, jenis mangrove *Rhizophora* cenderung tumbuh seperti merambat ke samping pada ketinggian tertentu untuk menambah panjang batang dan memperbanyak pertumbuhan akar untuk memperkuat tegakan. Hal ini dilakukan untuk adaptasi terhadap angin yang kencang dan nutrien yang rendah.



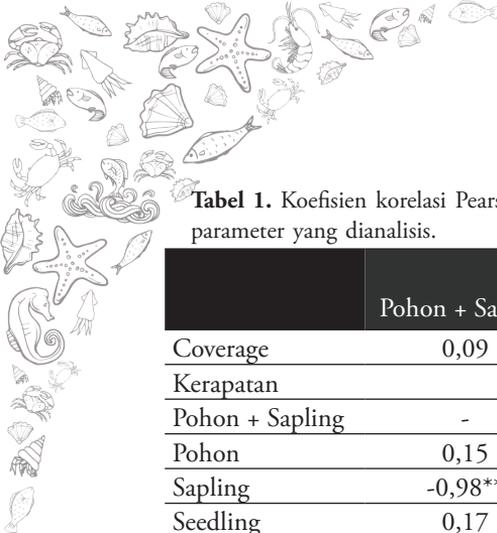
Gambar 7. Diameter (cm) dan tinggi pohon rata-rata (meter) komunitas mangrove pada seluruh stasiun penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Gambar 8. Basal Area Rata-rata Komunitas Mangrove pada Setiap Stasiun Penelitian

E. Hubungan Antar-Parameter Komunitas

Komposisi komunitas mangrove dalam lokasi penelitian sebagian besar didominasi oleh tegakan muda atau sapling di mana kerapatan total (pohon dan sapling) memiliki korelasi yang sangat kuat dengan kerapatan sapling (koefisien korelasi Pearson: 0,98**) (Tabel 1). Diameter dan tinggi pohon mangrove berhubungan erat dengan dinamika kerapatan tegakan. Koefisien korelasi antara dua parameter tersebut diperoleh cukup besar dan signifikan.



Tabel 1. Koefisien korelasi Pearson yang menunjukkan signifikansi hubungan antara parameter-parameter yang dianalisis.

	Kerapatan				Diameter		Tinggi
	Pohon + Sapling	Pohon	Sapling	Seedling	Total	Pohon	
Coverage	0,09	-0,37*	0,17	-0,08	-0,23	0,35	0,34*
Kerapatan							
Pohon + Sapling	-	0,15	-0,98**	0,17	-0,59**	0,15	0,32*
Pohon	0,15	-	-0,06	-0,19	-0,18	0,35*	-0,01
Sapling	-0,98**	-0,06	-	0,22	-0,55**	-0,32*	-0,33*
Seedling	0,17	-0,19	0,22	-	-0,21	-0,12	-0,29
Diameter							
Total	-0,59**	-0,18	-0,55**	-0,21	-	0,84**	-0,32*
Pohon	0,15	0,35*	-0,32*	-0,12	0,84**	-	0,59**
Tinggi	0,32*	-0,01	-0,33*	-0,29	-0,32*	0,59**	-
Basal Area	-0,12	0,21	-0,07	-0,07	0,63**	0,74**	0,51**

Keterangan: semakin mendekati 1.00; hubungan antarparameter semakin kuat

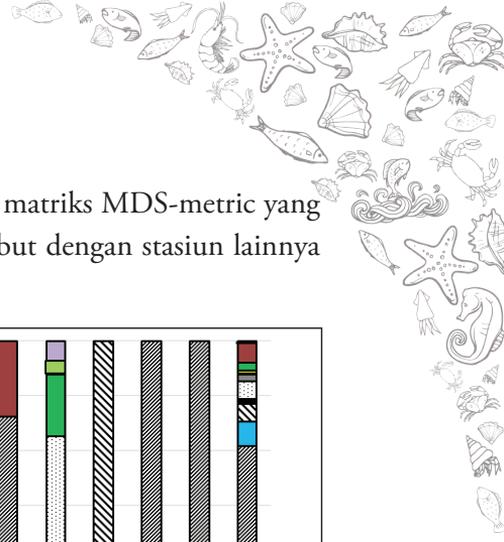
* signifikan pada alpha = 0,05

** signifikan pada alpha = 0.01

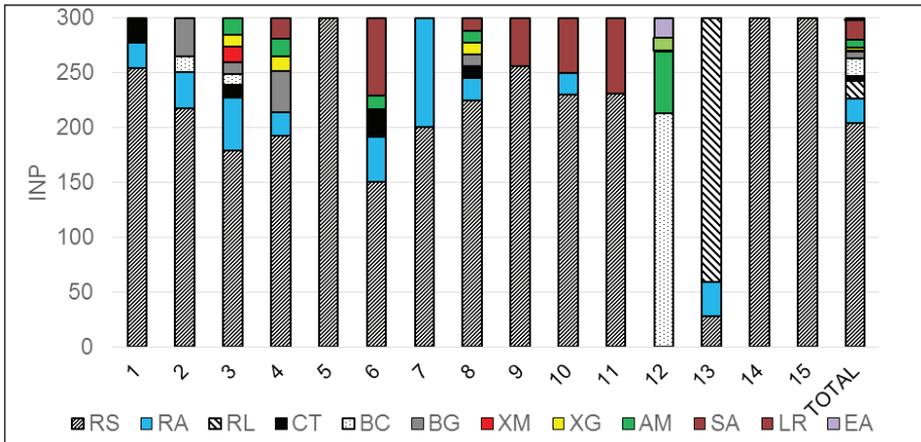
F. Komposisi Jenis Mangrove

Sebanyak 12 jenis mangrove ditemukan dalam seluruh stasiun penelitian (Gambar 9). *Rhizophora* atau bakau merupakan jenis yang paling banyak ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Bakau yang dominan ditemukan adalah jenis *Rhizophora stylosa* dengan indeks nilai penting (INP) sebesar 204,44%. INP merupakan penjumlahan dari persentase relatif kerapatan, dominansi, dan frekuensi suatu jenis yang digunakan sebagai indikator ada tidaknya suatu jenis dalam komunitas. Berdasarkan INP per jenis, hampir seluruh stasiun penelitian didominasi oleh *R. stylosa*, dan hanya dua stasiun (PPRM12 dan PPRM13) yang didominasi oleh jenis lain, yaitu *Brugueira cylindrica*, (INP=213.63%) dan PPRM13 (*R. x lamarckii*, INP=240,40%) yang tidak didominasi oleh jenis *R. stylosa*. Dominasi *R. stylosa* disebabkan oleh kondisi habitat mangrove yang memiliki substrat berpasir, oseanik (tidak ada sungai), dan salinitas tinggi^[19].

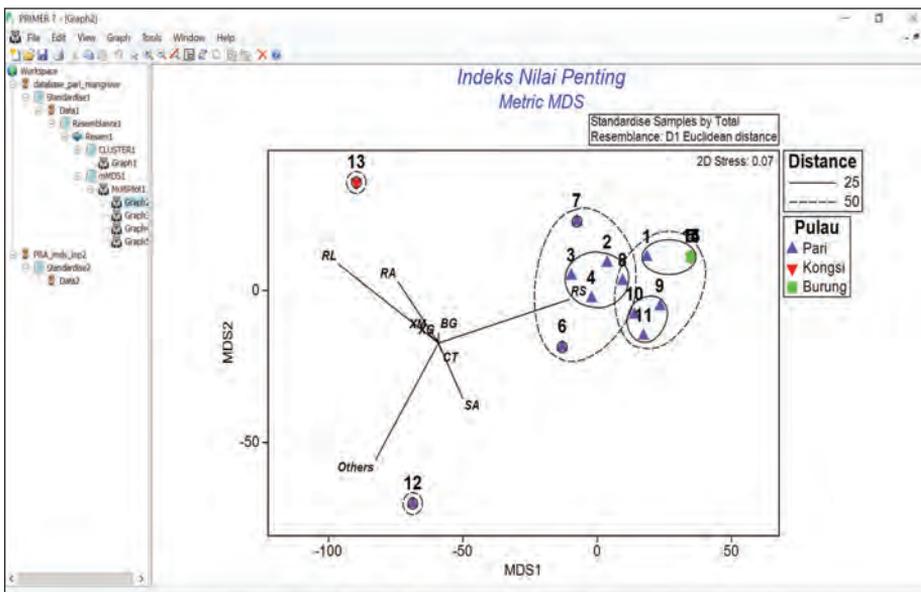
Kecenderungan sebaran besaran INP tersebut menyebabkan adanya ordnasi yang cukup banyak pada satu kelompok jenis dominan. Dominasi *R. stylosa* yang cukup kuat hampir di seluruh stasiun dan dua stasiun lainnya (PPRM12 dan PPRM13) yang memiliki komposisi jenis yang berbeda di-



tunjukkan pada ordinasi nilai INP tersebut dalam matriks MDS-metric yang menggambarkan ketidakmiripan dua stasiun tersebut dengan stasiun lainnya (Gambar 10).



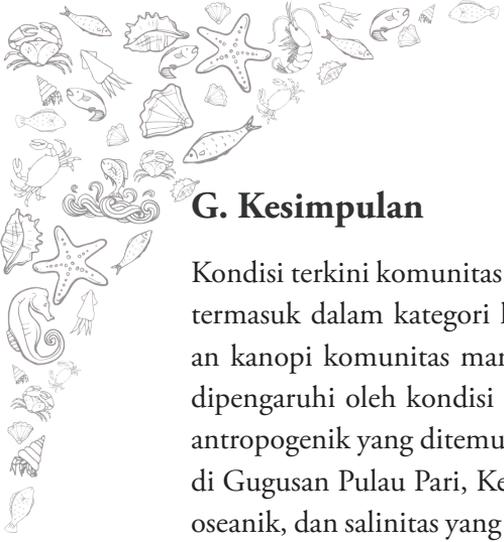
Gambar 9. Komposisi Jenis dan Indeks Nilai Penting (INP) dari Komunitas Mangrove di Kawasan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu



Keterangan: RS=*Rhizophora stylosa*; RL=*R. x lamarckii*; RA=*R. apiculata*; SA=*Sonneratia alba*; CT=*Ceriops tagal*; BG=*Brugueira gymnorrhiza*; XM=*Xylocarpus moluccensis*; XG=*X. granatum*.

Gambar 10. Matriks ordinasi MDS dari nilai disimilaritas antarstasiun penelitian berdasarkan komposisi dan nilai INP setiap jenis (*eucladian distance*) yang dikelompokkan dengan *complete-cluster*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

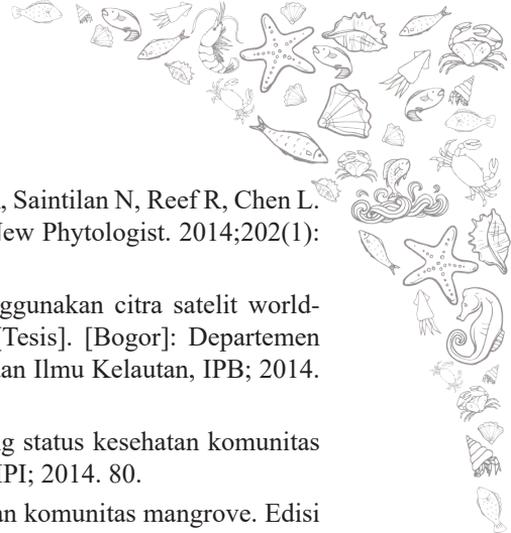


G. Kesimpulan

Kondisi terkini komunitas mangrove di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu termasuk dalam kategori kondisi yang sangat baik dengan persentase tutupan kanopi komunitas mangrove dan kerapatan tegakan yang tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi tegakan yang masih alami dan rendahnya aktivitas antropogenik yang ditemukan merusak kondisi komunitas. Habitat mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang berpasir-rendah nutrien, tipe oseanik, dan salinitas yang tinggi menyebabkan rata-rata diameter tegakan dan tinggi komunitas yang rendah. Selain itu, ada dominansi tinggi jenis *R. stylosa* dari 12 jenis mangrove yang ditemukan. Peningkatan rata-rata muka air laut memberikan ancaman tersendiri bagi pulau-pulau kecil, terlebih topografi Gugusan Pulau Pari yang landai meningkatkan kerentanan gugus pulau tersebut. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan berkelanjutan, baik oleh masyarakat, pemerintah, atau swasta untuk mempertahankan mangrove yang sudah ada dan meningkatkan luasan lahan rehabilitasi mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Veitayaki J, Waqalevu VP, Rollings N. Mangroves in small island development states in the Pacific: an overview of a highly important and seriously threatened resource. Dalam: DasGupta R, Shaw R, editor. Participatory mangrove management in a changing climate: perspectives from The Asia-Pacific. Japan: Springer; 2017: 303–307.
- [2] Contreras DM, Kintz JC, Gonzalez AS, Mancera E. Food web structure and trophic relations in a riverine mangrove system of the tropical eastern Pacific, Central Coast of Colombia. *Estuaries and Coasts*. 2018;41(5):1511–1521.
- [3] Friesen SD, Dunn C, Freeman C. Decomposition as a regulator of carbon accretion in mangroves: a review. *Ecol Engineering*. 2018;144:173–178.
- [4] Twilley RR, Castañeda-Moya E, Rivera-Monroy VH, Rovai A. Productivity and carbon dynamics in mangrove wetlands. Dalam: Rivera-Monroy V, Lee S, Kristensen E, Twilley R, editors. *Mangrove ecosystems: a global biogeographic perspective*. Cham: Springer; 2017. 113–162.
- [5] Dharmawan IWE. CO₂ dynamics on three habitats of mangrove ecosystem in Bintan island, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2018;118:1–6.
- [6] Gnanamoorthy P, Selvam V, Chakraborty S, Pramit D, Karipot A. Eddy covariance measurements of carbon dioxide (co₂) exchange in pichavaram mangrove ecosystem, southeast coast of India. Dalam: *Proceedings of International Forestry and Environment Symposium*; 29 Januari 2018. 22.



- [7] Krauss KW, McKee KL, Lovelock CE, Cahoon DR, Saintilan N, Reef R, Chen L. How mangrove forests adjust to rising sea level. *New Phytologist*. 2014;202(1): 19–34.
- [8] Ghazali IK. Distribusi lamun dan mangrove menggunakan citra satelit world-view-2 di Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu [Tesis]. [Bogor]: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB; 2014. 33.
- [9] Dharmawan IWE, Pramudji S. Panduan monitoring status kesehatan komunitas mangrove. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; 2014. 80.
- [10] Dharmawan IWE, Pramudji S. Panduan pemantauan komunitas mangrove. Edisi ke-2. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; 2017. 59.
- [11] Giesen WS, Wulffraat M, Zieren L, Scholten. Mangrove guidebook for Southeast Asia. Bangkok: FAO and Wetlands International; 2006. 769pp
- [12] Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. Bogor: PHKA/Wi-IP. 1999. 220pp
- [13] Abrar M, editor. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya di Kabupaten bintan. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. (*in prep*) 2018.
- [14] Siringoringo R, editor. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya di Kabupaten Tapanuli Tengah. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. (*in prep*). 2018.
- [15] Tuti Y, editor. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya di Kabupaten Wakatobi. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. (*in prep*). 2018.
- [16] Pramudji, editor. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya di Kota Kendari. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. (*in prep*). 2018.
- [17] Dharmawan IWE, editor. Monitoring kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya di Kabupaten Biak-Numfor. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. (*in prep*). 2018.
- [18] Dharmawan IWE, Widyastuti E. Pristine mangrove community in Wondama Gulf, West Papua, Indonesia. *Marine Research in Indonesia*. 2017;42(2):67–76.
- [19] Spalding M, Kainuma M, Collins L. World atlas of mangroves. London: Earthscan; 2010. 336.



Buku Anak-anak



BAB II

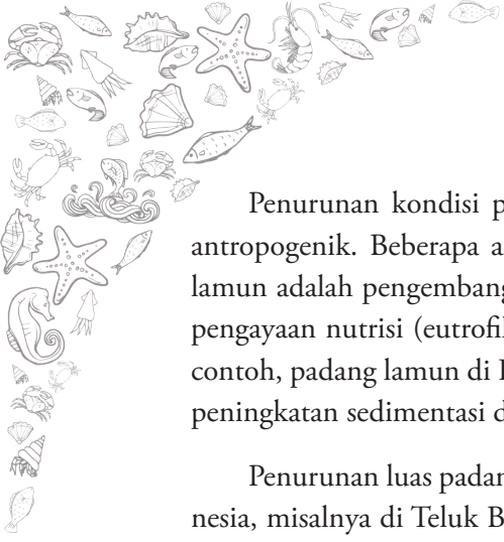
KONDISI PADANG LAMUN DI PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU: TELAAH TIGA DEKADE

SUSI RAHMAWATI, UDHI EKO HERNAWAN,
DAN MUHAMMAD HAFIZT

A. Kondisi Padang Lamun Terkini

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir yang bernilai penting karena fungsi dan jasa yang diberikannya. Sebagaimana terumbu karang dan mangrove, ekosistem ini juga menjadi fondasi keberlangsungan sumber daya perikanan secara global^[1]. Secara ekologi, padang lamun berkontribusi dalam menjaga keseimbangan siklus nutrisi, bahkan berperan serta dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan dan penyimpanan karbon^[2]. Padang lamun juga mampu melindungi pantai dari abrasi karena keberadaannya dapat mengurangi kekuatan gelombang di tepi pantai^[3]. Manfaat yang disediakan oleh padang lamun dapat dirasakan secara langsung dan tidak langsung oleh manusia dan biota laut lainnya.

Meskipun fungsi dan jasanya yang penting, ekosistem ini mengalami penurunan secara global. Dalam rentang waktu sejak tahun 1879 hingga 2009, perairan pesisir di kawasan Amerika, Australia, dan Eropa kehilangan padang lamun sebesar 30%^[4]. Jenis lamun *Posidonia oceanica* yang mendominasi kawasan laut Mediterania mengalami penurunan luas, tutupan, dan kepadatan dalam kurun waktu 50 tahun (1949–2009) dengan estimasi penurunan luas sebesar 13–38% dari luas awal^[5]. Dengan kecepatan kehilangan yang relatif tinggi, padang lamun dianggap sebagai ekosistem yang paling rentan dibandingkan dengan ekosistem mangrove, karang, dan hutan hujan tropis^[4].

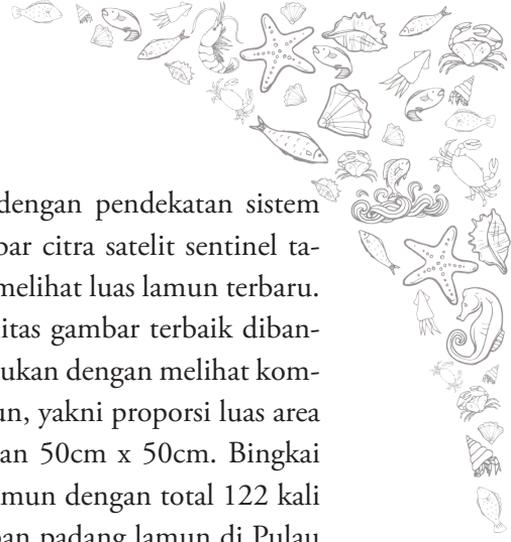


Penurunan kondisi padang lamun terutama disebabkan oleh ancaman antropogenik. Beberapa aktivitas manusia yang berpotensi merusak padang lamun adalah pengembangan wilayah pesisir, alih guna lahan pesisir, limbah, pengayaan nutrisi (eutrofikasi), sedimentasi, dan aktivitas perahu^[4,6]. Sebagai contoh, padang lamun di Kawasan Pasifik Barat mengalami penurunan akibat peningkatan sedimentasi dan pemasukan nutrisi yang berlebih^[7].

Penurunan luas padang lamun juga tercatat di beberapa kawasan di Indonesia, misalnya di Teluk Banten, Karimunjawa, dan Pantai Sanur di Bali^[8-10]. Ada beberapa penyebab penurunan luas padang lamun di kawasan tersebut, yaitu penambangan batuan alam dan reklamasi (Teluk Banten), perubahan kualitas perairan (Pantai Sanur), kegiatan penelitian, perikanan budi daya dan tangkap, dan pariwisata (Karimunjawa). Hal yang sama juga diduga terjadi pada padang lamun di Pulau Pari^[11]. Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki potensi ancaman yang relatif tinggi terhadap keberadaan padang lamun. Perkembangan wilayah pesisir menjadi ancaman bagi keberadaan padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, antara lain alih guna lahan dan reklamasi^[12]. Selain itu, perkembangan pariwisata bahari di Kawasan Kepulauan Seribu meningkat sejak 2007, dan meningkat tajam pada 2011, hampir 2,5 kali dari tahun 2010^[13]. Peningkatan sektor pariwisata memicu tingginya aktivitas di pantai yang berdampak terhadap kesehatan padang lamun, seperti *trampling* (menginjak-injak lamun). Perairan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga memiliki kualitas air yang rendah dibandingkan bagian utara Kepulauan Seribu, seperti perairan yang keruh yang dapat mempengaruhi fotosintesis dan pertumbuhan lamun^[14,15].

Tulisan ini bertujuan mengkaji kondisi padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berdasarkan hasil riset yang telah banyak dilakukan oleh berbagai instansi, terutama Pusat Penelitian Oseanografi LIPI dan Institut Pertanian Bogor. Riset mengenai kondisi padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tercatat sejak tahun 1984^[16] hingga tahun 2015. Perubahan kondisi padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, selama tiga dekade dianalisis berdasarkan data luas padang lamun, komposisi jenis, dan penutupan lamun.

Data padang lamun diperoleh melalui tinjauan pustaka dan pengamatan di lapangan. Data padang lamun selama tiga dekade (1984–2015) diperoleh dari karya tulis ilmiah dan skripsi/ tesis. Pengambilan data padang lamun terkini (2018) dilakukan secara langsung di sisi utara dan selatan Pulau Pari,



Kepulauan Seribu. Luas padang lamun diamati dengan pendekatan sistem informasi geospasial dan pengindraan jauh. Gambar citra satelit sentinel tahun 2016 dengan resolusi 10 m digunakan untuk melihat luas lamun terbaru. Gambar tahun 2016 dipilih karena memiliki kualitas gambar terbaik dibandingkan tahun 2017. Kondisi padang lamun ditentukan dengan melihat komposisi jenis dan persentase penutupan padang lamun, yakni proporsi luas area yang ditutupi oleh lamun dalam bingkai berukuran 50cm x 50cm. Bingkai tersebut ditempatkan secara acak di area padang lamun dengan total 122 kali ulangan sehingga diketahui nilai rata-rata penutupan padang lamun di Pulau Pari. Data padang lamun yang diperoleh selama tiga dekade dibandingkan untuk melihat perubahan yang terjadi dari luas padang lamun, komposisi jenis, dan persentase penutupan.

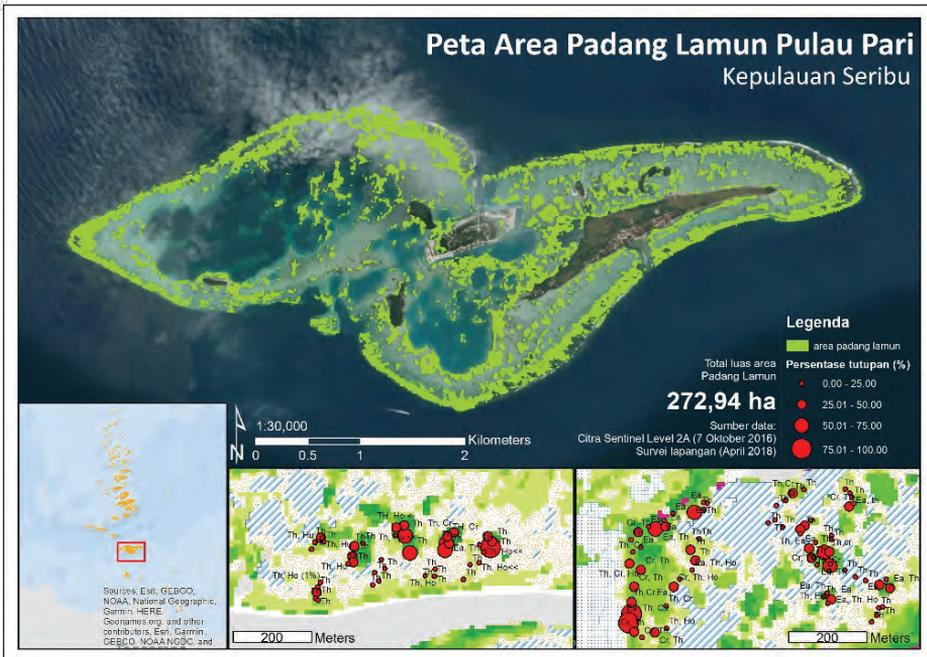
B. Luas Padang Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Secara umum, padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan kondisi yang stabil. Berdasarkan telaah selama 12 tahun terakhir, luas padang lamun mengalami perubahan sebesar 5,2% (naik) dengan rata-rata perubahan per tahun 2,76 ha (Tabel 2). Pada 2004, estimasi luas padang lamun adalah 213,42 ha, kemudian luas padang lamun berkurang menjadi 165,16 ha pada 2007. Setelah itu, luas padang lamun cenderung stagnan berkisar 164,1–167 ha. Luas padang lamun terkini (2016) sebesar 271,94 ha atau cenderung meningkat dalam kurun waktu kurang dari satu dekade (Tabel 2 dan Gambar 11). Namun, perubahan tersebut tidak ada artinya karena perubahan luas padang lamun dalam satu dekade (2004–2016) relatif rendah. Luas padang lamun yang turun naik disebabkan oleh dinamika padang lamun akibat pengaruh kondisi lingkungan, seperti paparan sinar matahari saat perairan surut dan suhu udara yang tinggi yang dapat menurunkan kondisi padang lamun^[17,18].

Tabel 2. Estimasi Luas Padang Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Periode 2004–2016

Tahun	Luas (ha)	Jenis Citra Satelit	Referensi
2004	213,42	Citra SPOT-5	[11]
2007	165,16	Citra ALOS AVNIR	[20]
2008	167	Citra ALOS	[21]
2009	164,1	Citra ALOS	[22]
2009	179,4	Citra ASTER	[22]
2009	175,65	Citra ALOS AVNIR	[20]
2016	272,94	Sentinel	Tulisan Ini

Sumber: Citra Satelit Sentinel Tahun 2016

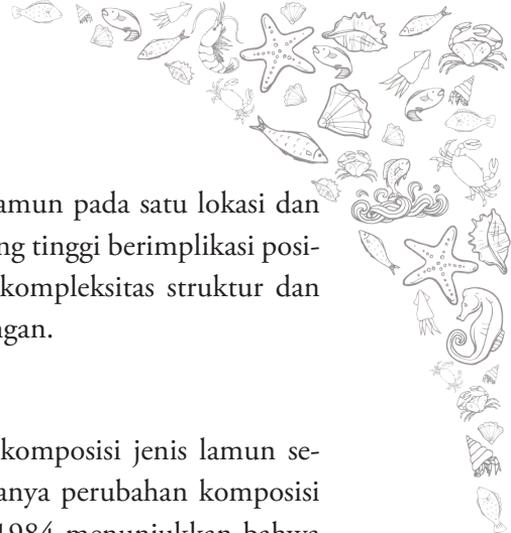


Gambar 11. Peta Luas dan Sebaran Lamun Terkini (2016) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Kondisi di Pulau Pari berbeda dengan yang terjadi di kawasan lainnya, misalnya di Pulau Panjang, Teluk Banten, dan Pantai Sanur, Bali. Di kawasan Pulau Panjang, luas padang lamun berkurang hingga 64% dari luas awal (67 ha) selama kurun waktu 10 tahun (1990–2010), akibat perkembangan wilayah pesisir dan reklamasi^[9]. Adapun luas padang lamun di Pantai Sanur berkurang dari 393,62 ha menjadi 354,53 ha dalam kurun waktu satu tahun (2014–2015) akibat perubahan kualitas perairan, yakni kedalaman yang berkorelasi dengan kecerahan perairan^[9]. Kecerahan perairan sangat penting untuk keberadaan padang lamun karena berhubungan dengan fotosintesis dan pertumbuhan^[15].

C. Struktur Komunitas Padang Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Komposisi jenis merupakan unsur penting dalam resiliensi padang lamun terhadap tekanan lingkungan. Semakin banyak jenis yang hadir di suatu padang lamun, semakin besar variabilitas sifat-sifat yang ada, sehingga makin besar pula jaminan padang lamun tersebut bertahan menghadapi variasi tekanan



lingkungan. Tutupan menunjukkan kelimpahan lamun pada satu lokasi dan juga sebagai indikator resiliensi. Tutupan lamun yang tinggi berimplikasi positif pada resiliensi, karena menunjukkan adanya kompleksitas struktur dan jaminan kapasitas untuk melawan tekanan lingkungan.

1. Komposisi Jenis Lamun

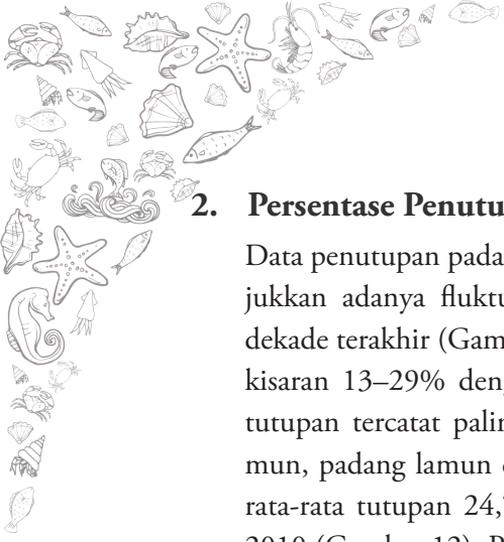
Selain parameter luas padang lamun, telaah komposisi jenis lamun selama dekade terakhir menunjukkan tidak adanya perubahan komposisi yang signifikan. Data hasil riset sejak tahun 1984 menunjukkan bahwa komunitas padang lamun di Pulau Pari didominasi oleh *Thalassia hemprichii* (Tabel 3). Tidak adanya perubahan komposisi jenis dapat dipengaruhi oleh kedalaman perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang tidak mengalami peningkatan signifikan^[23]. Kedalaman perairan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, diindikasikan oleh rata-rata paras laut di perairan utara Jawa selama 20 tahun (Agustus 1997–Januari 2012), yakni 5,88 mm/ tahun atau relatif kecil sehingga tidak dapat menyebabkan perubahan berarti^[24]. Selain itu, Jenis *T. hemprichii* merupakan jenis kosmopolitan di Indonesia. Jenis ini ditemukan di 371 lokasi dari total 423 lokasi riset di perairan Indonesia^[25]. Jenis *T. hemprichii* memiliki toleransi yang tinggi terhadap jenis habitat dan tipe substrat. *T. hemprichii* mampu hidup di perairan tenang dan berombak, juga di berbagai jenis substrat, seperti lumpur, pasir, dan batu karang berpasir^[26].

Tabel 3. Kekayaan Jenis dan Jenis Dominan Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Periode 1998–2018

Tahun	Komposisi Jenis	Jenis Dominan	Referensi
1984–1985	CR, EA, TH, HO	<i>T. hemprichii</i>	[16]
1998	EA, TH, CR	<i>C. rotundata</i>	[27]
2009–2010	TH, CR, EA, HO	<i>E. acoroides</i>	[28]
2010	TH, EA, CR, HU, HO, CS, SI	<i>E. acoroides</i> <i>T. hemprichii</i>	[29]
2015	CR, TH, EA	<i>C. rotundata</i> <i>T. hemprichii</i>	[30]
2014–2015	TH, EA, CR, HU, HO, CS, SI	-*	[31]
2018	TH, EA, CR, HU, HO, CS, SI	<i>T. hemprichii</i>	Tulisan Ini

TH (*Thalassia hemprichii*), EA (*Enhalus acoroides*), CR (*Cymodocea rotundata*), HU (*Halodule uninervis*), HO (*Halophila ovalis*), CS (*Cymodoce serrulata*), SI (*Syringodium isoetifolium*);

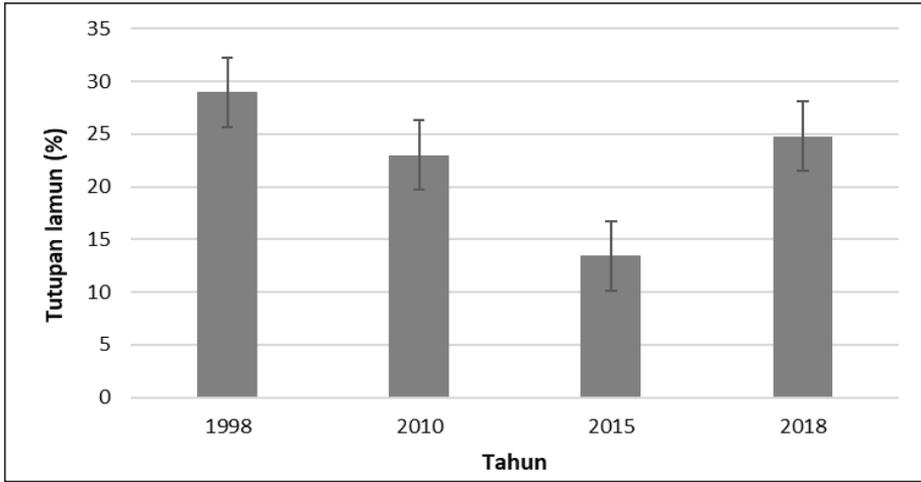
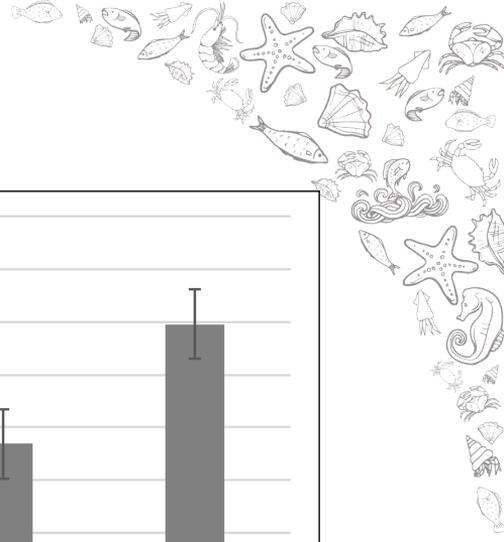
* = Informasi tidak tersedia



2. Persentase Penutupan Padang Lamun

Data penutupan padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan adanya fluktuasi (3,3%) namun cenderung stabil selama tiga dekade terakhir (Gambar 12). Persentase tutupan umumnya berada pada kisaran 13–29% dengan rata-rata $22,55 \pm 3,3\%$. Pada 2015, persentase tutupan tercatat paling rendah dari kompilasi data, yakni 13,4%. Namun, padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, saat ini memiliki rata-rata tutupan $24,79 \pm 4,5\%$ yang relatif sama dengan kondisi tahun 2010 (Gambar 12). Padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki persentase penutupan yang bervariasi, ditunjukkan oleh variasi ukuran lingkaran merah pada Gambar 11, yang artinya semakin besar ukuran lingkaran maka semakin besar penutupan lamunnya. Kondisi terkini menunjukkan padang lamun di Pulau Pari didominasi oleh jenis *T. hemprichii* dengan tutupan 18,41% (Tabel 4). Sama halnya dengan luas padang lamun, persentase penutupan padang lamun juga berhubungan dengan kondisi lingkungan perairannya.

Perubahan tutupan padang lamun merupakan interaksi antara komunitas padang lamun dan faktor lingkungannya^[32]. Pada level komunitas, karakteristik spesies yang mendominasi komunitas tersebut menjadi faktor utama yang menentukan dinamika tutupannya^[32]. Padang Lamun *Thalassia hemprichii* yang mendominasi komunitas padang lamun di Pulau Pari, termasuk kategori spesies dengan pertumbuhan yang relatif lambat 21–56 cm per tahun^[33,34]. Sebagai perbandingan, rimpang *Halophila ovalis* dapat tumbuh hingga lebih dari 300 cm per tahun^[35]. Karakteristik spesies berinteraksi dengan faktor lingkungan yang dinamis, misalnya musim, tekanan herbivora, dan keberadaan gangguan antropogenik (sedimentasi, pengayaan nutrisi, pencemaran, aktivitas nelayan, dan sebagainya) menghasilkan perubahan tutupan padang lamun. Ketika terdapat gangguan, terutama yang bersifat antropogenik, pertumbuhan dan regenerasi lamun akan terhambat dan tingkat kematiannya meningkat sehingga tutupan padang lamun menurun^[32]. Namun, pada kondisi alami (terlindung dari gangguan), pemulihan tutupan lamun *Thalassia hemprichii* ke kondisi semula dapat membutuhkan waktu setidaknya 2 tahun^[34].



Gambar 12. Persentase Penutupan Total Lamun di Pulau Pari Kepulauan Seribu Periode 1998–2018^[27, 29, 30]

Tabel 4. Persentase Penutupan Total Lamun dan Penutupan Jenis Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2018

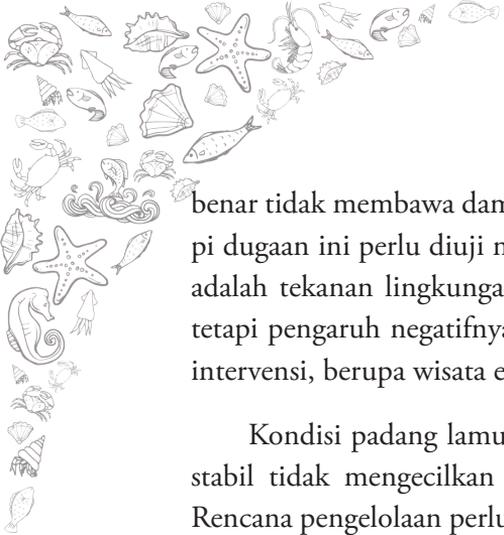
Lokasi	Penutupan Total Lamun (Rata-rata±SE)	Penutupan Jenis Lamun (%)						
		TH	EA	CR	HU	HO	CS	SI
Pantai Berbintang	20,81±2,4	12,84	2,93	4,74	0	0,23	0	0
Dermaga	29,13±3,8	18,22	5,59	3,22	0,93	0,04	0,74	0*
Pantai Perawan	25,6±3,2	24,18	0,22	0,22	0,89	0,36	0	0
Rata-Rata	24,79±4,5	18,41	2,91	2,73	0,6	0,21	0,25	0

Keterangan:

TH (*Thalassia hemprichii*), EA (*Enhalus acoroides*), CR (*Cymodocea rotundata*), HU (*Halodule uninervis*), HO (*Halophila ovalis*), CS (*Cymodocea serrulata*), SI (*Syringodium isoetifolium*). *SI teramati di sisi dermaga LIPI namun tidak teramati di dalam kuadrat pengamatan.

D. Kesimpulan

Kompilasi data dari hasil riset selama tiga dekade menunjukkan bahwa kondisi padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, relatif stabil, meskipun adanya ancaman yang berasal dari perkembangan wilayah pesisir, wisata bahari, dan kondisi kualitas perairan. Namun, kita tidak bisa menyimpulkan bahwa meningkatnya tekanan lingkungan tidak membawa dampak negatif terhadap padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hal ini karena riset yang menguji secara langsung pengaruh tekanan lingkungan terhadap padang lamun di sana belum pernah dilakukan. Tekanan lingkungan boleh jadi memang benar-



benar tidak membawa dampak negatif pada padang lamun di Pulau Pari, tetapi dugaan ini perlu diuji melalui riset secara langsung. Kemungkinan lainnya adalah tekanan lingkungan dapat berpengaruh negatif pada padang lamun, tetapi pengaruh negatifnya tidak muncul karena ada upaya pengelolaan atau intervensi, berupa wisata edukasi bahari.

Kondisi padang lamun di Pulau Pari Kepulauan Seribu yang cenderung stabil tidak mengesalkan pentingnya pengelolaan kawasan pesisir di sana. Rencana pengelolaan perlu dirumuskan karena tekanan dari aktivitas manusia yang cenderung meningkat. Kondisi padang lamun di dunia menunjukkan tren yang menurun dalam beberapa dekade terakhir akibat tekanan antropogenik^[4]. Di kawasan Pasifik Barat, kondisi padang lamun juga mengalami penurunan akibat peningkatan aktivitas manusia^[7,36]. Dengan semakin meningkatnya aktivitas antropogenik di kawasan pesisir Pulau Pari^[13,14], padang lamun di pulau ini dikhawatirkan akan mengalami penurunan jika tidak ada upaya pengelolaan. Oleh karena itu, intervensi terhadap komunitas padang lamun di sana menjadi penting untuk mempertahankan dan meningkatkan kondisi padang lamun tersebut. Strategi pengelolaan yang dapat dilakukan setidaknya adalah pembentukan zonasi di kawasan pesisir dan kegiatan pemantauan ekosistem padang lamun. Zonasi di kawasan pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu terdiri dari zona inti dan zona pemanfaatan.

- (1) Zona Inti adalah kawasan yang diperuntukkan sepenuhnya bagi perlindungan padang lamun dari aktivitas manusia. Di kawasan ini, aktivitas manusia tidak diperbolehkan, kecuali penelitian dan restorasi. Zona inti yang direkomendasikan adalah daerah sisi selatan Pulau Pari bagian barat, berdekatan dengan dermaga LIPI. Kawasan ini memiliki jumlah jenis dan tutupan lamun yang tinggi.
- (2) Zona pemanfaatan adalah zona yang diperuntukkan bagi aktivitas wisata bahari yang berbasis edukasi. Kawasan yang direkomendasikan adalah Pantai Perawan, Pantai Berbintang, dan Pantai Kresek.

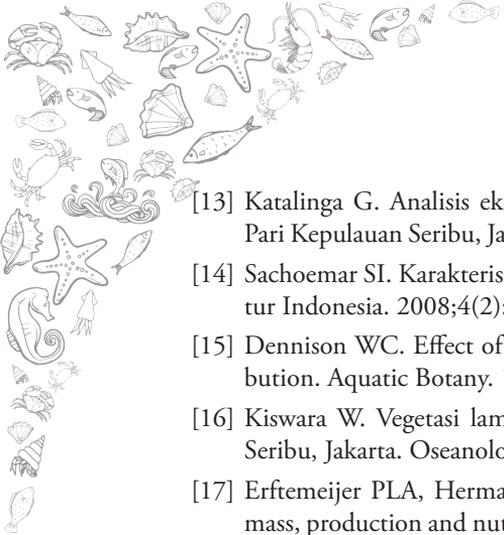
Namun, aturan mengenai batasan zona ini harus dikaji lebih lanjut. Jenis aktivitas yang sesuai untuk menunjang wisata edukasi pun harus dikaji agar tidak merusak kondisi ekosistem pesisir.

Strategi pengelolaan lainnya adalah pemantauan kondisi komunitas padang lamun beserta lingkungannya, seperti perairan dan sedimen. Kegiatan

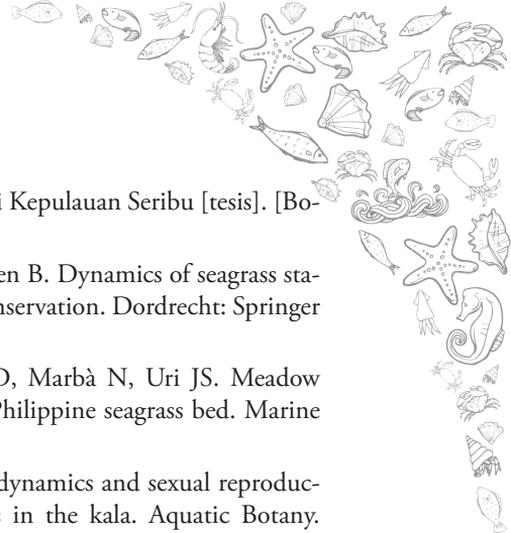
pemantauan diharapkan dapat mendeteksi dampak negatif perkembangan wilayah pesisir dan pencemaran lingkungan terhadap padang lamun sejak awal. Dengan demikian, upaya mitigasi terhadap perubahan lingkungan dapat segera dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barbier EB, Hacker SD, Kennedy CJ, Koch EV, Stier AC, Silliman BR. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*. 2011;81(2):169–93.
- [2] Duarte CM, Losada IJ, Hendriks IE, Mazarrasa I, Marbà N. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*. 2013;3(11):961–8.
- [3] Grech A, Chartrand-Miller K, Erfteimeijer P, Fonseca M, McKenzie L, Rasheed M, dkk. A comparison of threats, vulnerabilities and management approaches in global seagrass bioregions. *Environmental Research Letters*. 2012;7(2):024006.
- [4] Waycott M, Duarte CM, Carruthers TJ, Orth RJ, Dennison WC, Olyarnik S, dkk. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2009;106(30):12377–81.
- [5] Marbà N, Díaz-Almela E, Duarte CM. Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) loss between 1842 and 2009. *Biological Conservation*. 2014;176:183–90.
- [6] Rahmawati S. Ancaman terhadap komunitas padang lamun. *Oseana*. 2011;36(2):49–58.
- [7] Short FT, Coles R, Fortes MD, Victor S, Salik M, Isnain I, dkk. Monitoring in the western pacific region shows evidence of seagrass decline in line with global trends. *Marine Pollution Bulletin*. 2014;83(2):408–16.
- [8] Setiawan F, Harahap SA, Andriani Y, Hutahaean AA. Deteksi perubahan padang lamun menggunakan teknologi penginderaan jauh dan kaitannya dengan kemampuan menyimpan karbon di perairan Teluk Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2012;3(3):275–86.
- [9] Pamungkas MT, Jaelani LM. Pemodelan persamaan hubungan kualitas perairan menggunakan Citra Landsat 8 untuk pendugaan habitat padang lamun (Studi kasus: Pantai Sanur, Bali). *Jurnal Teknik ITS*. 2016;5(2):G170–5.
- [10] Suryanti. Degradasi pantai berbasis ekosistem di Pulau Karimunjawa, Kabupaten Jepara [ringkasan disertasi]. [Semarang]: Universitas Diponegoro; 2010. 36.
- [11] Kawaroe M, Jaya I, Supriyadi IH. Rekayasa teknologi transplantasi lamun pada Jenis *Enhalus acoroides* dan *Thalassisa hemprichii* di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. 2008: 13.
- [12] Unsworth RKF, Ambo-Rappe R, Jones BL, La Nafie YA, Irawan A, Hernawan UE, dkk. Indonesia's globally significant seagrass meadows are under widespread threat. *Science of the Total Environment*. 2018;634:279–86.



- [13] Katalinga G. Analisis ekonomi dan daya dukung pengembangan ekowisata Pulau Pari Kepulauan Seribu, Jakarta [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2013. 75.
- [14] Sachoemar SI. Karakteristik lingkungan perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2008;4(2):109–14.
- [15] Dennison WC. Effect of light on seagrass photosynthesis, growth and depth distribution. *Aquatic Botany*. 1987;27:15–26.
- [16] Kiswara W. Vegetasi lamun (seagrass) di rata-rata terumbu Pulau Pari, Pulau-Pulau Seribu, Jakarta. *Oceanologi di Indonesia*. 1992;25:31–49.
- [17] Erftemeijer PLA, Herman PMJ. Seasonal changes in environmental variable, biomass, production and nutrient contents in two contrasting tropical intertidal seagrass beds in South Sulawesi, Indonesia. *Oecologia*. 1994;99:45–59.
- [18] Rasheed MA, Unsworth RKF. Long-term climate-associated dynamics of a tropical seagrass meadow: implications for the future. *Marine Ecology Progress Series*. 2011;422:93–103.
- [19] Sakaruddin MI. Komposisi jenis, kerapatan, persen penutupan dan luas penutupan lamun di perairan Pulau Panjang tahun 1990–2010 [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2011. 71.
- [20] Utama PW. Pemantauan ekosistem lamun menggunakan citra alos di kawasan Pulau Pari, Kepulauan Seribu [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2017. 26.
- [21] Silfiani. Pemetaan lamun dengan menggunakan citra satelit alos di perairan Pulau Pari [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2011. 66.
- [22] Shofa MI. Pemetaan padang lamun dengan citra alos dan citra aster di Pulau Pari, Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2014. 34.
- [23] Tanaka Y, Kayanne H. Relationship of species composition of tropical seagrass meadows to multiple physical environmental factors. *Ecological Research*. 2006;22(1): 87–96.
- [24] Nababan B, Hadiani S, Natih NMN. Dynamic of sea level anomaly of Indonesian waters. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2015;7(1): 265
- [25] Hernawan UE, Sjafrie NDM, Supriyadi IH, Suyarso, Iswari MY, Anggraini K, dkk. Status padang lamun Indonesia 2017. Jakarta: Puslit Oseanografi LIPI; 2017: 15
- [26] Rahmawati S. *Thalassia hemprichii* (Ehrenb.) Asch. di perairan Gunungkidul, Yogyakarta. Dalam: M. M, editor. *Sumber Daya Laut*. Jakarta: LIPI Press; 2015: 53–64.
- [27] Novendi D. Struktur komunitas lamun di perairan Gugus Pulau Pari, kepulauan Seribu, Jakarta Utara [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 1999: 56.
- [28] Kiswara W. Studi pendahuluan: potensi padang lamun sebagai karbon rosot dan penyerap karbon di Pulau Pari, Teluk Jakarta. 2010: 4–5
- [29] Rahmawati S. Estimasi cadangan karbon pada komunitas lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Segara*. 2011;7(1):1–12.
- [30] Saogo DYS. Struktur dan sebaran meiofauna pada ekosistem lamun di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu [skripsi]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2016: 41.
- [31] Nugraha AH. Respon fisiologis lamun *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea roundata*



- terhadap tekanan antropogenik di gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu [tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2016: 47.
- [32] Duarte CM, Fourqurean JW, Krause-Jensen D, Olesen B. Dynamics of seagrass stability and change. *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Dordrecht: Springer Netherlands; 2006. 271–94.
- [33] Vermaat JE, Agawin NSR, Duarte CM, Fortes MD, Marbà N, Uri JS. Meadow maintenance, growth, and productivity of a mixed Philippine seagrass bed. *Marine Ecology Progress Series*. 1995;124:215–25.
- [34] Rollon RN, Cayabyab NM, Fortes MD. Vegetative dynamics and sexual reproduction of monospecific *Thalassia hemprichii* meadows in the kala. *Aquatic Botany*. 2001;71: 239–46.
- [35] Marbà N, Duarte CM. Rhizome elongation and seagrass clonal growth. *Marine Ecology Progress Series*. 1998;174: 269–80.
- [36] Terrados J, Duarte CM, Fortes MD, Borum J, Agawin NSR, Bach S, dkk. Change in community structure and biomass of seagrass communities along gradients of siltation in SE asia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 1998;46:757–68.



Buku Anak-anak



BAB III

KONDISI TERUMBU KARANG

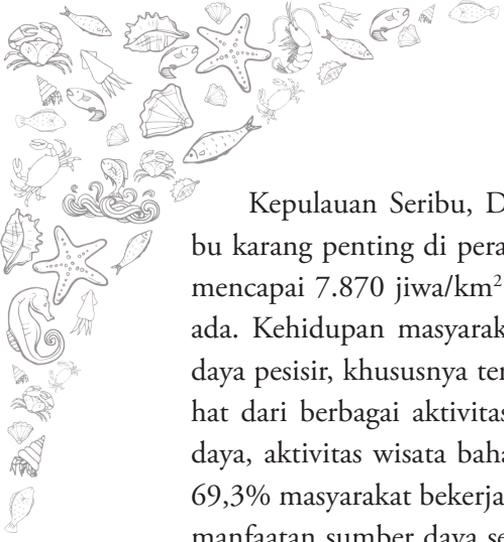
GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

MUHAMMAD ABRAR, RIKOH MANOGAR SIRINGORINGO,
RADEN SUTIYADI, DAN AHMAD REZZA DZUMALEX

A. Terumbu Karang Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Terumbu karang merupakan ekosistem yang dinamis, tetapi sangat sensitif dan rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Kondisi dinamis terumbu karang ditandai dengan perubahan-perubahan yang terjadi dalam komunitas serta adanya interaksi yang kuat antara biota karang dan biota penghuni terumbu lainnya, dan juga interaksi dengan komponen abiotis lingkungan. Perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia maupun oleh kejadian alam telah berdampak kerusakan pada terumbu karang dalam skala luas maupun lokal. Secara alami, respons terumbu karang terhadap perubahan dan tekanan lingkungan adalah berusaha untuk bertahan (*resilience*) dan menunjukkan gejala pemulihan (*recovery*) kembali sampai terbentuknya komunitas yang stabil setelah mengalami tekanan tersebut^[1,8].

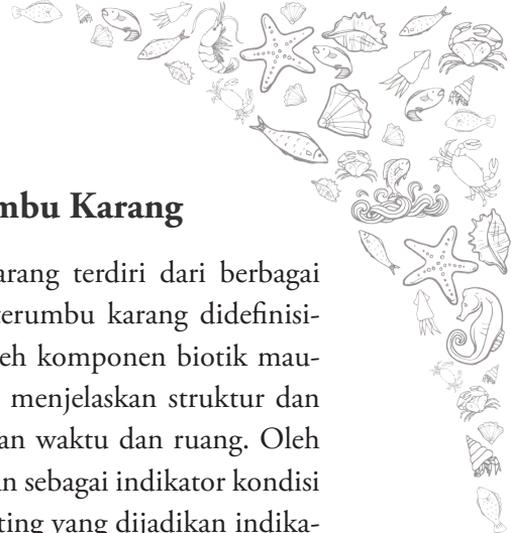
Terumbu karang memberikan layanan ekologis dan jasa-jasa lingkungan, yaitu sebagai habitat, daerah pemijahan dan pembesaran, daerah lindung dan berburu bagi beragam biota laut, serta pelindung pantai terhadap hantaman gelombang dan arus. Nilai sumber daya alam hayati dan non-hayati yang terkandung dalam ekosistem terumbu karang memberikan manfaat ekonomi berupa sumber daya ikan, bahan baku berbagai industri, serta jasa lingkungan untuk pariwisata, pendidikan, dan ilmu pengetahuan.



Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, merupakan salah satu wilayah terumbu karang penting di perairan barat-utara Pulau Jawa. Kepadatan penduduk mencapai 7.870 jiwa/km² dan mendiami 6 pulau dari 105 pulau kecil yang ada. Kehidupan masyarakat sangat tergantung pada ekosistem dan sumber daya pesisir, khususnya terumbu karang. Ketergantungan tersebut dapat dilihat dari berbagai aktivitas ekonomi, misalnya perikanan tangkap dan budi daya, aktivitas wisata bahari, serta jasa-jasa kelautan lainnya dengan jumlah 69,3% masyarakat bekerja sebagai nelayan tradisional. Tingginya aktivitas pemanfaatan sumber daya serta terbatasnya daya dukung dan tidak sebandingnya luas wilayah (sebagian besar kurang dari 10 ha) dengan penduduk yang padat, memicu kerusakan ekosistem terumbu karang. Kerusakan terumbu karang semakin menjadi karena adanya berbagai tekanan dari daratan utama pesisir Pulau Jawa, terutama dari pesisir Jakarta dan Banten. Tekanan terhadap terumbu karang tersebut datang dari pencemaran dan masukan sedimentasi yang tinggi serta pengembangan lahan di daratan dan pulau-pulau kecilnya^[2].

Gugusan Pulau Pari termasuk pulau kecil di Kepulauan Seribu dengan kondisi terumbu karang yang cenderung menurun dari waktu ke waktu. Terumbu karang di sana dikelompokkan dalam zona III dengan persentase tutupan karang hidup antara 40–60% pada kedalaman 1–3 meter^[3,9]. Kondisi terumbu karang di gugus Pulau Pari terus mengalami penurunan dengan tutupan karang hidup mencapai 30–50% pada lereng terumbu dan 5–20% pada rata-rata terumbu^[4,6–7]. *Monitoring* oleh Yayasan Terumbu Karang Indonesia dalam kurun waktu 2004–2005 menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang semakin menurun dengan tutupan hanya mencapai 29,13–38,13% di Pulau Pari bagian selatan dan 30,85–54,15% pada Pulau Pari bagian timur-laut^[5].

Tulisan ini bertujuan memberikan perubahan bentuk terumbu dan menilai kondisi terumbu karang Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berdasarkan skala ruang dan waktu serta kemampuannya bertahan (*resilience*) dan pulih kembali (*recovery*). Dampak yang diharapkan adalah tersedianya data dan informasi perubahan kondisi terumbu karang bagi semua pihak dalam pelaksanaan pengelolaan, upaya konservasi, dan rehabilitasi yang efektif dan berkelanjutan.



B. Menilai Kondisi dan Resiliensi Terumbu Karang

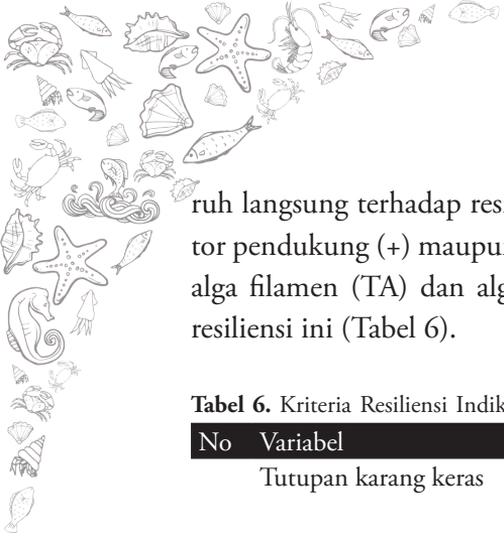
Struktur dan komposisi fisik sebuah terumbu karang terdiri dari berbagai komponen bentik pembentuk terumbu. Bantik terumbu karang didefinisikan sebagai tutupan permukaan terumbu, baik oleh komponen biotik maupun abiotik. Pengukuran tutupan bentik tersebut menjelaskan struktur dan komposisi komponen bentik terumbu dalam satuan waktu dan ruang. Oleh sebab itu, perubahan bentik tersebut dapat dijadikan sebagai indikator kondisi terumbu karang. Salah satu komponen bentik penting yang dijadikan indikator kondisi terumbu karang adalah tutupan karang keras sebagai biota sejati terumbu dan komponen utama pembentuk terumbu^[1,11].

Data dan informasi bentik terumbu diperoleh dari data sekunder hasil kajian kepustakaan (*review* artikel) dan ketersediaan data seri hasil *monitoring* kondisi terumbu karang oleh berbagai instansi terkait serta penelitian dan *monitoring* yang dilakukan penulis dan tim di lapangan. Pengambilan data bentik terumbu dilakukan secara temporal dari tahun 2013 sampai 2015 pada stasiun dan menggunakan metode yang sama. Koleksi data bentik terumbu menggunakan metode Line Intercept Transect panjang 10 meter sebanyak 3 kali sebagai keterwakilan. Kondisi terumbu karang dianalisis dan ditentukan dari data tutupan karang hidup dari kelompok karang keras (*hard corals*) terhadap total tutupan bentik terumbu lainnya dengan kriteria disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Kondisi Terumbu Karang Berdasarkan Nilai Persentase Tutupan Karang Hidup^[16]

Kriteria	Tutupan Karang Hidup (%)
Sangat Baik	75–100
Baik	50–74,9
Cukup baik	25–49,9
Kurang baik	0–24,9

Resiliensi terumbu karang diukur dari tiga indikator. Pertama, bentik karang dengan dua variabel, yaitu tutupan karang keras (*hard coral*) dan tutupan karang lunak (*soft coral*). Kedua, bentik alga dengan tiga variabel, yaitu pertumbuhan makro alga yang subur (*fleshy seaweed*), alga filamen (*turf algae*), dan alga berkapur (*crustose coralline algae*). Ketiga, bentik substrat dengan satu variabel, yaitu patahan karang mati (*rubble*). Masing-masing variabel berpenga-



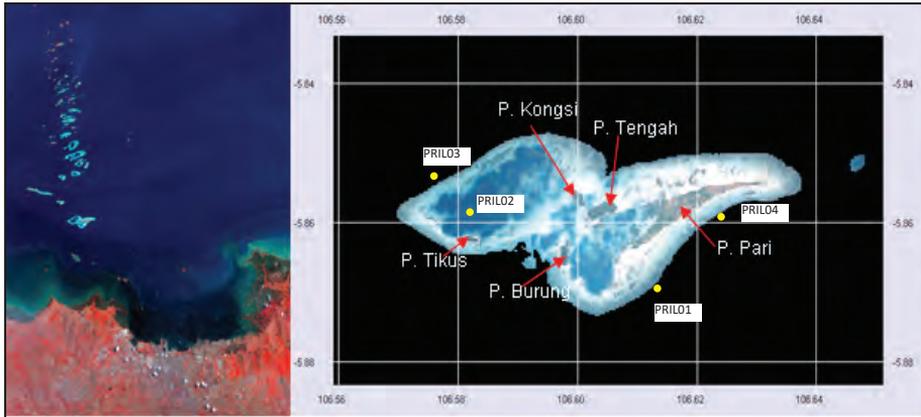
ruh langsung terhadap resiliensi ekosistem terumbu karang, baik sebagai faktor pendukung (+) maupun faktor penghambat negatif (-). Dua variabel, yaitu alga filamen (TA) dan alga berkapur (CCA), tidak diukur dalam penilaian resiliensi ini (Tabel 6).

Tabel 6. Kriteria Resiliensi Indikator^[1]

No	Variabel	Tutupan (%)	Kriteria Resiliensi	Faktor
	Tutupan karang keras	0–24,9	Rendah	Positif (+)
		25–49,4	Sedang	
		50–74,9	Tinggi	
		75–100	Sangat Tinggi	
	Tutupan alga	0–24,9	Sangat Tinggi	Negatif (-)
		25–49,4	Tinggi	
		50–74,9	Sedang	
		75–100	Sangat Rendah	
	Tutupan patahan karang mati	0–24,9	Sangat Tinggi	Negatif (-)
		25–49,4	Tinggi	
		50–74,9	Sedang	
		75–100	Sangat Rendah	

C. Kondisi Terumbu Karang

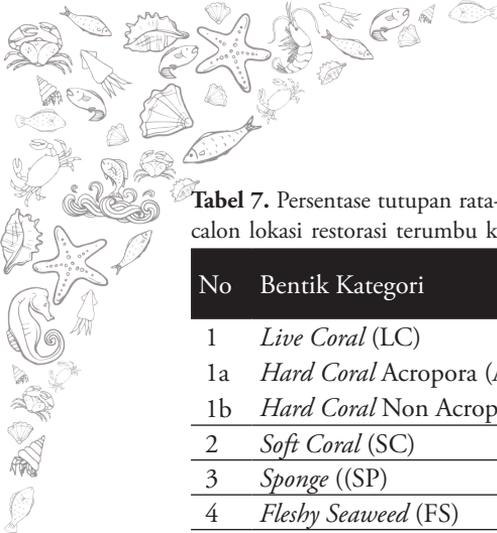
Penilaian kondisi terumbu karang gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terakhir dilakukan pada 2016 di 4 stasiun *monitoring* sebagai daerah yang terwakili. Hasil penilaian menunjukkan bahwa bagian terumbu karang ditutupi patahan karang mati (R) paling tinggi yaitu mencapai 41,42% (Tabel 7)^[6-7]. Karang yang mengalami kematian, terutama karang bercabang dan lembaran, seiring waktu akan menjadi rapuh dan patah. Patahan karang mati tersebut menunjukkan ada kerusakan pada terumbu yang disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu bom ikan, penambangan pasir dan karang, konstruksi dan pengembangan lahan, serta secara alami disebabkan oleh arus dan gelombang yang kuat. Pada sisi timur Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tutupan patahan karang mati ini lebih tinggi dibanding sisi lainnya. Sisi timur gugus Pulau Pari menjadi lokasi wisata bahari dengan aktivitas *snorkelling* yang terus meningkat dalam 10 tahun terakhir; diduga akibat jangkar kapal wisata dan karang terinjak oleh wisatawan, patahan karang mati menjadi lebih tinggi^[9,10].



Gambar 13. Peta Perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan Sebaran Stasiun Pengamatan^[6,7]

Tutupan karang hidup adalah bagian terumbu kedua yang mendominasi setelah patahan karang mati dengan rerata tutupan 30,99% yang terdiri dari kelompok karang *Acropora* 4,6% dan non-*Acropora* 20,31%. Kelompok bentik biotik lainnya, seperti karang lunak dan sponge, menutupi bagian terumbu kurang dari 1%, yakni masing-masing 0,37% dan 0,4%. Sementara itu, bagian terumbu dengan tutupan bentik alga (FS) relatif lebih tinggi, yakni 8,7%, begitu juga alga yang menutupi karang mati (DCA) mencapai 13%, sedangkan bagian terumbu dengan dasar berpasir (S) dan lumpur (SI) kurang dari 10%^[6,7].

Terumbu karang yang didominasi oleh tutupan patahan karang mati dan pertumbuhan alga yang cukup tinggi menunjukkan bahwa terumbu karang dalam keadaan tertekan dan mengalami kerusakan. Patahan karang mati yang tinggi dapat disebabkan oleh kondisi alami, seperti badai dan gelombang serta arus yang kuat. Namun, patahan karang yang tinggi dapat juga disebabkan oleh tekanan manusia, seperti aktivitas wisata (jangkar kapal, terinjak wisatawan, penambangan pasir dan karang, pengambilan untuk souvenir, dan lainnya). Aktivitas pembangunan dan pengembangan lahan pesisir juga memberikan tekanan terhadap terumbu, misalnya penambangan batu karang dan pasir, pengerukan, dan reklamasi.

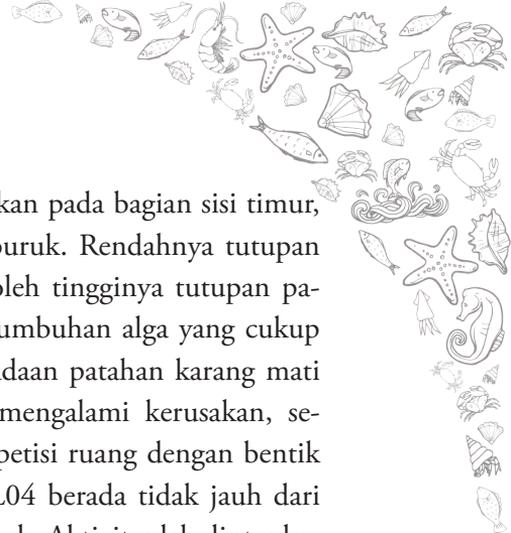


Tabel 7. Persentase tutupan rata-rata kategori bentik terumbu pada masing-masing stasiun sebagai calon lokasi restorasi terumbu karang di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[6,7]

No	Bentik Kategori	Stasiun				Rata-rata
		PRIL-01	PRIL-02	PRIL-03	PRIL04	
1	<i>Live Coral</i> (LC)	19,77	39,07	34,14	6,67	30,99
1a	<i>Hard Coral</i> Acropora (AC)	5,57	2,47	10,37	0	4,60
1b	<i>Hard Coral</i> Non Acropora (NA)	14,2	36,6	23,77	6,67	20,31
2	<i>Soft Coral</i> (SC)	1,5	0	0	0	0,37
3	<i>Sponge</i> ((SP)	0	0	0,3	1,33	0,40
4	<i>Fleshy Seaweed</i> (FS)	2	8,33	6,1	17,07	8,37
5	<i>Others</i> (OT)	1	1,17	0	0	0,54
6	<i>Dead Coral</i> (DC)	0	0	0	0	0
7	<i>Dead Coral With Algae</i> (DCA)	16,47	28,47	6,73	2,33	13,5
8	<i>Sand</i> (S)	1,53	7	10,83	7,5	6,71
9	<i>Rubble</i> (R)	57,7	1,43	41,47	65,1	41,42
10	<i>Silt</i> (SI)	0	14,13	0	0	3,53
11	<i>Rock</i> (RCK)	0	0	0	0	0

Tutupan karang hidup sebagai indikator utama kondisi terumbu karang menunjukkan variasi secara spasial. Hal ini menjelaskan bahwa kondisi terumbu karang tidak sama pada setiap area terumbu di gugus Pulau Pari. Kondisi terumbu karang yang berada pada sisi barat-utara (Stasiun PRIL02 dan PRIL03) terlihat lebih baik dibanding sisi timur-selatan (Stasiun PRIL01 dan PRIL04) (Tabel 7). Terumbu karang sisi barat-timur berada jauh dari permukiman penduduk sehingga tekanan dari aktivitas manusia dan pengembangan lahan daratan lebih rendah dibanding sisi timur-selatan. Di samping itu, perairan di sisi utara relatif lebih dalam dan terbuka dibanding sisi selatan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang mana arus dan pergerakan massa air akan dinamis pada kondisi tersebut. Hal ini memberikan efek pembilasan (*pushing*) dan pencucian sedimen dari terumbu karang serta mendistribusikan oksigen dan nutrisi yang lebih baik dalam perairan.

Terumbu karang yang berada dalam perairan goba (Stasiun PRIL02) memiliki tutupan karang hidup paling tinggi, yakni mencapai 39,07% (Tabel 7). Komposisi karang hidup pada Stasiun PRIL02 didominasi oleh kelompok non-*Acropora*, terutama jenis *Astreopora*. spp. dari Famili *Acroporidae* dan genus-genus dari Famili *Favidae*, *Mussidae*, dan *Poritidae* dengan bentuk pertumbuhan umumnya masif dan submasif. Pertumbuhan maksimal kelompok karang ini sesuai dengan kondisi perairan goba yang tertutup, sangat terlindung, dan agak keruh dengan arus tidak terlalu kuat.

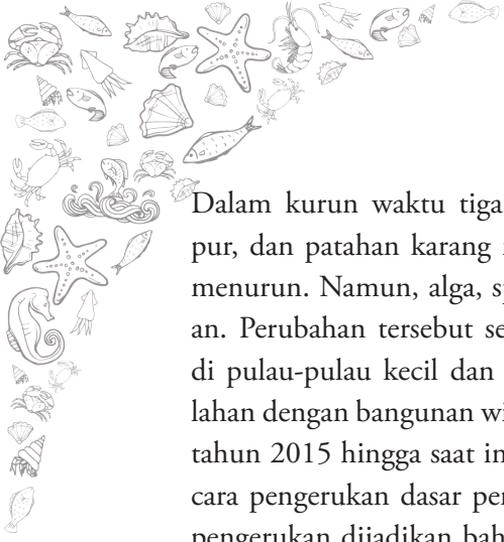


Tutupan karang hidup paling rendah ditemukan pada bagian sisi timur, yakni hanya 6,67% sehingga kondisinya sangat buruk. Rendahnya tutupan karang hidup pada Stasiun PRIL04 disebabkan oleh tingginya tutupan patahan karang mati (*rubble*) yaitu 65,1% dan pertumbuhan alga yang cukup tinggi dengan tutupan mencapai 17,07%. Keberadaan patahan karang mati menunjukkan indikasi terumbu karang sedang mengalami kerusakan, sedangkan tutupan alga menunjukkan adanya kompetisi ruang dengan bentik terumbu, termasuk karang hidup^[6]. Stasiun PRIL04 berada tidak jauh dari pelabuhan dan dekat dengan permukiman penduduk. Aktivitas lalu lintas kapal dan perahu nelayan, pengembangan lahan untuk permukiman, dan aktivitas wisata dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang. Selain itu, lokasi Stasiun PRIL04 adalah perairan yang relatif terbuka sehingga sering mendapat tekanan gelombang dan arus yang kuat, terutama saat musim timur. Kelompok karang bercabang dan lembaran sangat umum dan mendominasi di lokasi tersebut sehingga koloni karang mudah runtuh dan patah oleh gelombang dan arus.

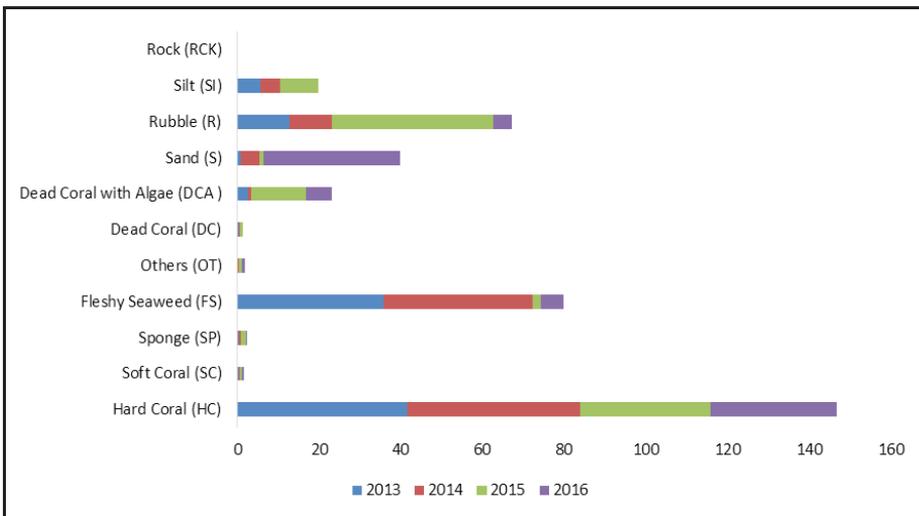
Pada umumnya, terumbu karang Gugusan Pulau Pari berada dalam kondisi sangat buruk sampai dengan cukup baik. Namun, secara keseluruhan, terumbu karang berada dalam kondisi cukup baik, dengan rerata tutupan karang hidup 30,99% (Tabel 7). Hal ini menunjukkan bahwa secara ruang, ditemukan sebaran terumbu karang dengan kondisi yang berbeda-beda; bagian selatan-timur cenderung kurang baik, sedangkan bagian utara-barat lebih baik. Namun, terumbu karang yang berada dalam perairan goba relatif paling baik. Terumbu karang di sisi utara-barat berada di perairan yang lebih terbuka dan dipengaruhi oleh musim barat dengan massa air yang lebih bersih dan jernih, sedangkan sisi selatan-timur agak terlindung dan dipengaruhi oleh musim timur dengan massa air lebih keruh, nutrisi tinggi, dan bahan pencemar.

D. Perubahan Terumbu Karang secara Temporal

Ketelusuran sejarah perubahan kondisi terumbu karang dapat dilihat dari perubahan tutupan karang hidup secara temporal. Kondisi terumbu yang cenderung mengalami penurunan menjadi indikasi untuk dijadikan calon prioritas lokasi restorasi. Hasil penilaian kondisi bentik terumbu secara temporal dalam tiga tahun terakhir (tahun 2013–2016) disajikan pada Gambar 14^[6,7].

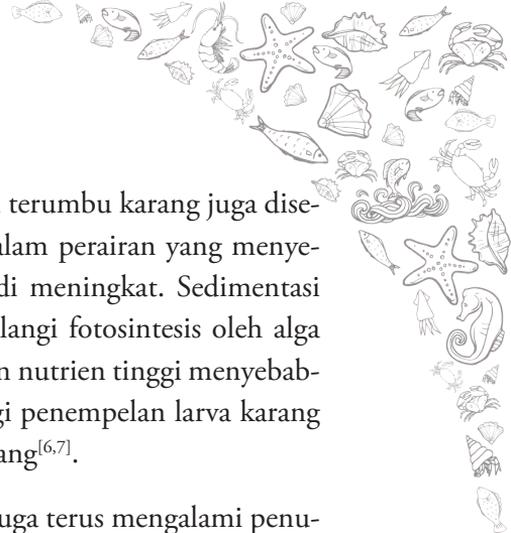


Dalam kurun waktu tiga tahun terjadi peningkatan daerah berpasir, lumpur, dan patahan karang mati, sedangkan tutupan karang hidup cenderung menurun. Namun, alga, spons, dan karang lunak tidak mengalami perubahan. Perubahan tersebut sejalan dengan meningkatnya pengembangan lahan di pulau-pulau kecil dan aktivitas wisata sejak tahun 2010. Pengembangan lahan dengan bangunan wisata permanen terlihat masif di Pulau Tengah mulai tahun 2015 hingga saat ini. Pengembangan lahan tersebut dilakukan dengan cara pengerukan dasar perairan di sekeliling pulau, kemudian material hasil pengerukan dijadikan bahan urukan dengan menimbun perairan dangkal di sekitarnya. Aktivitas pengerukan ini menyebabkan peningkatan sedimentasi dan terlepasnya berbagai bahan kimia berbahaya dalam perairan yang dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang.



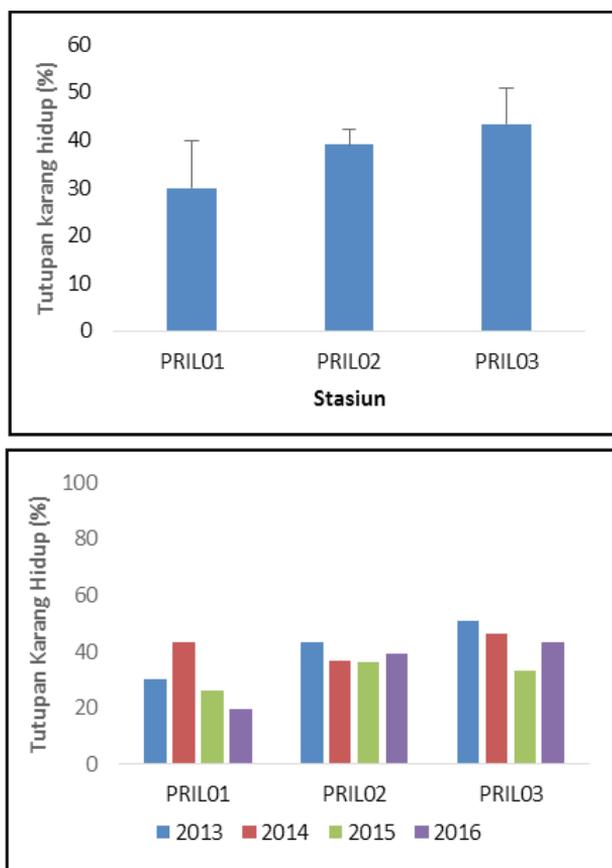
Gambar 14. Persentase Tutupan Bentik Terumbu di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2013–2016^[6, 7]

Perubahan kondisi terumbu karang berdasarkan tutupan karang hidup disajikan pada Gambar 15^[6]. Tutupan karang hidup pada setiap stasiun cenderung mengalami penurunan dan terlihat bervariasi pada setiap stasiun. Laju penurunan tutupan karang hidup pada Stasiun PRIL01 paling tinggi mencapai 2,6% setiap tahunnya, kemudian Stasiun PRIL03 mencapai 1,99%, dan paling rendah Stasiun PRIL02 yang mencapai 1,075%. Penurunan tutupan karang hidup tersebut disebabkan oleh meningkatnya aktivitas wisata dan pembukaan lahan daratan untuk bangunan wisata di beberapa pulau dalam

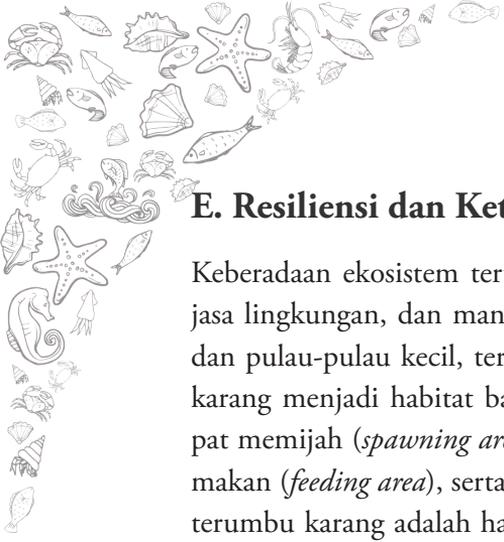


Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Kerusakan terumbu karang juga disebabkan oleh sedimentasi dan tingginya nutrisi dalam perairan yang menyebabkan kekeruhan dan pertumbuhan alga menjadi meningkat. Sedimentasi berdampak terhadap kekeruhan sehingga menghalangi fotosintesis oleh alga simbiosis yang ada dalam jaringan karang, sedangkan nutrisi tinggi menyebabkan pertumbuhan cepat alga sehingga menghalangi penempelan larva karang dan dominasi ruang bagi pertumbuhan koloni karang^[6,7].

Tutupan karang hidup pada Stasiun PRIL01 juga terus mengalami penurunan sampai tahun 2016, sedangkan stasiun lainnya mengalami kenaikan. Namun, secara keseluruhan, rerata tutupan karang hidup pada stasiun yang berbeda tidak bervariasi dan menunjukkan perbedaan yang nyata. Walaupun berada pada kondisi perairan yang berbeda, stasiun penelitian PRIL01 adalah lokasi wisata bahari yang banyak dikunjungi wisatawan.



Gambar 15. Persentase Tutupan Karang Hidup pada Masing-masing Stasiun secara Temporal (Tahun 2013–2016)^[6,7]

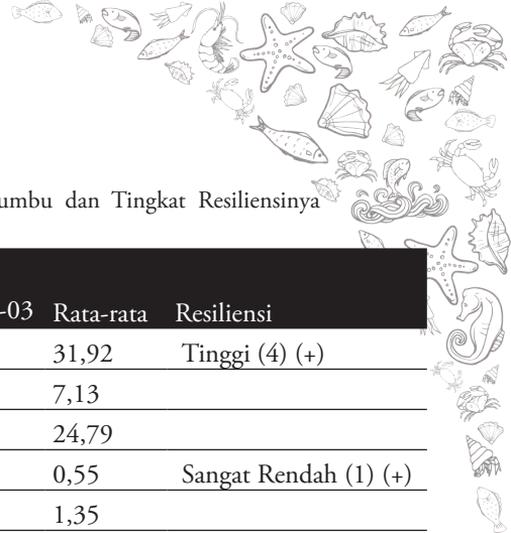


E. Resiliensi dan Ketahanan Terumbu

Keberadaan ekosistem terumbu karang telah memberikan layanan ekologis, jasa lingkungan, dan manfaat ekonomi bagi masyarakat di sepanjang pesisir dan pulau-pulau kecil, terutama di wilayah tropis. Secara ekologis, terumbu karang menjadi habitat bagi beragam biota laut dan berfungsi sebagai tempat memijah (*spawning area*) dan pembesaran (*nursery area*), tempat mencari makan (*feeding area*), serta tempat tinggal dan berlindung. Jasa lingkungan di terumbu karang adalah hasil proses ekologis dan struktur fisik terumbu, misalnya keberadaan terumbu sebagai pelindung pantai, penghasil oksigen dalam perairan, serta penghasil produk bio-kimia (seperti senyawa bio-aktif termasuk karbon). Kombinasi layanan ekologis dan jasa lingkungan ekosistem terumbu karang menjadi potensi sumber daya yang bernilai ekonomi, seperti berbagai produk perikanan, nilai estetika terumbu untuk pariwisata dan sumber bahan baku bagi industri serta manfaat ekonomi lainnya^[14].

Terumbu karang rentan terhadap berbagai tekanan lingkungan, baik secara alami maupun oleh aktivitas manusia. Kerusakan terumbu karang secara alami dapat disebabkan oleh fenomena iklim, seperti *El-Nino*. Fenomena *El-Nino* bila ditambah dengan pemanasan global menyebabkan kenaikan suhu permukaan air laut yang berdampak terhadap kejadian pemutihan karang (*coral bleaching*) dan sering diikuti kematian massal karang dalam skala luas^[15]. Tekanan alami lainnya adalah gempa dan tsunami, letusan gunung api, badai dan siklon, serta gelombang dan arus yang kuat di beberapa wilayah. Kerusakan terumbu karang oleh manusia disebabkan oleh aktivitas yang tidak ramah lingkungan, yaitu perikanan tangkap dengan bom dan racun, wisata bahari massal (*mass tourism*), pencemaran dan sedimentasi akibat pembukaan dan pengembangan lahan darat^[6,7,14].

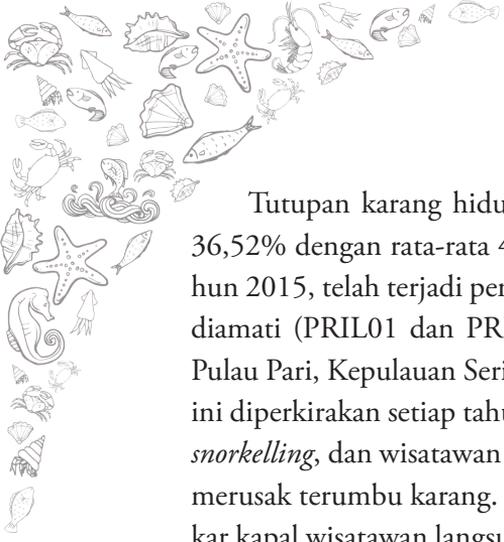
Terumbu karang yang mengalami kerusakan secara alami akan bertahan terhadap tekanan dan berupaya pulih kembali (*resilience* dan *recovery*). Kepulauan Seribu terdiri dari 105 pulau sangat kecil yang memiliki ekosistem terumbu karang dengan tingkat ancaman tinggi, baik oleh alam maupun oleh manusia dan tekanan lingkungan, seperti pencemaran dan sedimentasi. Penilaian kemampuan resiliensi ekosistem terumbu karang telah dilakukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, selama periode 2013 sampai 2015^[6,7]. Hasil pengukuran tutupan bentik terumbu di 3 stasiun *monitoring* dan penilaian resiliensinya disajikan dalam Tabel 8.



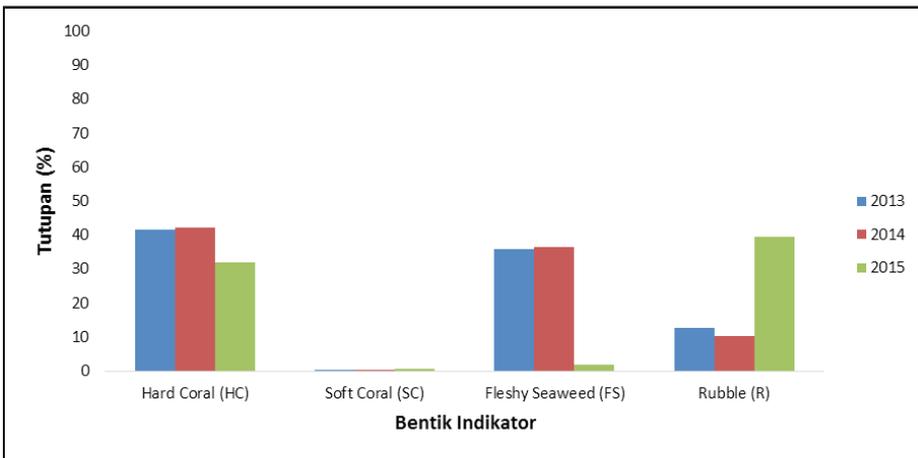
Tabel 8. Persentase Tutupan Rata-Rata Kategori Bentik Terumbu dan Tingkat Resiliensinya Tahun 2015^[6,7]

No	Bentik Kategori	Stasiun			Rata-rata	Resiliensi
		PRIL-01	PRIL-02	PRIL-03		
1	Hard Coral (HC)	26,26	36,52	33	31,92	Tinggi (4) (+)
2	<i>Acropora</i> (AC)	7	0,5	13,9	7,13	
3	Non <i>Acropora</i> (NA)	19,26	36,02	19,1	24,79	
4	Soft Coral (SC)	1,66	0	0	0,55	Sangat Rendah (1) (+)
5	Sponge (SP)	0,29	1,66	2,1	1,35	
6	Fleshy Seaweed (FS)	0	5,31	0,4	1,90	Sangat Rendah (1) (-)
7	Others (OT)	0	0,76	1,66	0,80	
8	Dead Coral (DC)	0	2,03	0	0,67	
9	DC With Algae (DCA)	9,44	21,05	9,93	13,47	
10	Sand (S)	3,29	0	0	1,09	
11	Ruble (R)	57,54	10,69	49,96	39,39	Sedang (3) (-)
12	Silt (SI)	1,5	24	2,9	9,466667	
13	Rock (RCK)	0	0	0	0	

Tutupan bentik terumbu pada masing-masing stasiun menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Pada Tabel 8 terlihat bahwa tutupan karang hidup paling tinggi berada di Stasiun PRIL-02 (36,52%) di Goba Pulau Tikus, sedangkan paling rendah (26,26%) berada di Pulau Pari sisi selatan, dan secara keseluruhan, persentase tutupan rata-rata bentik terumbu untuk hard coral adalah 31,937%. Dengan demikian, terumbu karang berada dalam kondisi cukup baik. Terumbu karang di perairan goba Pulau Tikus lebih terlindung dan jauh dari permukiman penduduk sehingga tekanan dari aktivitas manusia lebih rendah. Koloni karang di perairan goba didominasi oleh karang dengan koloni masif dan submasif berpolip besar dari famili *Acroporidae*, *Faviidae*, dan *Poritidae* yang menyukai perairan terlindung yang lebih tahan terhadap sedimentasi dan kenaikan suhu perairan dibandingkan dengan terumbu karang di sisi selatan yang lebih terbuka dengan kualitas perairan rendah, seperti pencemaran, sedimentasi dan nutrient tinggi, terutama saat musim timur. Di samping itu, terumbu karang di sisi selatan ini juga dekat dengan penduduk sehingga lebih terdampak aktivitas manusia, seperti wisata, jalur pelayaran, dan cemaran oleh sampah^[6,7].



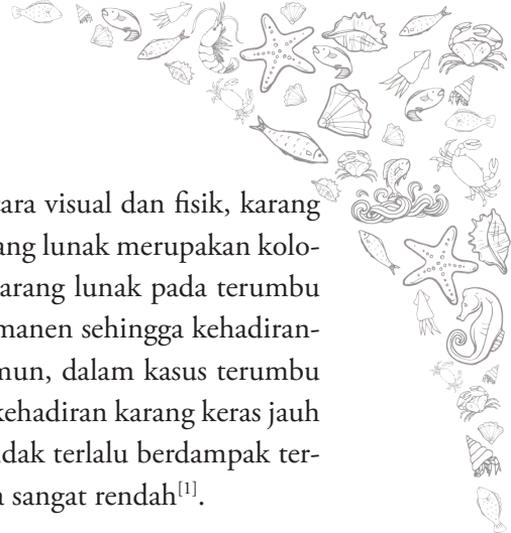
Tutupan karang hidup saat *baseline* survei tahun 2014 berkisar 26,26–36,52% dengan rata-rata 42,17%. Jika dibanding dengan data *monitoring* tahun 2015, telah terjadi penurunan sebesar 10,23%. Dua dari tiga stasiun yang diamati (PRIL01 dan PRIL02) adalah lokasi utama wisata bahari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan aktivitas *snorkelling*. Pada kedua stasiun ini diperkirakan setiap tahun terjadi peningkatan kunjungan wisatawan untuk *snorkelling*, dan wisatawan dengan tingkat kecakapan *snorkelling* pemula dapat merusak terumbu karang. Penurunan juga disebabkan oleh pemasangan jangkar kapal wisatawan langsung pada terumbu karang, mengingat setiap harinya ada 15–20 kapal belahut di kedua stasiun tersebut.



Gambar 16. Tutupan Bentik Terumbu Indikator Resiliensi Tiga Tahun Pengamatan 2013–2015^[6,7]

Penilaian tingkat resiliensi terumbu karang dapat diukur dari tutupan karang hidup, alga, dan substrat. Tutupan karang hidup (HC) pada pada ketiga stasiun berkisar antara 26,6–36,52% dengan rata-rata 31,937%, dan kondisi terumbu cukup baik. Kondisi tutupan karang hidup cukup dominan, dengan persentase tutupan > 30% sehingga berada pada tingkat resiliensi tinggi (skala 4) (+). Karang hidup dari kelompok karang keras (*hard coral*) merupakan biota sejati dan komponen utama pembentuk terumbu. Secara fisiologis, biota karang keras secara terus-menerus mensekresikan rangka kapur sebagai bahan baku utama konstruksi terumbu karang secara alami^[14].

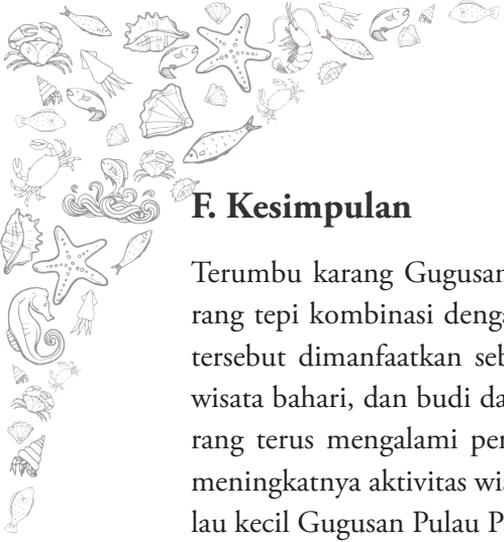
Kategori bentik lainnya yang menunjukkan tingkat resiliensi ekosistem terumbu adalah tutupan karang lunak (SC), yakni 0,55%, termasuk sangat rendah (skala 1)(+), tutupan alga (FS) 1,9%, sangat tinggi (skala 1)(-), dan



tutupan *rubble* (R), 39%, sedang (skala 3)(-)^[1]. Secara visual dan fisik, karang lunak (*soft coral*) berbeda dengan karang keras. Karang lunak merupakan koloni lebih lunak dengan rangka silikat. Kolompok karang lunak pada terumbu tertentu sangat melimpah dan hidup menetap permanen sehingga kehadirannya mengindikasikan tingkat resiliensi tinggi. Namun, dalam kasus terumbu karang di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, kehadiran karang keras jauh lebih dominan dibanding karang lunak sehingga tidak terlalu berdampak terhadap proses resiliensi, walaupun nilai resiliensinya sangat rendah^[1].

Alga, terutama dari kelompok makro alga, merupakan biota asosiasi di terumbu karang. Kelompok biota ini mengalami pertumbuhan cepat dan sangat dominan di terumbu karang sehingga menghalau koloni karang untuk berkembang dan penempelan larva karang baru pada substrat keras terumbu. Pertumbuhan cepat alga ini dipicu oleh kualitas perairan yang buruk, seperti nutrisi tinggi dalam perairan (eutrofikasi) dan pencemaran oleh bahan organik. Oleh karena itu, kehadiran alga yang rendah menyebabkan resiliensi terumbu karang menjadi lebih tinggi. Begitu juga kehadiran patahan karang mati yang memberikan indikasi kerusakan terhadap terumbu sehingga kehadirannya dalam jumlah sedikit memberikan indikasi resiliensi tinggi^[1,13].

Jika dilihat dari komposisi bentik terumbu di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada 2013–2015, tutupan karang hidup cenderung menurun, tetapi masih menunjukkan kemampuan untuk bertahan (*resilience*) dan pulih kembali (*recovery*). Hal ini terlihat dari pertumbuhan alga sebagai kompetitor ruang bagi koloni karang yang masih rendah sehingga nilai resiliensinya tinggi^[6,7]. Sebaliknya, tutupan patahan karang mati sebagai indikasi karang rusak cukup tinggi masih bisa dikurangi dengan mendorong kegiatan wisata dan perikanan yang ramah lingkungan, serta membatasi pengembangan lahan sesuai daya dukung lingkungan dan tata ruang yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, upaya konservasi serta aktivitas rehabilitasi ekosistem terumbu karang diharapkan mampu mengurangi dampak kerusakan serta mendukung proses resiliensi dan memberi peluang ekosistem terumbu karang untuk pulih kembali. Penilaian juga diikuti dengan kegiatan rehabilitasi, misalnya transplantasi karang yang dikombinasikan dengan terumbu buatan di area perlindungan laut yang telah ditetapkan oleh masyarakat^[12].

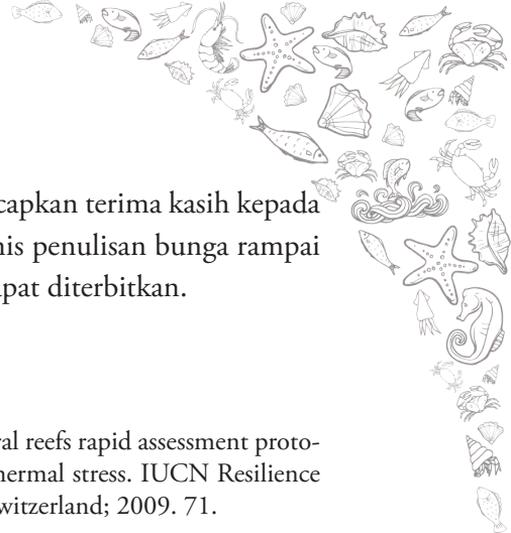


F. Kesimpulan

Terumbu karang Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk tipe karang tepi kombinasi dengan bentuk terumbu cincin (atol). Terumbu karang tersebut dimanfaatkan sebagai daerah tangkap perikanan tradisional, lokasi wisata bahari, dan budi daya perikanan pantai. Namun, kondisi terumbu karang terus mengalami penurunan dalam 10 tahun terakhir, sejalan dengan meningkatnya aktivitas wisata dan pengembangan lahan di daratan pulau-pulau kecil Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Tekanan lingkungan, seperti cemaran minyak, sampah, nutrien tinggi perairan (*eutrofikasi*), dan buruknya kualitas perairan membuat kondisi terumbu karang memburuk. Kajian daya dukung, resiliensi dan kerentanan terumbu karang, serta pengenalan teknologi rehabilitasi dan upaya konservasi menjadi data dan informasi yang penting untuk pengelolaan terumbu karang berkelanjutan di perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hasil penelitian dan kajian ini memberikan data dan informasi bahwa kondisi terumbu karang Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, cenderung menurun, tetapi masih memiliki kemampuan untuk bertahan (resiliensi) dan pulih kembali. Kemampuan resiliensi ditunjukkan dari tutupan karang hidup yang tinggi, pertumbuhan alga yang rendah dan masih terkendali, walaupun patahan karang mati sebagai indikator kerusakan cukup tinggi. Pendekatan daya dukung dengan melihat ketersediaan sumber daya, tingkat kerentanan, kemampuan resiliensi dan percepatan pemulihan terumbu karang yang rusak adalah bentuk pertimbangan pengelolaan dan konservasi yang tepat untuk mempertahankan dan memelihara keberlanjutan ekosistem terumbu karang di pulau-pulau kecil, seperti Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

UCAPAN TERIMA KASIH

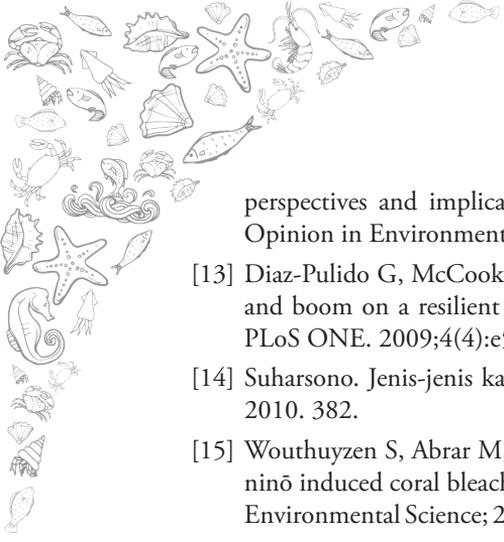
Artikel bunga rampai ini merupakan hasil kompilasi data dan informasi dari kegiatan penelitian tematik yang dibiayai oleh DIPA Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi, Pulau Pari LIPI selama tahun 2013–2015. Kami ucapkan terima kasih kepada Kepala Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi, Pulau Pari LIPI, yakni Triyono, S.Pi, M.Si dan Indra Bayu Vimono, S.Si, M.App.Sc yang telah menyetujui pembiayaan kegiatan tersebut dan semua tim peneliti yang terlibat langsung di



lapangan dan pembuatan laporannya. Kami juga ucapkan terima kasih kepada LIPI Press yang telah memberikan bimbingan teknis penulisan bunga rampai ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik dan dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Obura D, Grimsditch G. Resilience assessment of coral reefs rapid assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. IUCN Resilience Science Group Working Paper Series No 5, Gland, Switzerland; 2009. 71.
- [2] De Vantier, L., Suharsono, A. Budiyanto, J. Tuti, P. Imanto, R. Ledesma. 1998. Status of coral communities of Pulau Seribu, 1985-1995. Subagjo Soemodihardjo (*In Eds*): Proceedings Coral Reef Evaluation Workshop Pulau Seribu, UNESCO Jakarta Office, Indonesia. 1-24.
- [3] Giyanto, Soekarno R. Perbandingan komunitas terumbu karang pada dua kedalaman dan empat zona yang berbeda di Pulau Seribu, Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 1997;3:33-51.
- [4] Suharsono. Coral and coral reefs of Pari Island complex and their uses. Proceeding Fourth LIPI-JSPS Seminar on Marine Science; 15-18 November 1994; Jakarta: 1994. 33.
- [5] Estradivari, Edi S, Safran Y, editors. Laporan terumbu karang Jakarta: pengamatan jangka panjang terumbu karang kepulauan seribu (2003-2007). Jakarta: Yayasan Terumbu Karang Indonesia; 2009. 112.
- [6] Abrar M, Sam W, Sekar MCH, Corry C, Ahamd Rezza D, Suhardi, Nurhasim. Laporan final model perlindungan habitat: restorasi habitat terumbu karang di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi, Pulau Pari, P2O-LIPI*; 2016. 41.
- [7] Abrar M, Isa Nagid E, Corry C. Laporan monitoring: resiliensi dan perlindungan habitat terumbu karang. *UPT Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi, P2O-LIPI*; 2015. 80.
- [8] Hoegh-Guldberg O, Serge A, Katharina F, Guilermo DP, Jenice ML, Paul M. Vulnerability of coral reef in the tropical pacific to climate change. Secretariate of Pacific Community. Noumea. New Caledonia; 2011. 47.
- [9] Abrar M, Zamani NP, Nurjaya IW. Survival and growth rate of corals recruitment at Pari Island water, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Journal of Indonesia Coral Reefs*. 2011;1(1):7-14.
- [10] Widayanto HS, Muhammad H, Munasik, Sam W. Penentuan indeks kerentanan ekosistem terumbu karang menggunakan pemodelan spasial berbasis sel di gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Globe*. 2009;11(2):88-96.
- [11] Hill J, Wilkinson C. Methods for ecological monitoring of coral reef, version 1: a resource for mamangers. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Sciences (AIMS); 2004. 177.
- [12] D'Angelo C, Wiedenmann J. Impacts of nutrient enrichment on coral reefs: new



perspectives and implications for coastal management and reef survival. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2014;7(2):82–93.

- [13] Diaz-Pulido G, McCook LJ, Dove S, Berkelmans R, Roff G, Kline DI, dkk. Doom and boom on a resilient reef: climate change, algal overgrowth and coral recovery. *PLoS ONE*. 2009;4(4):e5239. doi:10.1371/journal.pone.0005239.
- [14] Suharsono. Jenis-jenis karang di Indonesia. Coremap Program. Jakarta: LIPI Press; 2010. 382.
- [15] Wouthuyzen S, Abrar M, Lorwens J. A comparison between the 2010 and 2016 el-ninō induced coral bleaching in the Indonesian waters. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*; 2018. 118. 012051 doi:10.1088/1755-1315/118/1/012051.
- [16] Giyanto, Muhammad A, Tri AH, Agus B, Muhammad H, Abdullah S, dkk. Status terumbu karang di Indonesia 2017. Suharsono, editor. Coremap CTI-Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; 2017. 41.



BAB IV

KONDISI FAUNA KRUSTASEA

DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, TAHUN 2010–2015

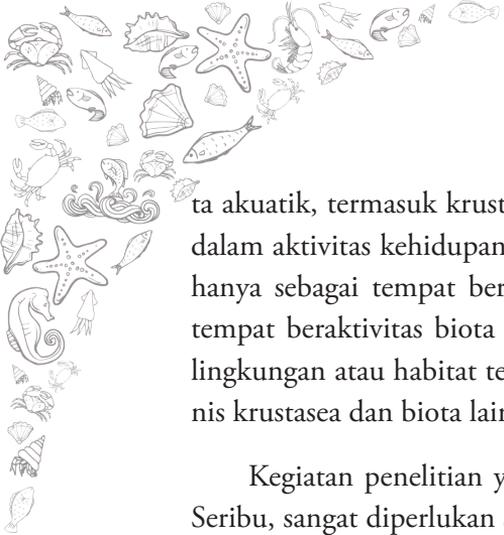
RIANTA PRATIWI

A. Pentingnya Penelitian Krustasea di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Pulau-pulau di Kepulauan Seribu pada umumnya terjadi karena pertumbuhan kehidupan binatang karang (*corallinacene*) sehingga seluruh pantai dari pulau-pulau tersebut adalah pulau karang. Pulau-pulau di kawasan ini umumnya dikelilingi oleh karang tepi (*fringing reef*) dengan kedalaman bervariasi 1–20 m. Di dalam ekosistem terumbu karang juga dijumpai berbagai jenis ikan konsumsi, ikan hias, moluska, krustasea, *echinodermata*, dan biota lainnya^[1].

Namanya Kepulauan Seribu, tetapi bukan berarti pulau-pulau di dalam gugusan kepulauan itu berjumlah seribu. Jumlah pulaunya 342, termasuk pulau-pulau pasir dan terumbu karang yang bervegetasi maupun yang tidak. Pulau pasir dan terumbu karang itu sendiri berjumlah 158^[2]. Namun, berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik^[1], terdapat 110 gugusan pulau dan hanya 11 pulau yang berpenghuni, salah satunya adalah Pulau Pari.

Kepulauan Seribu, khususnya Gugusan Pulau Pari, memiliki sumber daya alam yang lengkap dan secara umum kondisinya masih cukup baik, misalnya mangrove, padang lamun, dan terumbu karang. Mangrove, lamun, dan terumbu karang merupakan ekosistem pesisir yang khas dan memiliki peran dan fungsi yang sangat besar terhadap kehidupan berbagai biota akuatik. Bio-

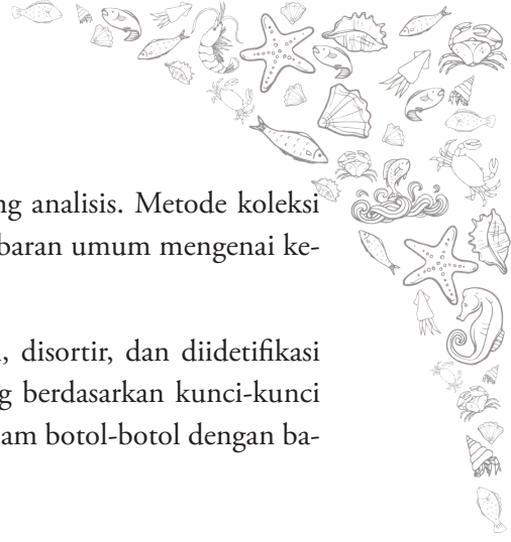


ta akuatik, termasuk krustasea, sangat memerlukan ketiga ekosistem tersebut dalam aktivitas kehidupannya. Telah diketahui bahwa ekosistem pesisir tidak hanya sebagai tempat berpijah berbagai jenis krustasea, tetapi juga sebagai tempat beraktivitas biota akuatik lainnya. Oleh karena itu, kerusakan pada lingkungan atau habitat tersebut akan mengakibatkan hilangnya beberapa jenis krustasea dan biota lainnya.

Kegiatan penelitian yang dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sangat diperlukan sehingga basis data krustasea dan biota lainnya bisa tercatat sehingga dapat diketahui jenis-jenis apa saja yang masih terdapat di daerah tersebut dan jenis-jenis apa saja yang sudah hilang dan punah. Data seri selama lima tahun sekali juga sangat dibutuhkan. Untuk itu, penelitian tentang fauna krustasea dalam rentang waktu 5 tahun (2010–2015) dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Biaya kegiatan dari DIPA Referens Koleksi Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, serta menggunakan spesimen dari koleksi yang dimiliki oleh Referens Koleksi yang berasal dari gugusan Pulau Pari. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat menjadi landasan ilmiah program pemerintah Indonesia terkait pengembangan potensi keanekaragaman laut menuju ketahanan pangan nasional. Adapun tujuan penelitian ini adalah melihat kembali keanekaragaman biota laut, khususnya fauna krustasea, pada ekosistem terumbu karang, lamun, dan mangrove, serta kaitannya dengan kondisi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, selama kurun waktu lima tahun (2010–2015). Selain itu, penelitian juga untuk melihat dampak perubahan lingkungan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Jadi, informasi dan basis data biota krustasea sepanjang kurun waktu lima tahun (2010–2015) dapat terkumpul dan tercatat dengan baik, sebelum terjadi kepunahan.

Pengamatan atau studi fauna krustasea di pulau-pulau kecil, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dilakukan sejak 2010 sampai 2015. Metode yang digunakan adalah metode transek garis lurus dari arah darat ke pantai dan dari arah pantai ke darat. Frame berukuran 1 x 1 m² digunakan dengan beberapa plot untuk pengambilan sampel dan perhitungan krustasea yang didapatkan dalam plot tersebut. Pengambilan sampel secara metode transek dilakukan tiga kali pengulangan agar hasilnya dapat terukur dan dapat dianalisis. Metode lain yang juga digunakan adalah koleksi bebas yang dilakukan secara acak di



lokasi penelitian yang sama sebagai data penunjang analisis. Metode koleksi bebas tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran umum mengenai keberadaan krustasea pada setiap lokasi.

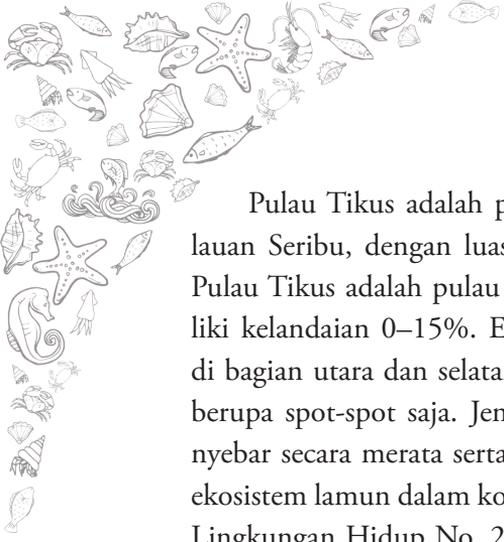
Semua krustasea yang didapat, dikumpulkan, disortir, dan diidentifikasi secara sistematis ke dalam grupnya masing-masing berdasarkan kunci-kunci identifikasi. Selanjutnya, krustasea dimasukkan dalam botol-botol dengan bahan pengawet alkohol berkadar 70%.

B. Karakteristik Lokasi Gugusan Pulau Pari

Masing-masing pulau dalam Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Gambar 17)^[4], memiliki karakter yang berbeda. Hal ini tentu saja berkaitan dengan habitat krustasea yang ada di sana. Habitat dan substrat yang terdapat di dalam Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sangat mendukung bagi kehidupan fauna krustasea. Ada beberapa jenis krustasea yang sangat menyenangkan hidup dalam substrat lumpur, pasir, pecahan batu karang, dan dalam ekosistem yang berbeda-beda. Namun, ada juga jenis krustasea yang tidak menyukai habitat tersebut sehingga terdapat preferensi habitat (pemilihan habitat) berdasarkan karakter jenis krustasea.

Adapun karakter pulau-pulau tersebut telah dilaporkan oleh Direktorat Pulau-Pulau Kecil Indonesia^[3] sebagai berikut. Pulau Pari adalah pulau yang terbesar dalam Gugusan Pulau Pari (luas 41,32 ha), dengan topografi berbentuk datar (ketinggian 0–3 m dpl), memiliki perairan yang dangkal, dan pantainya bersubstrat pasir putih halus, serta terdapat vegetasi mangrove (di bagian utara dan barat).

Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mempunyai garis pantai yang cukup panjang. Pulau karang apabila dilihat dari citra satelit akan berbentuk seperti ikan pari. Status terumbu karang di Pulau Pari termasuk kategori buruk hingga baik berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 200 tahun 2004^[3]. Bentuk dasar lautnya berupa flat hingga kedalaman kurang lebih 6 meter dengan kemiringan berupa slope. Di pulau ini, dijumpai jenis mangrove *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, dan *Sonneratia alba* di bagian utara pulau dengan substrat lumpur pasiran.



Pulau Tikus adalah pulau yang terkecil di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan luasan hanya 1,20 ha. Bila dilihat dari topografinya, Pulau Tikus adalah pulau daratan dengan ketinggian 0–2 m dpl dan memiliki kelandaian 0–15%. Ekosistem terumbu karang yang dominan terdapat di bagian utara dan selatan Pulau Tikus, sedangkan di bagian lainnya hanya berupa spot-spot saja. Jenis vegetasi yang ada adalah lamun dan tidak menyebar secara merata serta didominasi oleh jenis *Thalassia hemprichii*. Status ekosistem lamun dalam kondisi rusak berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 200 tahun 2004^[3]. Mangrove di Pulau Tikus hanya ditemukan di bagian utara saja dan tidak banyak jenisnya. Pulau Tikus memiliki pantai yang landai di sekeliling pulau dan bersubstrat pasir halus berwarna putih dan bersubstrat lumpur di daerah mangrove dengan kondisi yang cukup baik untuk biota.

Pulau Burung adalah pulau yang tidak berpenduduk, memiliki luas 3,26 ha, berupa pulau daratan dengan ketinggian 0–2 m dpl dan kelandaian rata-rata 0–15%. Terdapat ekosistem terumbu karang di bagian utara dan selatan, sedangkan di bagian lain hanya berupa spot area. Ekosistem padang lamun sangat luas dan hampir merata di semua bagian pulau. Vegetasi mangrove juga masih banyak ditemukan walaupun hanya didominasi oleh *Rhizophora mucronata*. Berdasarkan analisis pengukuran kualitas dan kondisi lingkungan, perairan Pulau Burung sangat baik untuk biota laut serta tidak ada masalah lingkungan yang berarti.

Pulau Kongsu memiliki luas 1,63 ha dengan topografi pulau daratan dan ketinggian 0–2 m dpl. Kondisi ekosistem terumbu karang sama dengan Pulau Burung di mana hanya ditemukan di bagian utara dan selatan serta di bagian lainnya hanya berupa spot area. Ekosistem lamun dijumpai tersebar di wilayah yang terlindung dengan substrat pasir, meskipun ditemukan juga di substrat pasir berlumpur. Jenis lamun yang ditemukan hanya dari jenis *Thalassia hemprichii* dengan ukuran kecil-kecil. Sementara itu, ekosistem mangrove ditemukan hampir merata di seluruh bagian pulau dan hanya satu jenis, yakni *Rhizophora mucronata*, yang kuat terhadap pengaruh lingkungan. Kondisi pantai Pulau Kongsu sama dengan Pulau Burung, landai dan berpasir, tetapi cenderung bervegetasi tanaman mangrove. Kondisi seperti tersebut banyak disukai oleh biota-biota.

Pulau Tengah (Pulau H, berdasarkan nama pemiliknya) merupakan pulau daratan (dengan luas sekitar 10 ha) yang juga termasuk dalam Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Pantainya bersih berpasir putih dan jernih. Kini Pulau Tengah telah berkembang menjadi resort-resort mewah yang dibangun di hampir seluruh pulau tersebut.

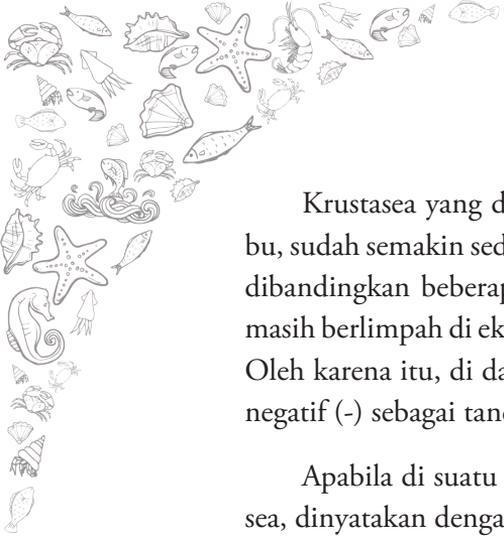
Bila dilihat dari telaah atau deskripsi yang dibuat oleh Direktorat Pulau-Pulau Kecil Indonesia^[3], kerusakan lingkungan atau ekosistem yang terjadi pada Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sudah harus dipikirkan secara serius agar tidak bertambah parah dan mengakibatkan biota laut menjadi punah. Kerusakan suatu perairan tidak lepas dari ulah manusia dan atau bencana alam yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan, baik biota yang ada maupun habitatnya.



Gambar 17. Lokasi Penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[4]

1. Gambaran Umum Krustasea di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Krustasea merupakan kelompok hewan invertebrata yang terdiri dari kepiting, udang, dan kelomang yang sangat dekat hubungannya dengan insekta, laba-laba, serta kaki seribu. Hewan ini merupakan binatang tak bertulang belakang yang termasuk kelompok besar dalam Phylum *Arthropoda*, subphylum *Crustacea*. Tubuhnya beruas-ruas atau bersendi-sendi, oleh karenanya, sering disebut sebagai hewan yang bersegmen-segmen atau berbuku-buku.



Krustasea yang ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sudah semakin sedikit keberadaannya dalam kurun waktu 2010–2015 dibandingkan beberapa puluh tahun lalu saat fauna dan jenis krustasea masih berlimpah di ekosistem terumbu karang, lamun, dan mangrove^[5,6,7]. Oleh karena itu, di dalam Tabel 9 digunakan tanda positif (+) dan tanda negatif (-) sebagai tanda agar mudah dipahami.

Apabila di suatu daerah masih banyak ditemukan jenis-jenis krustasea, dinyatakan dengan tanda +++ (positif tiga). Kategori sedang ditandai dengan tanda ++ (positif dua), dan apabila masih ditemukan tetapi dalam jumlah yang sangat sedikit, ditandai dengan + (positif satu). Jenis yang sudah tidak ditemukan sama sekali, diberi tanda – (negatif satu). Jenis-jenis krustasea yang didapat biasanya tergantung pada habitatnya jenis krustasea tersebut (ekosistem terumbu karang, lamun ataupun mangrove).

Tabel 9. Suku Krustasea yang terdapat di ekosistem terumbu karang, lamun, dan mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, kurun waktu 2010–2015^[5,20,21]

Suku	Terumbu Karang				Lamun				Mangrove			
	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Pari	Tikus	Burung	Kongsi
Brachyura												
<i>Callapidae</i>	+	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dromiidae</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galenidae</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grapsidae</i>	-	-	+++	+++	-	-	-	-			+++	+++
<i>Sesarmidae</i>	-	-	+++	+++	-	-	-	-	+++			
<i>Macrophthalmidae</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	++	-	++	++
<i>Majidae</i>	-	+	+	-	-	++	+++	+++	-	-	-	-
<i>Ocypodidae</i>	+	+	-	-	-	+++	+++	+++	-	-	-	-
<i>Pilumnidae</i>	+++	+++	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-
Portunidae	+	++	-	-	+	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++
<i>Porcellanidae</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Trapeziidae</i>	+++	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetralidae</i>	+++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Varunidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Xanthidae</i>	+++	+++	+++	+++	++	+++	+	-	-	-	-	-
Stomatopoda												
<i>Gonadactyllidae</i>	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Suku	Terumbu Karang				Lamun				Mangrove			
	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Pari	Tikus	Burung	Kongsi
Oratosquillidae	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Malacostraca												
Penaeidae	-	-	-	-	+	-	+++	+++	+	+	++	++
Caridean												
Alpheidae	++	++	+	+	+	++	++	+	+	++	+++	+++
Athanas	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	++	++
Synalpheidae	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	++	++
Anomura												
Coenobitidae	+++	+++	+	+	+	++	-	-	++	++	+	+
Paguridae	+++	+++	+	+	+	++	-	+	+	++	++	+

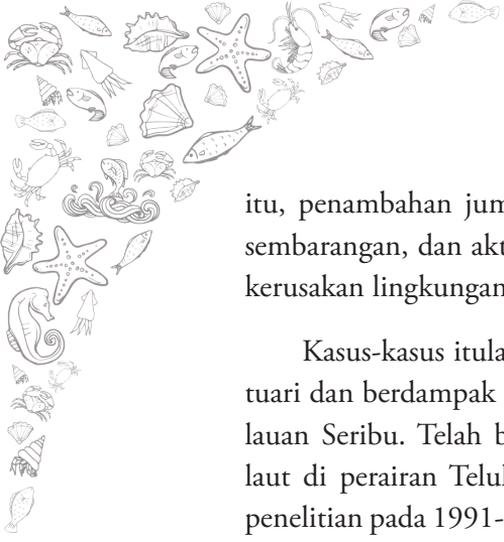
Keterangan: +++ = banyak ditemukan; ++ = sedang; + = ada (ditemukan); = tidak ada (tidak ditemukan)

2. Kondisi Fauna Krustasea Dahulu dan Sekarang (Lima Tahun Terakhir)

Sejalan dengan makin pesatnya pembangunan di segala bidang yang banyak menimbulkan persoalan baru, terjadi tarik-menarik kepentingan pelestarian sumber daya alam di satu sisi dengan eksploitasi sumber daya alam untuk memenuhi sektor ekonomi di sisi lainnya^[8]. Manusia telah banyak memanfaatkan sumber daya perairan estuari dengan semena-mena tanpa memperhitungkan batas daya dukung lingkungan tersebut. Akibatnya, beberapa dekade ini sebagian besar perairan estuari, terutama yang berada di Teluk Jakarta dan pulau-pulau di Kepulauan Seribu, mengalami berbagai masalah serius, seperti pencemaran, abrasi yang tinggi, erosi, dan aktivitas wisatawan yang datang setiap saat, serta yang tidak kalah pentingnya adalah pengusaha-pengusaha yang membeli pulau untuk membangun resort-resort atau penginapan mewah di pulau tersebut secara semena-mena.

Pesatnya pembangunan di wilayah Jabodetabek, yang ditandai dengan berdirinya bermacam bangunan dan kawasan industri yang mengandung bahan kimia buangan, diperkirakan memperbesar pencemaran dalam aliran sungai. Air sungai yang tercemar selanjutnya mengalir ke dalam perairan Teluk Jakarta, Kepulauan Seribu, dan sekitarnya. Tanpa pengendalian dan pengawasan yang ketat, problem-problem tersebut akan merusak lingkungan dan kehidupan di sekitarnya. Tidak hanya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

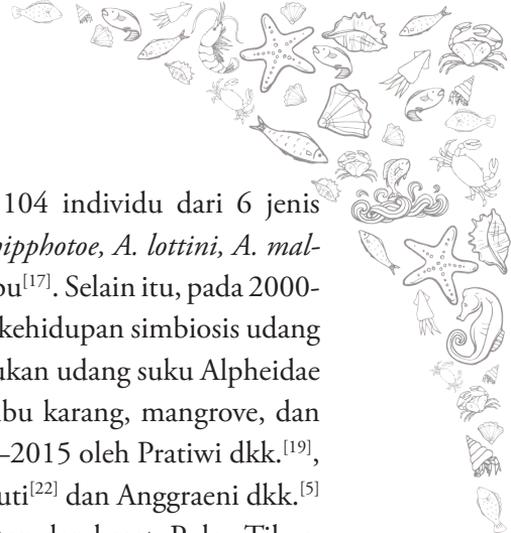


itu, penambahan jumlah penduduk, pembangunan resort-resort secara sembarangan, dan aktivitas manusia (wisatawan) juga berperan terhadap kerusakan lingkungan di daerah estuari^[8].

Kasus-kasus itulah yang memicu kerusakan lingkungan perairan estuari dan berdampak buruk bagi kehidupan biota laut di perairan Kepulauan Seribu. Telah banyak penelitian mengenai lingkungan dan biota laut di perairan Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Sebagai contoh, penelitian pada 1991-1992, oleh Pratiwi dkk.^[7]; 1994 oleh Hakim dkk.^[8]; 1996 oleh Susana^[9]; 1996 oleh Rochyatun^[10]; dan 1996 oleh Rositasari^[11]. Pada periode tahun 2000-an, penelitian dilakukan oleh Susana^[12] serta Sari dkk.^[13] yang semuanya menyimpulkan bahwa telah terjadi pencemaran yang sangat tinggi dan berpengaruh pada biota laut. Rositasari^[11] serta Susana dan Rositasari^[14] menemukan adanya foraminifera jenis *Ammonia beccarii* forma 1 yang tumbuh abnormal pada perkembangan cangkangnya.

Penelitian khusus krustasea pernah dilakukan oleh Romimohtarto dan Moosa^[15] di Kepulauan Seribu, termasuk Gugusan Pulau Pari, sebelum tahun 1977. Saat itu, masih ditemukan beberapa krustasea hidup di karang batu, seperti suku Hapalocarcinidae dan suku Trapeziidae; marga *Cymo*, *Neoliomera* dan *Alpheus*, serta beberapa jenis yang hidup sebagai simbiosis komensal pada binatang lain, seperti beberapa jenis dari marga *Synalpheus*, *Lissocarcinus* dan jenis-jenis dari suku *Pinnotheridae*. Hasil penelitian yang sama berhasil mengoleksi 13 jenis udang ronggeng (*Stomatopoda*), 18 jenis udang peletok (*Alpheidae*), 1 jenis udang karang (*Palinuridae*), 2 jenis kelomang darat (*Coenobitidae*), dan 113 jenis kepiting (*Brachyura*) sehingga seluruhnya tercatat sebanyak 147 jenis krustasea.

Pada tahun 1974–1979, dilakukan penelitian tentang kepiting (*Brachyura*) dari suku Portunidae (rajungan) oleh Romimohtarto dan Moosa^[15]. Suku *Portunidae* di Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu diperkirakan terdiri dari 46 jenis dan 14 di antaranya biasa dikonsumsi. Jenis rajungan dari Kepulauan Seribu yang umum dikonsumsi adalah *Podophthalmus vigil*, *Scylla serrata*, *Portunus sanguinolentus*, *P. pelagicus*, *Charybdis truncate*, *C. natator*, *C. callianassa*, *C. anisodon*, *C. feriatus*, *Thalamita prymna*, *T. spinimana*, *T. crenata* dan *T. danae*^[16].

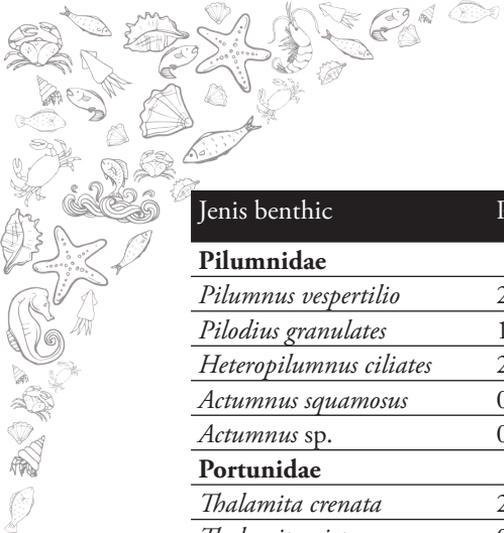


Pada 1997–1999, ditemukan sebanyak 104 individu dari 6 jenis udang, yaitu *Alpheus edamensis*, *A. facetus*, *A. hipphotoe*, *A. lottini*, *A. mal-leodigitus*, dan *A. parvirostris* di Kepulauan Seribu^[17]. Selain itu, pada 2000-an, Pratiwi^[18] melakukan penelitian mengenai kehidupan simbiosis udang Alpheid di gugusan Pulau Pari, dan ia menemukan udang suku Alpheidae dalam jumlah cukup banyak di daerah terumbu karang, mangrove, dan lamun. Namun, penelitian terbaru pada 2010–2015 oleh Pratiwi dkk.^[19], Pratiwi^[20], Widyastuti dan Pratiwi^[21], Widyastuti^[22] dan Anggraeni dkk.^[5] di Gugusan Pulau Pari (Pulau Pari bagian selatan dan barat, Pulau Tikus, Pulau Burung, dan Pulau Kongsi bagian utara serta selatan) menyatakan bahwa beberapa jenis krustasea semakin sedikit di pulau-pulau tersebut. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10.

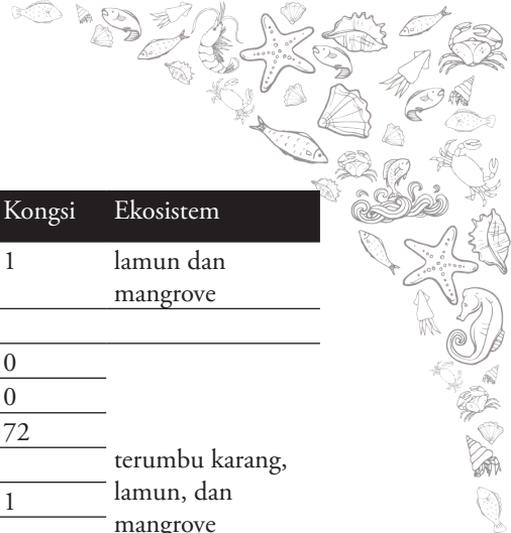
Tabel 10. Kepadatan Bentik Krustasea di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (ind/m²), Tahun 2010–2015^[4,17,19]

Jenis benthic	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Ekosistem
BRAHYURA					
Callapidae					
<i>Callapa callapa</i>	1	1	0	0	terumbu karang
<i>Calappa bicornis</i>	0	1	1	0	
<i>Callappa hepatica</i>	2	0	0	2	
Dromiidae					
<i>Dromidia</i> sp.	0	1	0	0	
Galenidae					
<i>Halimede fragifer</i>	1	1	0	0	
Grapsidae					
<i>Pachygrapsus plicatus</i>	0	1	2	1	mangrove
<i>Grapsus albolineatus</i>	1	1	29	33	
<i>Metopograpsus frontalis</i>	3	0	45	27	
<i>Metopograpsus latifrons</i>	0	0	52	68	
<i>Metopograpsus thukuhar</i>	0	0	34	12	
Macrophthalmidae					
<i>Macrophthalmus boscii</i>	1	2	1	0	
Ocypodidae					
<i>Ocyode stimpsoni</i>	5	1	1	1	di pantai daerah terumbu karang dan lamun
<i>Ocyode ceratophthalmus</i>	1	0	0	1	
<i>Ocyode cordimanus</i>	1	1	1	0	
Majidae					
<i>Tiarinia angusta</i>	0	1	1	0	lamun
<i>Tiarinia cornigera</i>	0	0	35	40	
<i>Tiarinia depressa</i>	0	0	22	15	
<i>Menaethius monoceros</i>	0	11	0	0	
<i>Micippa</i> sp.	0	2	4	2	

Buku ini tidak diperjualbelikan.



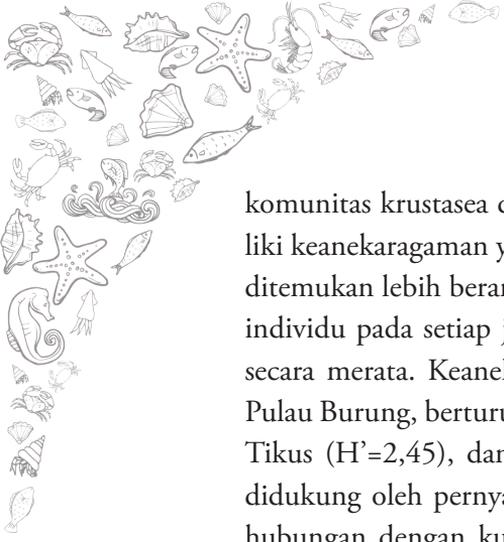
Jenis benthic	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Ekosistem
Pilumnidae					
<i>Pilumnus vespertilio</i>	2	1	7	7	terumbu karang
<i>Pilodius granulatus</i>	1	2	8	4	
<i>Heteropilumnus ciliates</i>	2	5	0	0	
<i>Actumnus squamosus</i>	0	3	0	0	
<i>Actumnus sp.</i>	0	2	0	0	
Portunidae					
<i>Thalamita crenata</i>	2	31	165	283	lamun dan mangrove
<i>Thalamita picta</i>	0	4	17	25	
<i>Thalamita admete</i>	2	13	21	8	
<i>Thalamita prymna</i>	0	3	13	29	
<i>Portunus granulatus</i>	0	0	3	2	
<i>Portunus sp.</i>	0	3	0	0	
Porcellanidae					
<i>Petrolisthes asiaticus</i>	1	1	0	0	terumbu karang
<i>Petrolisthes hastatus</i>	0	6	8	0	
<i>Pisidia serratifrons</i>	1	2	1	0	
Sesarmidae					
<i>Perisesarma semperi</i>	0	3	11	7	mangrove
Trapeziidae					
<i>Trapezia areolata</i>	1	1	14	0	terumbu karang
<i>Trapezia cymodoce</i>	0	0	33	2	
Tetralidae					
<i>Cymo sp.</i>	2	2	12	0	
Varunidae					
<i>Varuna yui</i>	0	0	1	0	mangrove
Xanthidae					
<i>Xanthias sp.</i>	1	1	0	0	terumbu karang
<i>Euxanthus exsculptus</i>	2	1	4	23	
<i>Xanthias lamarcki</i>	0	1	6	0	
<i>Pilodius areolatus</i>	2	2	16	37	
<i>Chlorodiella nigra</i>	2	5	8	1	
<i>Etisus sp.</i>	5	3	3	0	
<i>Chlorodiella sp.</i>	2	1	4	0	
<i>Platypodia granulose</i>	2	1	1	2	
<i>Leptodius exaratus</i>	0	1	8	5	
<i>Actaeodes tomentosus</i>	5	3	24	5	
<i>Atergatis floridus</i>	1	2	19	3	
<i>Banareia sp.</i>	1	4	0	0	
MALACOSTRACA					
Penaeidae					



Jenis benthic	Pari	Tikus	Burung	Kongsi	Ekosistem
<i>Penaeus merguensis</i>	1	1	3	1	lamun dan mangrove
Alpheidae					
<i>Alpheus lobidens</i>	17	1	63	0	terumbu karang, lamun, dan mangrove
<i>Alpheus lottini</i>	33	3	0	0	
<i>Alpheus euprosyne</i>	5	2	45	72	
Athanas					
<i>Athanas</i> sp.	1	0	1	1	
Synalpheidae					
<i>Synalpheus</i> sp.	0	0	1	2	
STOMATOPODA					
Gonadactyllidae					
<i>Gonodactylus ciragra</i>	2	1	0	1	terumbu karang
Oratosquillidae					
<i>Harpiosquilla harpax</i>	1	2	0	3	
ANOMURA					
Coenobitidae					
<i>Coenobita rugosus</i>	1	21	117	28	terumbu karang, lamun, dan mangrove
Paguridae					
<i>Pagurus</i> sp.	14	5	122	20	
Jumlah Suku	23	23	23	23	
Jumlah Jenis	30	34	50	46	
Jumlah Individu	558	498	572	339	
Indeks Keanekaragaman (H')	1,04	2,45	3,10	2,75	
Indeks Kemerataan (E)	0,16	0,26	0,53	0,78	
Indeks Dominansi (C)	0,23	0,18	0,35	0,88	

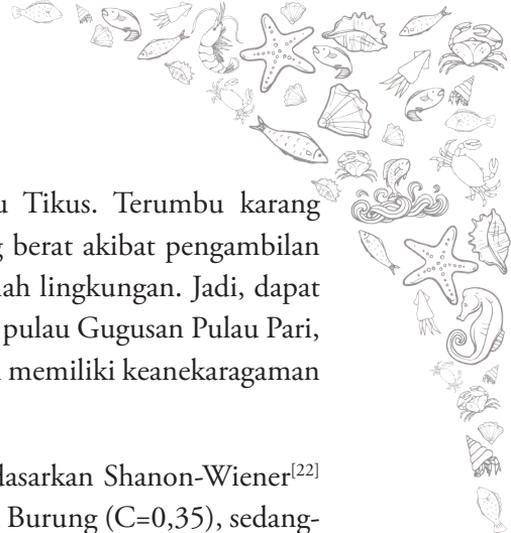
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada 1970-an hingga 2000-an, masih banyak ditemukan jenis krustasea (udang, kepiting, dan kelomang) dalam jumlah jenis dan individu yang banyak. Namun, penelitian pada 2010 hingga 2015 hanya ditemukan jenis dan jumlah individu krustasea yang hanya sedikit. Hal ini menandakan banyak sekali jenis-jenis krustasea yang sudah mengalami kepunahan seiring dengan adanya degradasi dan kerusakan lingkungan di ekosistem yang ada di sekitarnya.

Bila dilihat dari hasil penelitian yang didapat (2010–2015), perhitungan Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener^[22] pada masing-masing pulau berkisar 1,04–3,10. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa



komunitas krustasea di pulau-pulau tersebut dapat dikategorikan memiliki keanekaragaman yang tinggi hingga sedang. Hal ini karena jenis yang ditemukan lebih beraneka ragam atau bervariasi yang artinya penyebaran individu pada setiap jenis tidak ada yang terlalu menonjol dan tersebar secara merata. Keanekaragaman yang tertinggi ($H' = 3,10$) terdapat di Pulau Burung, berturut-turut diikuti oleh Pulau Kongsi ($H' = 2,75$), Pulau Tikus ($H' = 2,45$), dan yang terendah ($H' = 1,04$) di Pulau Pari. Hal ini didukung oleh pernyataan Sinaga^[26] bahwa keanekaragaman fauna berhubungan dengan kualitas habitat pada suatu perairan. Semakin beragam ekosistem dan substrat pada habitat, semakin beragam fauna yang hidup di dalamnya. Menurut Odum^[23], keanekaragaman mencakup dua hal penting, yaitu banyaknya jenis yang ada dalam suatu komunitas dan kelimpahan dari masing-masing jenis tersebut sehingga makin kecil jumlah jenis dan variasi jumlah individu tiap jenis; atau ada beberapa individu yang jumlahnya jauh lebih besar maka keanekaragaman suatu ekosistem akan mengecil.

Indeks Kemerataan berdasarkan Pielou^[22]; Hammer dkk.^[24] Pulau Kongsi ($J = 0,78$), Pulau Burung ($J = 0,53$), Pulau Tikus ($J = 0,26$), dan Pulau Pari ($J = 0,16$), menunjukkan nilai komposisi individu tiap jenis yang terdapat dalam suatu komunitas tersebut berada dalam keseimbangan. Nilai indeks yang mendekati 1 menunjukkan penyebaran dari tiap jenis relatif sama^[24]. Indeks Kemerataan yang tertinggi ($J = 0,78$) adalah Pulau Kongsi dan yang terendah ($J = 0,16$) adalah Pulau Pari. Nilai tersebut menggambarkan bahwa penyebaran individu cenderung bersifat seragam atau relatif sama. Menurut Vimono^[25], Indeks Kemerataan Pielou (J) yang mendekati angka 1 atau sama dengan 1 menunjukkan bahwa sebaran biota relatif stabil pada suatu perairan. Berdasarkan hasil analisis Indeks Kemerataan Pielou (J), Pulau Kongsi dan Pulau Burung memiliki pola sebaran kepiting yang lebih merata dengan habitat yang bervariasi dibandingkan dengan Pulau Tikus dan Pulau Pari. Kondisi tersebut karena jenis krustasea yang ditemukan sangat bervariasi dengan kondisi lingkungan sekitar pulau-pulau tersebut yang juga sangat berbeda satu dengan lainnya. Pulau Kongsi dan Pulau Burung memiliki substrat lebih beragam, mulai dari pasir, lumpur, dan pecahan batu karang. Selain itu, ditemukan juga ekosistem (lamun dan mangrove) yang lebih lebat



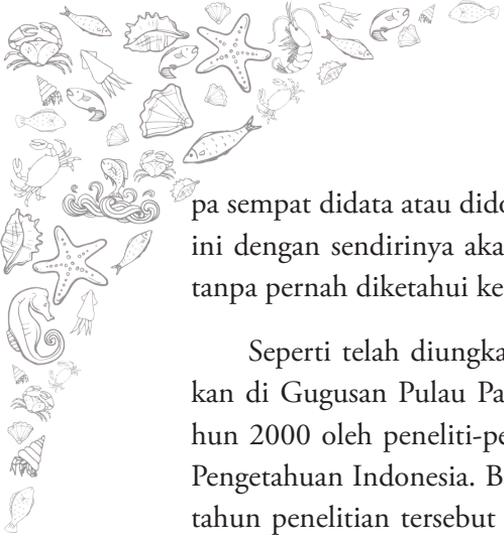
dibandingkan dengan Pulau Pari dan Pulau Tikus. Terumbu karang juga masih belum mengalami kerusakan yang berat akibat pengambilan terumbu karang dan ikan hias yang tidak ramah lingkungan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa biota yang ada di perairan pulau Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, khususnya krustasea, masih memiliki keanekaragaman yang tinggi sampai dengan sedang.

Analisis Indeks Dominansi tertinggi berdasarkan Shanon-Wiener^[22] berada pada Pulau Kongsu ($C=0,88$) dan Pulau Burung ($C=0,35$), sedangkan dominansi terendah berada di Pulau Pari ($C=0,23$) dan Pulau Tikus ($C=18$). Indeks dominansi Pulau Kongsu dan Pulau Burung adalah yang tertinggi dibandingkan dengan nilai indeks lainnya. Hal tersebut karena terdapat dominansi jenis krustasea tertentu dan adanya habitat yang tidak beragam^[25]. Artinya, terdapat jenis krustasea yang hidup mengelompok pada habitat tertentu (lamun) sehingga penyebarannya tidak merata, dan jika ada jenis yang mendominasi, keseimbangan komunitas menjadi tidak stabil dan akan memengaruhi keanekaragaman^[24,26]. Berdasarkan hal tersebut, krustasea yang ditemukan di Pulau Pari dan Pulau Tikus memiliki nilai dominansi rendah. Menurut Hamidy^[27], nilai Indeks Dominansi menunjukkan adanya kekayaan jenis serta keseimbangan jumlah individu tiap jenisnya.

Analisis secara keseluruhan yang mencakup analisis Indeks Keanekaragaman Kemerataan dan Dominansi menunjukkan bahwa keanekaragaman krustasea di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk dalam keanekaragaman tingkat sedang hingga tinggi. Keanekaragaman fauna krustasea dalam penelitian ini masih sangat bervariasi dan masih bisa didapatkan. Namun, keanekaragaman ini perlu dijaga kelestariannya dengan cara tidak merusak habitat dan lingkungannya. Kerusakan habitat dan lingkungan bila berkelanjutan akan menyebabkan hilang dan punahnya biota-biota laut yang ada, termasuk fauna krustasea.

C. Kesimpulan

Keragaman biota merupakan *world heritage*. Kepunahannya akan menjadi kerugian bagi dunia. Banyak biota laut, terutama yang bernilai ekonomi tinggi, habis karena dieksploitasi secara tidak benar (secara besar-besaran) tan-

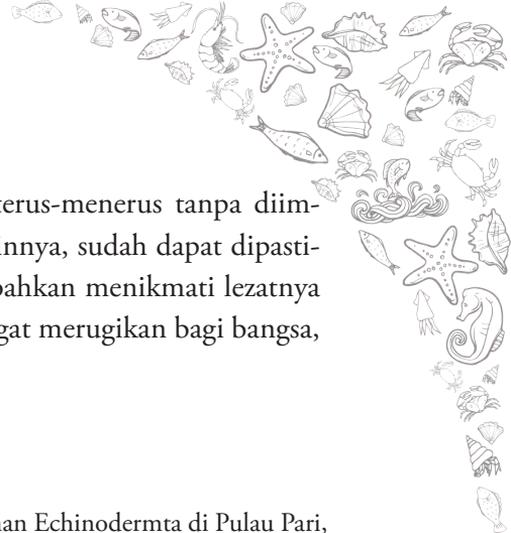


pa sempat didata atau didokumentasikan dan atau dikoleksi sebelumnya. Hal ini dengan sendirinya akan menyebabkan banyak hewan yang sudah punah tanpa pernah diketahui keberadaannya.

Seperti telah diungkapkan, banyak penelitian tentang krustasea dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari tahun 1970 sampai tahun 2000 oleh peneliti-peneliti Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Banyak jenis krustasea yang didapatkan pada tahun-tahun penelitian tersebut tidak lagi ditemukan pada 2010–2015. Jenis-jenis tersebut adalah krustasea dari suku *Hapalocarcinidae*, jenis-jenis dari suku *Pinnotheridae*, udang marga *Synalpheus*, *Lissocarcinus*, jenis kepiting *Charybdis natator*, *C. callianassa*, *C. anisodon*, dan jenis-jenis udang suku *Alpheidae* (*Alpheus edamensis*, *A. facetus*, *A. hippphotoe*, *A. malleodigitus*, dan *A. parvirostris*). Kondisi tersebut diperparah dengan adanya kerusakan dan degradasi habitat di sekitar Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Sebelum suatu jenis biota hilang dari permukaan bumi, perlu dilakukan penelitian secara berkelanjutan, pengumpulan data series setiap 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, atau bahkan lebih dari 30 tahun. Pengumpulan data ini sangat berguna untuk mendukung informasi basis data keberadaan biota laut secara menyeluruh di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Kondisi fauna krustasea dalam kurun waktu lima tahun (2010–2015) menunjukkan bahwa gugusan Pulau Pari masih dapat digolongkan dalam kondisi baik dengan Indeks Keanekaragaman krustasea dalam kategori sedang hingga tinggi. Variasi tipe substrat pada ekosistem merupakan faktor yang memengaruhi keanekaragaman krustasea. Keanekaragaman jenis fauna tersebut sangat berhubungan dengan kualitas habitat pada suatu perairan. Semakin beragam ekosistem dan substrat pada habitat, semakin beragam fauna yang hidup di dalamnya.

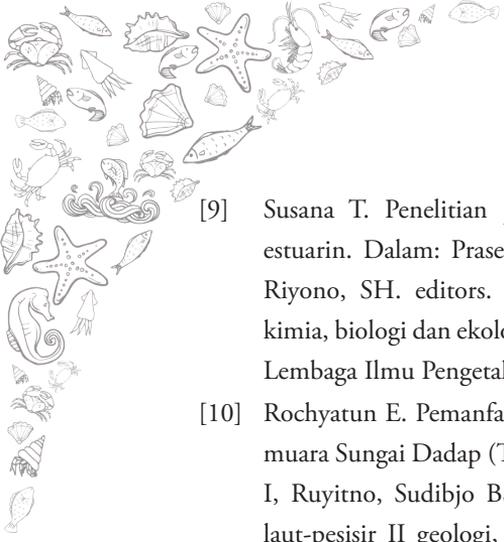
Berdasarkan perhitungan Indeks Keanekaragaman, Pulau Burung dan Pulau Kongsu termasuk kategori keanekaragaman yang tinggi dibandingkan kedua pulau lainnya (Pulau Pari dan Pulau Tikus). Pulau Pari menjadi objek wisata yang sangat ramai dikunjungi, demikian pula Pulau Tikus yang menjadi objek wisata dan *spot diving* yang sangat menjanjikan. Kedua pulau ini lambat laun akan terganggu lingkungannya bila perairannya tidak dijaga dengan baik. Fauna krustasea dan biota lainnya akan hilang dan punah karena habitat dan ekosistem atau lingkungannya rusak.



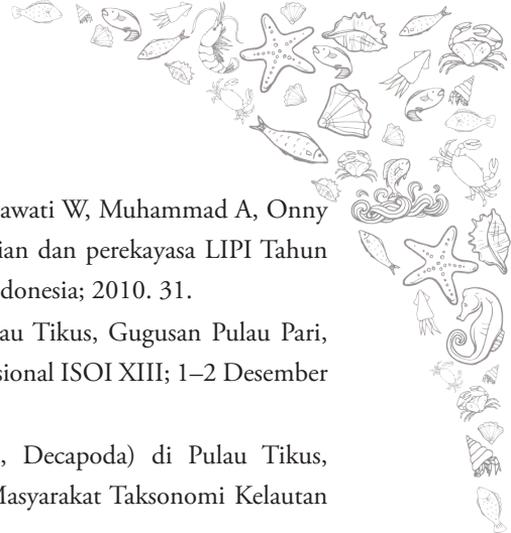
Seiring dengan perkembangan wisata yang terus-menerus tanpa diimbangi upaya konservasi krustasea dan biota laut lainnya, sudah dapat dipastikan generasi penerus tidak bisa lagi melihat atau bahkan menikmati lezatnya lobster, udang, atau kepiting. Hal ini tentunya sangat merugikan bagi bangsa, negara dan dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supono, Arbi, U.Y 2012. Kelimpahan dan keragaman Echinodermata di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2012;4(1):114–120.
- [2] Septiyadi A. Pengaruh material lamun buatan terhadap keanekaragaman dan kelimpahan Crustacea di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu [skripsi]. [Jakarta]: Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2011. 90.
- [3] Direktorat Pulau-Pulau Kecil Indonesia. Pulau Pari [internet]. Jakarta: Direktorat Pulau-Pulau Kecil Indonesia; 2012 [cited 2018 Jun, 7]. Available from: http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/4249
- [4] Anggraeni P, Elfidasari D, Pratiwi R. Sebaran kepiting (*Brachyura*) di Pulau Tikus, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas*; 20 Desember 2015; Depok. Universitas Indonesia; 2015; 1(2): 213–221.
- [5] Pratiwi, R. Keanekaragaman jenis dan preferensi habitat kepiting marga *Trapezia* dan *Tetralia* di terumbu karang Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Seminar Ilmiah Nasional Buku Panduan dan Kumpulan Abstrak, Lustrum VII 1955–1990*; Yogyakarta. Fakultas Biologi UGM; 1990.
- [6] Suryani M. Ekologi kepiting bakau (*Scylla serrata* Forskal) dalam ekosistem mangrove di enggano Provinsi Bengkulu [Tesis]. [Semarang]: Universitas Diponegoro; 2006. 91.
- [7] Pratiwi R, Hakim IA, Aswandy I, Genisa A S, Mudjiono. Komunitas fauna epibiotik padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Dalam: Praseno DP, Atmadja WS, Supangkat I, Ruyitno, Sudibjo BS, Riyono SH, editors. *Inventarisasi dan pesisir II geologi, kimia, biologi dan ekologi*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Evaluasi Potensi Laut Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1997. 62–71.
- [8] Hakim IA, Aswandy I, Mudjiono. Komunitas bentos di padang lamun Pulau Pari, Pulau-Pulau Seribu. *Kongres dan Seminar Biologi XI*; 24–27 Juli 1995; Depok. Universitas Indonesia; 16 hal.



- [9] Susana T. Penelitian pendahuluan karakteristik senyawa nitrogen di perairan estuarin. Dalam: Praseno DP, Atmadja WS, Supangkat I, Ruyitno, Sudibjo BS, Riyono, SH. editors. Inventarisasi dan evaluasi potensi laut-pesisir II geologi, kimia, biologi dan ekologi. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1997. 14–24.
- [10] Rochyatun E. Pemanfaatan kadar logam berat (Pb, Cd dan Cr) dalam sedimen di muara Sungai Dadap (Teluk Jakarta). Dalam: Praseno DP, Atmadja WS, Supangkat I, Ruyitno, Sudibjo BS, Riyono SH, editors. Inventarisasi dan evaluasi potensi laut-pesisir II geologi, kimia, biologi dan ekologi. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1997. 25–30.
- [11] Rositasari R. Variasi jenis dan abnormalitas bentuk cangkang *Ammonia* (Foraminifera) di muara Sungai dadap, Teluk Jakarta. Dalam: Praseno DP, Atmadja WS, Supangkat I, Ruyitno, Sudibjo BS, Riyono SH, editors. Inventarisasi dan evaluasi potensi laut-pesisir II geologi, kimia, biologi dan ekologi. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1997. 7–13.
- [12] Susana T. Polutan detergen dan permasalahannya dengan biota perairan Kepulauan Seribu. Jakarta: Prosiding Lingkungan Tropis Edisi Khusus Buku 2; 2008. 369–380.
- [13] Sari MD, Susana T, Picalouhatta S, Lastrini S. Dampak detergen terhadap kualitas air di perairan Kepulauan Seribu bagian selatan Teluk Jakarta. Dalam: Ruyitno, M. Muchtar, Pramudji, Sulistijo, T. Susana, Fahmi, editors. Dinamika ekosistem perairan Kepulauan Seribu Teluk Jakarta. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 2010. 1–12.
- [14] Susana T, Rositasari R. Dampak detergen terhadap foraminifera di perairan Kepulauan Seribu Bagian selatan, Teluk Jakarta. Oldi. 2009;35(3):333–350.
- [15] Romimohtarto K, Kasim MK. Fauna Crustacea dari pulau air Pulau-pulau Seribu. Dalam: Hutomo M, editor. Teluk Jakarta. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1977. 311–326.
- [16] Rositasari R, Puspitasari R, Nurhati IS, Purbonegoro T, Yogaswara D. 5 dekade LIPI di Teluk Jakarta 1970–2015. Review penelitian oseanografi di Teluk Jakarta Pusat. Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2017; 150.
- [17] Pratiwi R. Kehidupan simbiosis udang *Alpheus* spp. di Kepulauan Seribu dan Teluk Banten. Dalam: Atmadja WS, Supangkat I, Ruyitno, Sudibjo BS, Riyono SH, editors. Pesisir dan pantai Indonesia VI. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 2001. 165–180.



- [18] Pratiwi R, Pradina P, Nurul DMS, Sasanti RS, Ernawati W, Muhammad A, Onny NM. Laporan akhir program insentif riset penelitian dan perekayasa LIPI Tahun Anggaran 2010: Preservasi Biota Laut Komersial Indonesia; 2010. 31.
- [19] Pratiwi R. Pengamatan kepiting *Brachyura* di Pulau Tikus, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional ISOI XIII; 1–2 Desember 2016; Surabaya: 2016. 130–139.
- [20] Widyastuti E, Pratiwi R. Xanthidae (Crustacea, Decapoda) di Pulau Tikus, Kepulauan Seribu. Prosiding Seminar Nasional. Masyarakat Taksonomi Kelautan Indonesia (MATAKI); Jakarta. 2012. 259–273.
- [21] Widyastuti E. Krustasea di Pulau Pari. Dalam: Herandarudewi SMC, Sam W, Muhammad A, editors. Keanekaragaman hayati di Pulau Pari. Jakarta: UPT. LPKSDMO Pulau Pari LIPI; 2014. 174–198.
- [22] Krebs CJ. Ecological methodology. New York: Harper and Row; 1989. 201.
- [23] Odum EP. Fundamental of ecology. Philadelphia: W.E Saunders; 1971. 107.
- [24] Hammer H, Ryan DAT, Past PD. Paleontological statistics. Software Version 1,82 B. 2001.
- [25] Vimono IB. Echinodermata di terumbu karang Kepulauan Leti. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 2011. 54
- [26] Sinaga T. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir [skripsi]. [Medan]: Universitas Sumatera Utara; 2009. 69
- [27] Hamidy R. Struktur dan keragaman komunitas kepiting di kawasan hutan mangrove stasiun kelautan Universitas Riau, Desa Purnama Dumai. J of. Env. Science. 2010;2(4):81–90.





BAB V

KONDISI FAUNA KEPITING

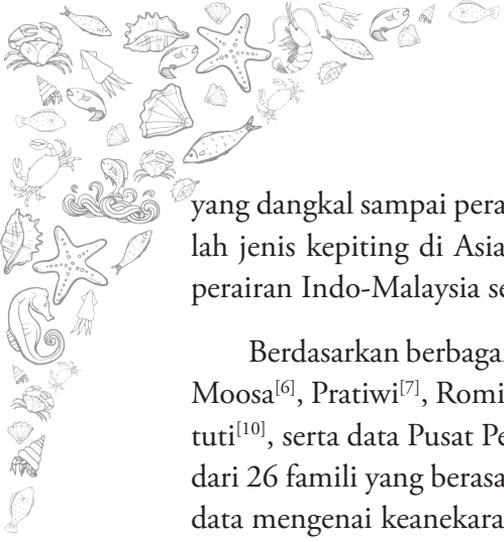
DI PERAIRAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

ERNAWATI WIDYASTUTI DAN TYANI FITRIAN

A. Gambaran Umum

Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan pulau kecil yang mempunyai ekosistem perairan dangkal. Ekosistem perairan dangkal di pulau-pulau kecil dapat dijadikan objek wisata bahari yang berdampak pada sumber penghasilan masyarakat sekitar. Mengingat pengembangan Pulau Pari saat ini lebih banyak pada kegiatan wisata bahari yang mengandalkan ekosistem laut, kita perlu mengetahui kondisi ekosistem di perairan tersebut. Salah satunya dengan melakukan berbagai kajian yang berhubungan dengan keanekaragaman biota laut di sana. Kondisi keanekaragaman biota laut dapat diamati dari berbagai biota. Salah satu biota yang dapat diamati sebagai indikator untuk mengetahui kondisi ekosistem adalah *Crustacea* (kepiting) pada suatu perairan.

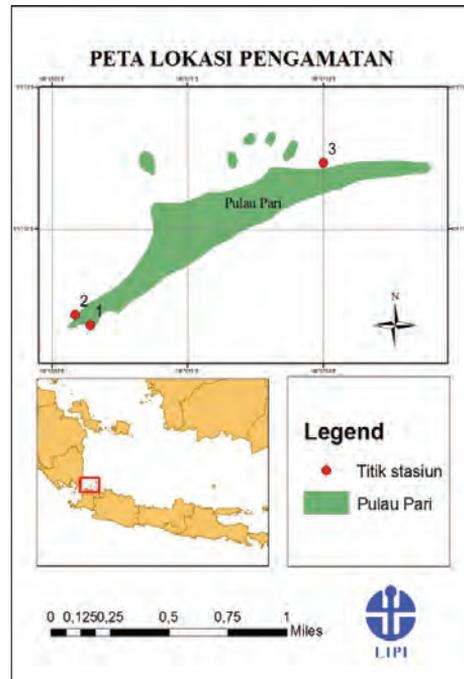
Kepiting atau *true crab* termasuk dalam infraordo *Brachyura* dari ordo *Decapoda*, subphylum *Crustacea*, phylum *Arthropoda*. *Crustacea* secara ekologis merupakan sumber makanan penting bagi ikan dan predator lain. Sebaliknya, *Crustacea* juga sering menjadi predator bagi makhluk kecil lainnya. Jumlah *Crustacea* di seluruh dunia diperkirakan mencapai 66.914 jenis^[1], sedangkan jumlah jenis untuk kelompok kepiting (*Brachyura*) ada 6.793^[2]. Kepiting merupakan salah satu kelompok *Crustacea* yang hidup di laut. Kepiting dapat hidup di berbagai ekosistem, seperti ekosistem mangrove, lamun, maupun terumbu karang, dan dapat ditemukan dari perairan



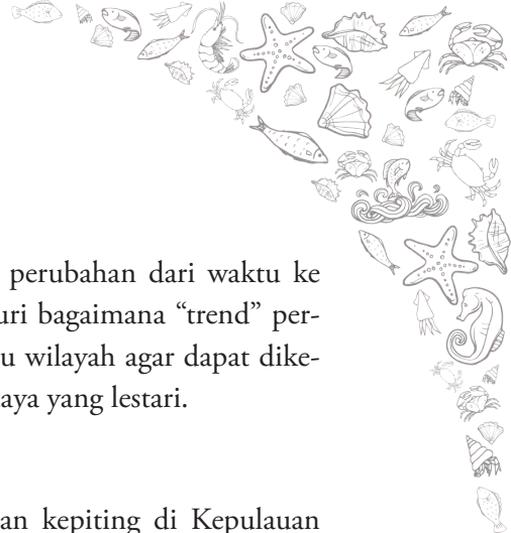
yang dangkal sampai perairan yang dalam. Serène berpendapat bahwa jumlah jenis kepiting di Asia Tenggara sekitar 2.500 jenis dan yang hidup di perairan Indo-Malaysia sebanyak lebih dari 1.000 jenis^[3].

Berdasarkan berbagai literatur, seperti Anggraeni dkk.^[4], Moosa dkk.^[5], Moosa^[6], Pratiwi^[7], Romimohtarto dan Moosa^[8], Toro dkk.^[9], dan Widyasuti^[10], serta data Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, ada 161 jenis kepiting dari 26 famili yang berasal dari perairan sekitar Kepulauan Seribu. Namun, data mengenai keanekaragaman kepiting di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, belum banyak ditemukan. Sebagian besar penelitian yang dilakukan adalah dari daerah lain di Kepulauan Seribu ataupun dari Gugusan Pulau Pari, bukan secara khusus dilakukan di Pulau Pari. Dalam kesempatan ini, penulis telah melakukan penelusuran referensi untuk data keanekaragaman kepiting dari Pulau Pari, Gugusan Pulau Pari, dan Kepulauan Seribu. Selain dari berbagai artikel, penulis juga menelusuri data yang ada di Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, serta mengambil data secara langsung sehingga dapat mengetahui kondisi fauna kepiting yang ada di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, saat ini.

Penelitian mengenai kondisi fauna kepiting saat ini di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dilaksanakan pada April 2018. Pengambilan data dilakukan di daerah intertidal pada saat air laut dalam keadaan surut terendah. Kepiting diambil dengan dua metode, yaitu transek garis dan koleksi bebas. Data kepiting diperoleh dari tiga lokasi di Pulau Pari, yaitu lokasi 1 di bagian selatan Pulau Pari, lokasi 2 di bagian utara Pulau Pari, dan lokasi 3 di bagian timur Pulau Pari (Gambar 18).



Gambar 18. Lokasi Pengambilan Sampel Kepiting di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

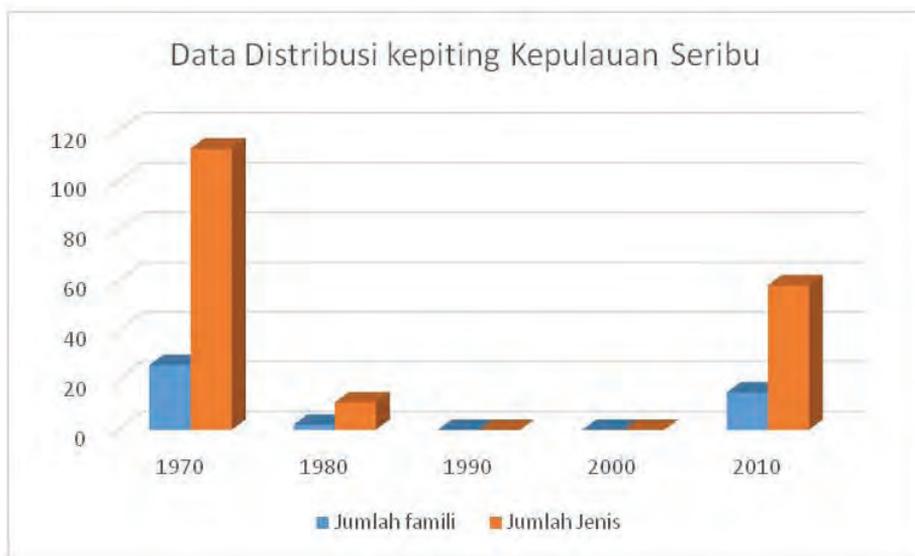


B. Kondisi Fauna Kepiting

Kondisi fauna kepiting di Pulau Pari mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Salah satu hal yang penting untuk ditelusuri bagaimana “trend” perubahan kondisi keberadaan fauna kepiting di suatu wilayah agar dapat dikelola dengan baik sehingga dapat menjadi sumber daya yang lestari.

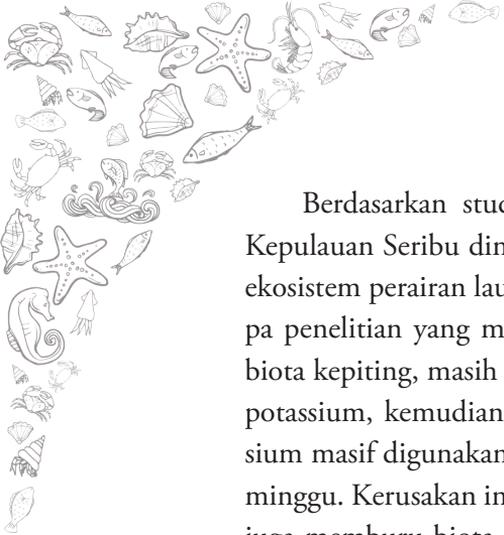
1. Kondisi dari tahun 1970–2010

Berdasarkan penelusuran data keanekaragaman kepiting di Kepulauan Seribu 1970–2010, tercatat ada 161 jenis kepiting. Dalam data tahun 1970, tercatat ada 113 jenis kepiting dari 26 famili. Dalam data 1980, jumlah kepiting menurun menjadi 11 jenis dari 2 famili dan semakin menurun pada 1990–2000. Hal ini kemungkinan besar karena data distribusi kepiting masih dianggap belum terlalu penting pengaruhnya terhadap kondisi lingkungan. Namun, pada tahun 2010, mulai banyak penelitian tentang keanekaragaman kepiting. Berdasarkan penelusuran data tahun 2010, ditemukan 58 jenis kepiting dari 15 famili, seperti terlihat pada Gambar 19.



Sumber: Reference Collection Pusat Penelitian Oseanografi LIPI^[4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] dan *Reference Collection* Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

Gambar 19. Data Keanekaragaman Kepiting di Kepulauan Seribu, Tahun 1970–2010

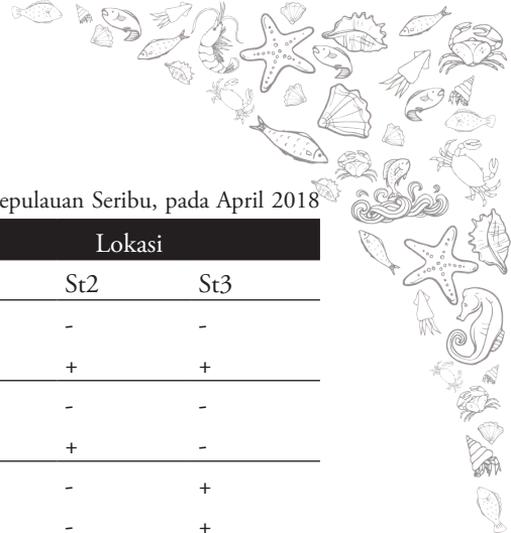


Berdasarkan studi literatur, periodisasi^[11] kerusakan ekosistem di Kepulauan Seribu dimulai dari tahun 1970-an. Pada awal 1970, kondisi ekosistem perairan laut masih sangat baik. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian yang menyatakan bahwa jenis-jenis biota laut, khususnya biota keping, masih melimpah. Pada 1980-an, nelayan sudah mengenal potasium, kemudian pada akhir 1980-an sampai awal 1990-an, potasium masif digunakan, bahkan jumlahnya mencapai 250 kg/nelayan tiap minggu. Kerusakan ini semakin diperparah dengan aktivitas nelayan yang juga memburu biota laut untuk memenuhi permintaan pasar ikan hias. Pada pertengahan 1980-an, pertumbuhan penduduk cukup tinggi dan penambangan batu karang mulai meningkat. Penambangan karang semakin meningkat untuk memenuhi kebutuhan reklamasi pulau oleh masyarakat dan pembangunan resort. Pada tahun yang sama, terjadi *tragedy of the common* kerusakan ekosistem laut (karang lebar) dan awal kerusakan laut karena pembuangan limbah minyak kapal. Hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan jumlah biota yang berasosiasi pada ekosistem laut pada 1980-an hingga 2000-an.

Pada 2000–2010, wilayah tangkapan ikan semakin jauh dan jumlah tangkapan ikan semakin kecil sehingga jasa wisata menjadi alternatif utama untuk masyarakat setempat. Namun, jasa wisata bahari menimbulkan masalah baru, yaitu krisis ekosistem dan krisis agraria. Oleh karena itu, minat para peneliti untuk mengeksplorasi keanekaragaman biota sudah mulai berkembang pada 2010 sehingga data keanekaragaman keping sangat meningkat pada tahun tersebut.

2. Kondisi Saat ini

Berdasarkan hasil penelitian di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada April 2018, diperoleh sebanyak 54 jenis keping dari 27 marga dan 9 famili, yaitu *Dromiidae*, *Epiplatidae*, *Grapsidae*, *Macrophthalmidae*, *Majidae*, *Ocyropodidae*, *Pilumnidae*, *Portunidae*, dan *Xanthidae*, seperti terlihat pada Tabel 11.



Tabel 11. Jenis-jenis kepiting yang diperoleh dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada April 2018

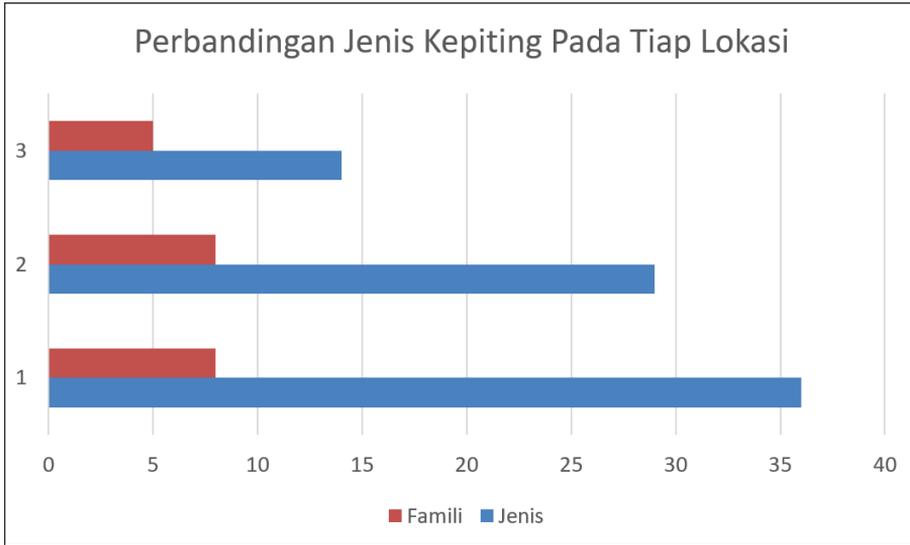
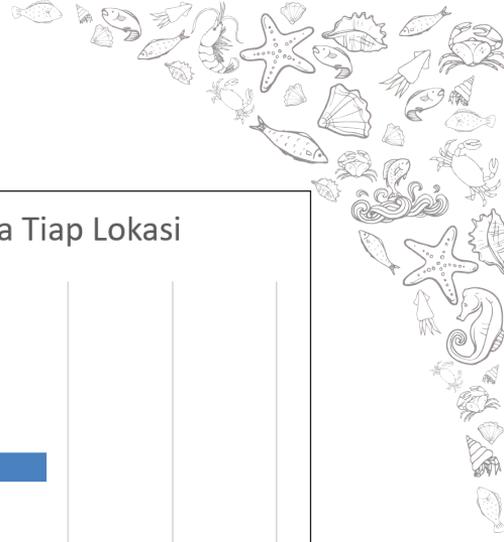
Famili	Jenis	Lokasi		
		St1	St2	St3
Dromiidae	<i>Cryptodromia</i> sp.	+	-	-
	<i>Dromia</i> sp.	-	+	+
Epiplatidae	<i>Criocarcinus superciliosus</i>	+	-	-
	<i>Menaethius monoceros</i>	+	+	-
Grapsidae	<i>Grapsus albolineatus</i>	-	-	+
	<i>Metopograpsus oceanicus</i>	-	-	+
	<i>Metopograpsus</i> sp.	-	+	+
Macrophthalmidae	<i>Macrophthalmus bosci</i>	-	+	-
	<i>Macrophthalmus latreillei</i>	-	+	-
	<i>Macrophthalmus verreauxi</i>	+	+	-
Majidae	<i>Micippa thalia</i>	+	-	-
Ocypodidae	<i>Ocypode stimpsoni</i>	-	-	+
	<i>Ocypode</i> sp.	-	-	+
	<i>Uca annulipes</i>	-	-	+
	<i>Uca coarctata</i>	+	-	+
	<i>Uca vocans</i>	-	+	+
	<i>Uca</i> sp.	+	-	-
Pilumnidae	<i>Actumnus</i> sp.	+	+	-
	<i>Actumnus squamosum</i>	-	+	-
	<i>Heteropilumnus</i> sp.	-	+	-
	<i>Pilumnus heterodon</i>	+	+	-
	<i>Pilumnus minutus</i>	+	+	-
	<i>Pilumnus tomentosus</i>	+	-	-
	<i>Pilumnus vespertilio</i>	+	+	-
	<i>Pilumnus</i> sp.	+	+	-
Portunidae	<i>Thalamita admete</i>	+	+	-
	<i>Thalamita crenata</i>	+	+	+
	<i>Thalamita pelsarti</i>	+	+	-
	<i>Thalamita prymna</i>	+	-	-
Xanthidae	<i>Actaea</i> sp.	+	-	-
	<i>Actaeodes hirsutissimus</i>	+	-	-
	<i>Actaeodes tomentosus</i>	+	+	-
	<i>Actaeodes</i> sp.	-	+	-
	<i>Chlorodiella cytherea</i>	+	-	-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Famili	Jenis	Lokasi		
	<i>Chlorodiella nigra</i>	+	+	-
	<i>Chlorodiella</i> sp.	+	+	-
	<i>Etisus laevimanus</i>	+	+	-
	<i>Etisus electra</i>	+	-	-
	<i>Etisus rhynchoporus</i>	+	-	-
	<i>Lachnopus subacutus</i>	-	+	-
	<i>Lachnopus</i> sp.	-	+	-
	<i>Leptodius exaratus</i>	+	+	+
	<i>Liomera</i> sp.	-	-	+
	<i>Ozius rugulosus</i>	-	-	+
	<i>Paraxanthias</i> sp.	+	+	+
	<i>Paraxanthias elegans</i>	-	+	-
	<i>Pilodius nigrocrinitus</i>	+	+	-
	<i>Pilodius spinipes</i>	+	-	-
	<i>Pilodius</i> sp1.	+	+	-
	<i>Pilodius</i> sp2.	+	-	-
	<i>Platypodia granulosa</i>	+	-	-
	<i>Platypodia anaglypta</i>	+	-	-
	<i>Xanthias lamarckii</i>	+	-	-
	<i>Xanthias</i> sp.	+	-	-

Berdasarkan jumlah jenis kepiting, dari lokasi 1 diperoleh 36 jenis dari 8 famili, dari lokasi 2 diperoleh 29 jenis dari 8 famili, dan dari lokasi 3 diperoleh 14 jenis dari 5 famili. Lokasi 1 atau bagian selatan Pulau Pari memiliki jenis yang paling banyak ditemukan. Hal ini dimungkinkan karena lokasi ini merupakan kawasan konservasi UPT LPKSDMO Pulau Pari, sedangkan lokasi 3 atau bagian timur Pulau Pari memiliki jumlah jenis kepiting yang lebih sedikit. Hal ini dimungkinkan karena lokasi ini merupakan daerah wisata yang ramai oleh pengunjung (Gambar 20).

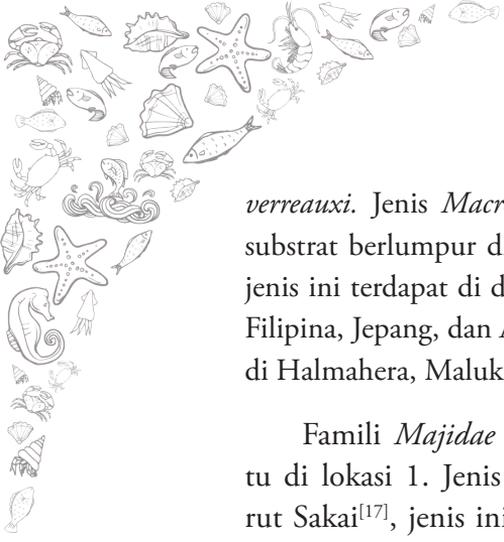


Gambar 20. Grafik Perbandingan Jumlah Jenis dan Famili Kepiting pada Tiap Lokasi Pengamatan di Kawasan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Famili *Dromiidae* ditemukan pada tiap lokasi pengamatan. Jenis yang ditemukan adalah *Cryptodromia* sp dan *Dromia* sp. Spesies yang termasuk ke dalam *Cryptodromia* dicirikan oleh lebar karapas lebih besar atau sama dengan panjang karapas; gigi anterolateral selalu ada, dan tumpul. *Dormiidae* atau yang biasa dikenal dengan *sponge crab* tersebar di New Caledonia, Filipina, Jepang, Laut Indian, Indonesia, dan Australia. Famili ini ditemukan di perairan dangkal (<100 m) pada kedalaman berkisar 30–60 m^[12]. Famili *Epialtidae* juga dapat ditemukan di tiap lokasi pengamatan. Dari famili *Epialtidae*, diperoleh 2 jenis spesies kepiting, yaitu *Criocarcinus superciliosus* dan *Menaethius monoceros*. Kedua jenis kepiting ini banyak ditemukan menempel dan berkamuflase dengan rumput laut. Famili *Grapsidae* ditemukan di 2 lokasi, yaitu di lokasi 2 dan 3. Dari famili *Grapsidae*, diperoleh 3 jenis kepiting, yaitu *Grapsus albolineatus*, *Metopograpsus oceanicus*, *Metopograpsus* sp. Umumnya spesies ini sering dijumpai menempel pada substrat keras, seperti batu dan karang mati.

Famili *Macrophthalmidae* hanya terdapat pada 2 lokasi pengamatan, yaitu di lokasi 1 dan 2. Dari famili ini ditemukan 3 jenis spesies kepiting, yaitu *Macrophthalmus bosci*, *Macrophthalmus latreillei*, *Macrophthalmus*

Buku ini tidak diperjualbelikan.



verreauxi. Jenis *Macrophthalmus latreillei* sering dijumpai pada habitat substrat berlumpur di sepanjang tepi sungai di hutan bakau. Distribusi jenis ini terdapat di daerah Indo-West Pasific dari Afrika Selatan sampai Filipina, Jepang, dan Australia^[13]. Di Indonesia, jenis tersebut ditemukan di Halmahera, Maluku^[14] dan Pulau Kaledupa, Sulawesi^[15] dan Papua^[16].

Famili *Majidae* hanya terdapat pada 1 lokasi pengamatan, yaitu di lokasi 1. Jenis yang ditemukan adalah *Micippa thalia*. Menurut Sakai^[17], jenis ini mendiami dasar lumpur, lumpur berpasir, atau cangkang-cangkang moluska yang rusak dengan kedalaman 20 hingga 100 m, kisaran distribusi spesies ini cukup luas di seluruh wilayah yang lebih hangat di daerah Indo-Pasifik mulai dari Asia Timur, India, Laut Merah dan Pantai Timur Afrika. Famili *Ocypodidae* terdapat di 3 lokasi pengamatan, dari famili *Ocypodidae* ditemukan 6 jenis, yaitu *Ocypode stimpsoni*, *Ocypode* sp, *Uca annulipes*, *Uca coarctata*, *Uca vocans*, dan *Uca* sp. Pada umumnya, habitat famili *Ocypodidae* di sekitar muara sungai maupun di daerah yang banyak ditumbuhi pohon bakau yang memiliki substrat pasir dan pasir berlumpur^[17].

Famili *Pilumnidae* ditemukan di 2 lokasi pengamatan, yaitu di lokasi 1 dan 2, dari famili *Pilumnidae* ditemukan 8 jenis, yaitu *Actumnus squamosum*, *Actumnus* sp, *Heteropilumnus* sp, *Pilumnus heterodon*, *Pilumnus minutus*, *Pilumnus tomentosus*, *Pilumnus vespertilio*, dan *Pilumnus* sp. Kepiting ini mudah dikenali karena memiliki rambut-rambut yang menutupi seluruh bagian luar tubuhnya dan dikenal sebagai *Hairy Crab*. Famili *Portunidae* terdapat di semua lokasi pengamatan, dari famili *Portunidae* ditemukan 4 jenis, yaitu *Thalamita admete*, *Thalamita crenata*, *Thalamita pelsarti*, dan *Thalamita prymna*. Suku *Portunidae* atau yang biasa disebut rajungan mempunyai jumlah jenis yang cukup besar, yaitu hampir 300 jenis di perairan Indo-Pasifik Barat. Kepiting *Portunidae* sering dijumpai di substrat dasar pasir kasar/halus dan pasir berlamun.

Famili *Xantidae* ditemukan di tiap lokasi pengamatan. Dari famili *Xanthidae* ditemukan 25 jenis, yaitu *Actaea* sp, *Actaeodes hirsutissimus*, *Actaeodes tomentosus*, *Actaeodes* sp, *Chlorodiella cytherea*, *Chlorodiella nigra*, *Chlorodiella* sp, *Etisus laevimanus*, *Etisus electra*, *Etisus rhy-*

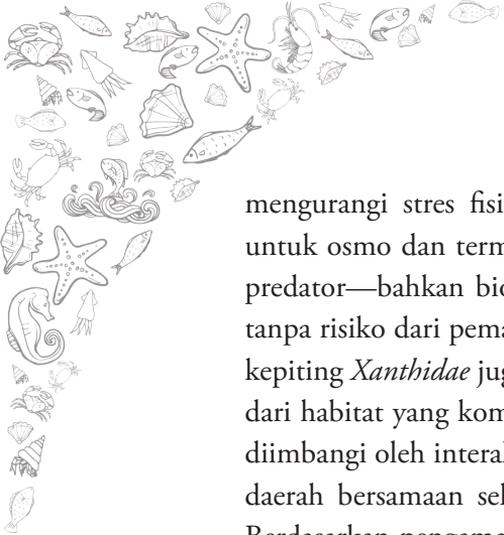
choporus, *Lachnopodus subacutus*, *Lachnopodus* sp, *Leptodius exaratus*, *Liomera* sp, *Ozius rugulosus*, *Paraxanthias* sp, *Paraxanthias elegans*, *Pilodius nigrocrinitus*, *Pilodius spinipes*, *Pilodius* sp1, *Pilodius* sp2, *Platypodia granulosa*, *Platypodia anaglypta*, *Xanthias lamarckii*, *Xanthias* sp. Menurut Anggraeni dkk, famili *Xanthidae* sering dijumpai pada habitat substrat dasar pasir dengan pecahan batu karang (Gambar 21).



Gambar 21. Jumlah Jenis Kepiting Pulau Pari 2018

Berdasarkan Gambar 21, terlihat bahwa kepiting yang paling beraneka ragam jenisnya dan banyak ditemukan di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu adalah famili *Xanthidae* dengan 25 jenis kepiting. Sementara itu, kepiting yang paling sedikit ditemukan adalah famili *Majidae* dengan 1 jenis kepiting. Kepiting *Xanthidae* dalam penelitian ini banyak ditemukan di batuan dan karang-karang mati di lokasi pengamatan.

Famili *Xanthidae*, atau lebih dikenal sebagai kepiting beracun, paling banyak ditemukan pada penelitian ini. Kepiting ini merupakan kepiting beracun dengan kategori 1 yang meliputi jenis-jenis kepiting yang mempunyai kandungan racun dengan toksisitas yang tinggi dan sifat racunnya tetap atau selalu beracun^[18]. Kepadatan dan distribusi kepiting *Xanthidae* dipengaruhi oleh jenis habitat (hunian)^[19]. Hunian yang tepat dapat



mengurangi stres fisiologis pada kepiting, meningkatnya kemampuan untuk osmo dan termoregulator, serta mengurangi kerentanan terhadap predator—bahkan biota kepiting dapat dengan mudah mencari makan tanpa risiko dari pemangsa/predator. Meningkatnya kelangsungan hidup kepiting *Xanthidae* juga bisa jadi dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dari habitat yang kompleks^[20]. Keuntungan dari habitat kompleks dapat diimbangi oleh interaksi kompetitif antara spesies yang menempati suatu daerah bersamaan sehingga memengaruhi kepadatan dan distribusi^[19]. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, kepiting *Xanthidae* ditemukan di setiap lokasi pengamatan dengan jenis yang paling banyak sehingga bisa dikatakan bahwa ketiga lokasi pengamatan tersebut merupakan habitat yang kompleks dan cocok untuk kepiting famili *Xanthidae*.

Famili *Majidae* dan *Epiplatidae* dikenal sebagai kepiting dekorator atau *decorator crabs*. Kepiting dekorator/*decorator crabs* umumnya berkamuflase dengan cara menempelkan bagian tubuhnya (setae) pada habitat atau rumput laut^[21]. Keunikan kamuflase ini sangat bergantung pada morfologi dan perilaku kepiting. Kamuflase adalah strategi untuk menghindari predator yang paling umum dilakukan suatu biota yang berasosiasi^[22]. Perilaku memilih habitat yang cocok untuk berkamuflase atau menyesuaikan kamuflase agar sesuai dengan habitat mereka penting dalam melakukan kamuflase^[23]. Perilaku *decorator crab* sering dilengkapi dengan kegiatan lain yang dapat meningkatkan efektivitas dekorator untuk berkamuflase, misalnya tidak bergerak pada siang hari dan akan diam pada saat predator mendekati^[24]. Kamuflase dapat berfungsi sebagai perilaku anti-predator dengan mengurangi probabilitas deteksi (pertahanan pradeteksi), atau dengan mengurangi probabilitas pengakuan atau probabilitas konsumsi setelah kepiting terdeteksi (pertahanan pascadeteksi). Kepiting dekorator menghindari deteksi dengan pencocokan latar belakang, pencocokan objek tertentu (menyamar), atau mendekorasi dengan cara memecah garis tubuh kepiting (suatu bentuk kamuflase yang mengganggu predator). Hal tersebut menyebabkan kelompok kepiting ini sulit untuk ditemukan. Berkaitan dengan pilihan habitat dari *majidae*, famili *Majidae* membutuhkan rumput laut sebagai tempat untuk berkamuflase, maka dari itu keberadaan *majidae* terkait dengan rumput laut. Contoh jenis-jenis kepiting yang ditemukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dapat dilihat pada (Gambar 22).



Ocypode sp.



Thalamita sp.



Pilumnus sp.



Epixanthus sp.



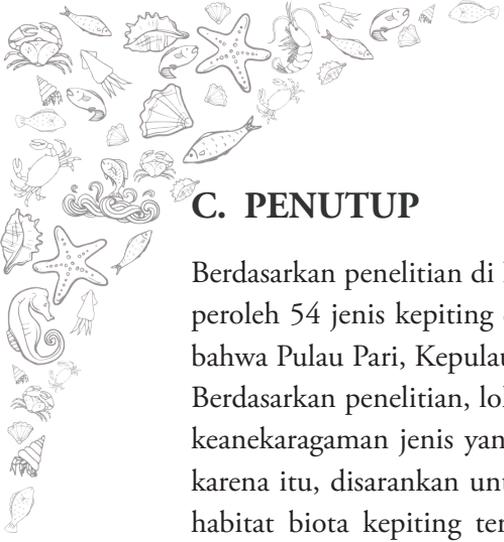
Macrophthalmus sp.



Menaethius sp.

Gambar 22. Contoh Jenis-jenis Kepiting yang ditemukan di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Buku ini tidak diperjualbelikan.



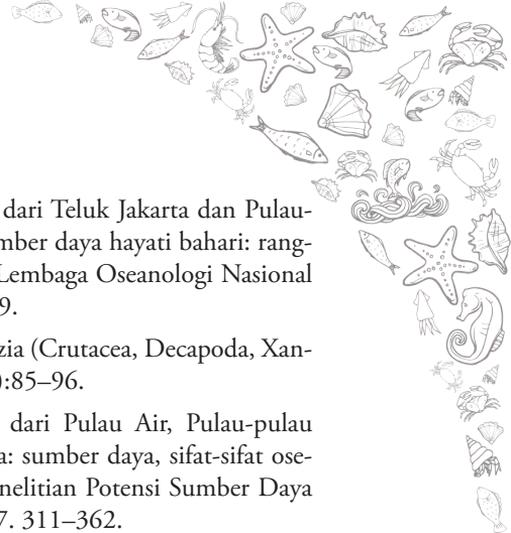
C. PENUTUP

Berdasarkan penelitian di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada April 2018, diperoleh 54 jenis kepinging dari 27 marga dan 9 famili. Hal ini menunjukkan bahwa Pulau Pari, Kepulauan Seribu, cukup memiliki keberagaman kepinging. Berdasarkan penelitian, lokasi 1 yang merupakan daerah konservasi memiliki keanekaragaman jenis yang paling tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Oleh karena itu, disarankan untuk dilakukan penambahan daerah konservasi agar habitat biota kepinging terjaga sehingga keanekaragaman hayati, khususnya kepinging, dapat terlindungi.

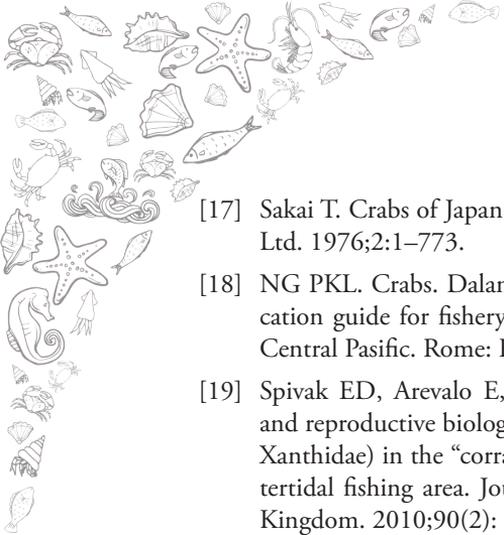
Berdasarkan jumlah fauna kepinging dari tahun 1970-an hingga 2018, dapat dikatakan kondisi fauna kepinging Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mengalami fluktuasi. Pada 1970-an, jenis kepinging yang ditemukan lebih banyak dibandingkan tahun-tahun setelahnya, tetapi pada 2010 hingga 2018, terjadi peningkatan kembali jumlah jenis kepinging. Namun, hal ini tidak bisa dijadikan perbandingan secara statistik karena metode yang dilakukan berbeda, seperti tempat lokasi pengambilan data dan tanggal pengambilan data yang tidak berperiode. Oleh karena itu, diperlukan pengamatan secara berkala untuk dapat melihat tren keanekaragaman kepinging setiap tahun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahyong ST, Lowry JK, Alonso M, Bamber RN, Boxshall GA, Castro P, dkk. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. Dalam: Zhang, ZQ, editor. Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa. 2011;3148:165–191.
- [2] Ng PKL., Guinot D, Davie PJF. Systema Brachyurorum: part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. Raff Bull zool. 2008(17): 1-286.
- [3] Serène R. The Brachyura of the Indopacific region. Dalam: Prodromous of a check list of the non-planktonic marine fauna of the Southeast Asia. Singapore: Special Publication of the Singapore National Academic of Science; 1968. 33–120.
- [4] Anggraeni, P, Elfidasari, D, Pratiwi, R. Sebaran kepinging (Brachyura) di Pulau Tikus, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon; 2015. 213–221. DOI: 10.13057/psnmbi/m010208.
- [5] W. Kastoro. Peta sebaran geografik beberapa biota laut di perairan Indonesia. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1980. 118 hal.



- [6] Moosa, MK. Beberapa catatan mengenai rajungan dari Teluk Jakarta dan Pulau-pulau Seribu. Dalam: Burhanudin dkk, editors. Sumber daya hayati bahari: rangkuman beberapa hasil penelitian Pelita II. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 1980. 57–59.
- [7] Pratiwi, R. Beberapa catatan mengenai marga Trapezia (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) di Kepulauan Seribu. *Oseana*. 1988;XIII (3):85–96.
- [8] Romimohtarto KM, Kasim M. Fauna Crustacea dari Pulau Air, Pulau-pulau Seribu. Dalam: Hutomo dkk, editors. Teluk Jakarta: sumber daya, sifat-sifat oseanologis serta permasalahannya. Jakarta: Proyek Penelitian Potensi Sumber Daya Ekonomi Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI; 1977. 311–362.
- [9] Toro AV, Kasim M, Djamali A. Pengamatan fauna Krustacea Teluk Jakarta. Dalam: Praseno DP, Kastoro W, editors. Evaluasi hasil pemantauan kondisi perairan Teluk Jakarta 1975–1979. Jakarta: Proyek Penelitian Masalah Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pencemaran Laut Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI; 1980. 76 hal.
- [10] Widyastuti E. Krustasea di Pulau Pari. Dalam: Herandarudewi, dkk. Keanekaragaman hayati di Pulau Pari. Jakarta: UPT LPKSDMO Pulau Pari P2O-LIPI; 2014. 174–198.
- [11] Wibowo A, Adi DB, Ahmad H. Di balik krisis agraria dan ekosistem kepulauan seribu: apakah wisata bahari adalah jawabannya. 2017. 36 hal. Diakses pada [02 Mei 2019]. Diunduh: <https://www.researchgate.net/publication/321028063>. DOI : 10.13140/RG.2.2.10146.32964
- [12] Mc Lay. Crustacea Decapoda: The sponge crabs (Dromiidae) of New Caledonia and the Philippines with a review of the genera. Resultats des Campagnes Musorstom. Paris: Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle; 1993. 10: 111–254.
- [12] Wibowo A, Adi DB, Ahmad H. Di balik krisis agraria dan ekosistem Kepulauan Seribu: apakah wisata bahari adalah jawabannya. [Internet]. [cited 2019 Mei 2]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/321028063>. DOI : 10.13140/RG.2.2.10146.32964.
- [13] Barnes RSK. The species of *Macrophthalmus* (Crustacea: Brachyura) in the collection of the British Museum (natural history). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*. London. 1970;20(7):203–251.
- [14] Tesch JJ. The catometopous genus *Macrophthalmus* as represented in the collection of the leiden museum. *Zoologische Mededeelingen*. 1915;1(3–4):149–204.
- [15] Barnes RSK. A review of the sentinel and allied crabs (Crustacea: Brachyura: Macrophthalmidae) with particular reference to the genus *Macrophthalmus*. *Raffles Bulletin of Zoology*. 2010;58(1):31–49.
- [16] Rahayu DL, Dharma AN. The Indonesian species of *Macrophthalmus* Desmarest, 1823, with the description of a new species (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Macrophthalmidae). *Zootaxa*. 2011;(3158):20–36.



- [17] Sakai T. Crabs of Japan and the adjacent seas. English Text eds. Tokyo: Kodansha Ltd. 1976;2:1–773.
- [18] NG PKL. Crabs. Dalam: KE Carpenter, N Volker, editors. FAO species identification guide for fishery purposes. The Living Marine Resources of The Western Central Pasific. Rome: Food & Agriculture Organization. 1998. 1046–1155.
- [19] Spivak ED, Arevalo E, Cuesta, JA, Gonzalez-Gordillo JI. Population structure and reproductive biology of the stone crab *Xantho poyessa* (Crustacea: Decapoda: Xanthidae) in the “corrales de rota” (south-western Spain), a human-modified intertidal fishing area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2010;90(2): 323–334.
- [20] Lohrer AM, Fukui Y, Wada K, Whitlatch R.B. Structural complexity and vertical zonation of intertidal crabs, with focus on habitat requirements of the invasive Asian shore crab, *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 2000;244:203–217.
- [21] Hultgren K, Stachowicz J. Camouflage in decorator crabs: integrating ecological, behavioural and evolutionary approaches. Dalam: M Stevens, S Merilaita. *Animal camouflage*. Cambridge University Press. 2011. 216–238.
- [22] Stevens MA, Merilaita S. Animal camouflage: current issues and new perspectives. *Philosophical transactions of the Royal Society. Series B*. 2009;364:423–427.
- [23] Merilaita S, Tuomi J, Jormalainen V. Optimization of cryptic coloration in heterogeneous habitats. *Biological Journal of the Linnean Society*. 1999;67:151–161.
- [24] Wicksten MK. A review and model of decorating behavior in spider crabs (Decapoda: Brachyura: Majidae). *Crustaceana*. 1993;64:314–325.



BAB VI

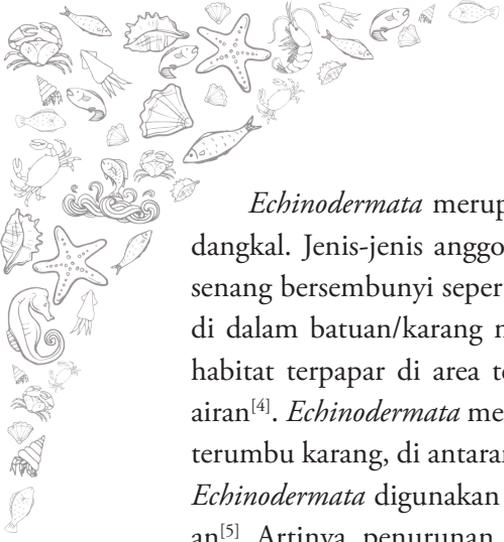
KONDISI TERKINI KEANEKARAGAMAN *ECHINODERMATA* PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

ANA SETYASTUTI DAN INDRA BAYU VIMONO

A. Tinjauan Umum dan Permasalahan Keanekaragaman *Echinodermata* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Kawasan Kepulauan Seribu terdiri atas 110 pulau yang tersebar dalam dua kecamatan, yaitu Kecamatan Kepulauan Seribu Utara (79 pulau) dan Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan (31 pulau). Taman Nasional Konservasi Kepulauan Seribu (TNKS) secara administratif hanya mencakup Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, tepatnya di tiga Kelurahan (Pulau Panggang, Pulau Kelapa, dan Pulau Harapan). Pulau Pari termasuk dalam kawasan Kepulauan Seribu, tetapi tidak termasuk dalam kawasan TNKS^[1].

Pulau Pari adalah salah satu dari 11 pulau di Kepulauan Seribu yang berpenghuni^[2]. Pulau Pari Kepulauan Seribu secara geografis terletak pada 5°50'20"–5°50'25" LS dan 106°34'30"–106°38'20" BT dengan luas wilayah 41,32 ha. Berdasarkan Perda Provinsi DKI Jakarta No. 6 Tahun 1999 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RT/RW) Provinsi DKI Jakarta, Pulau Pari memiliki peruntukan sebagai permukiman, tetapi saat ini lebih dikembangkan ke arah wisata. Hal tersebut karena usaha budi daya rumput laut, yang merupakan mata pencaharian utama masyarakat Pulau Pari, mengalami penurunan. Data PPK-KP3K^[3] menyatakan bahwa status kawasan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, adalah sebagai kawasan wisata, kawasan penelitian, dan kawasan konservasi mangrove. Dengan adanya status tersebut dan adanya peralihan mata pencaharian penduduk dari nelayan rumput laut menjadi pengembang wisata bahari, menjadi latar belakang yang menarik untuk pengamatan lebih jauh terkait dengan kondisi bio-ekologis pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Echinodermata merupakan biota laut yang umum dijumpai di area laut dangkal. Jenis-jenis anggota dari filum ini banyak yang bersifat kriptik atau senang bersembunyi seperti mengubur tubuhnya di dalam pasir atau meliang di dalam batuan/karang mati. Jenis-jenis lainnya memiliki preferensi mikro habitat terpapar di area terbuka, soliter, atau berkelompok menjelajah perairan^[4]. *Echinodermata* memiliki peran penting di dalam ekosistem pesisir dan terumbu karang, di antaranya sebagai *deposit feeder* dan *bioturbator*. Selain itu, *Echinodermata* digunakan sebagai bio-indikator adanya perubahan lingkungan^[5]. Artinya, penurunan kondisi lingkungan atau sedimentasi akan berkorelasi positif dengan jumlah *Echinodermata* yang dijumpai^[4].

Tujuan penelitian ini adalah mengungkap kondisi terkini pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari sisi keanekaragaman biota, khususnya kelompok *Echinodermata*. Data yang didapat pada pengamatan saat ini akan dibandingkan dengan data yang ada sebelumnya untuk mendapatkan gambaran kondisi terkini keanekaragaman *Echinodermata*.

Pengambilan data dilakukan pada akhir Mei 2018 saat surut terendah. Lokasi sampling adalah di selatan Pulau Pari, yaitu Pantai UPT LPKSDMO LIPI sisi selatan-barat dan Pantai Kresek. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan area yang banyak mendapat pengaruh aktivitas penduduk dan merupakan lokasi yang pernah diteliti sebelumnya (Gambar 23).



Gambar 23. Lokasi Pengambilan Data di Pantai UPT LPKSDMO Pulau Pari Sisi Selatan-Barat dan Pantai Kresek^[6]



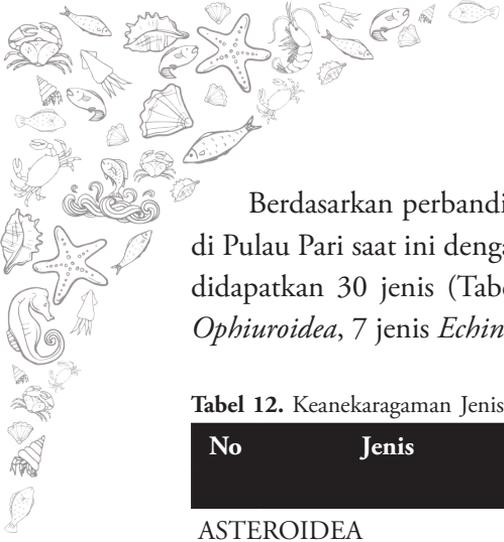
Tiga transek dilakukan pada setiap lokasi, dengan jarak antartransek 150 m. Panjang transek disesuaikan dengan panjang reef flat/pesisir hingga batas tubir. Di setiap transek dibuat kuadrat/plot dengan luasan 25 m² (5 m x 5 m) dengan jarak antarplot 30 m. Setiap titik awal dan akhir transek ditandai dengan GPS untuk memastikan tidak ada tumpang tindih antartransek. Analisis data dominansi tiap spesies dilakukan menggunakan persentase kehadiran setiap spesies yang ditemukan.



Gambar 24. Titik Transek Kuadrat yang Dilakukan di Pantai UPT LPKSDMO Pulau Pari dan Pantai Kresek^[6]

B. Keanekaragaman Jenis *Echinodermata*

Berdasarkan pengamatan pada enam transek (panjang total transek 2.850 m) dan 95 plot (total luasan 2.375 m²), didapatkan 1034 individu yang terdiri dari 4 kelas dan 9 jenis. Kelas *Asteroidea* didapatkan 2 jenis (*Archaster typicus* dan *Culcita novaeguineae*); *Ophiuroidea* hanya 1 jenis yaitu *Ophiarthrum pictum*; *Echinoidea* ditemukan dua jenis (*Diadema setosum* dan *Laganum laganum*); *Holothuroidea* merupakan kelas dengan jumlah jenis yang paling banyak ditemukan, yaitu 4 jenis (*Holothuria atra*, *H. leucospilota*, *Synapta maculata*, dan *Opheodesoma grisea*).

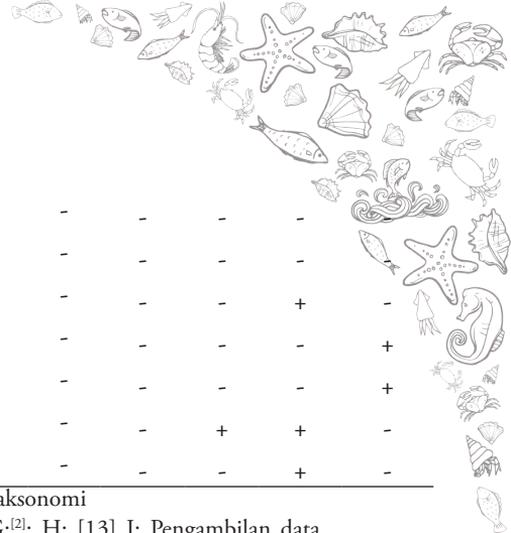


Berdasarkan perbandingan kondisi keanekaragaman jenis *Echinodermata* di Pulau Pari saat ini dengan data sekunder dari publikasi selama 1970–2018, didapatkan 30 jenis (Tabel 12) yang terdiri dari 4 jenis *Asteroidea*, 3 jenis *Ophiuroidea*, 7 jenis *Echinoidea* dan 16 jenis *Holothuroidea*.

Tabel 12. Keanekaragaman Jenis *Echinodermata* di Pulau Pari dari Berbagai Publikasi

No	Jenis	Publikasi								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
ASTEROIDEA										
1	<i>Archaster typicus</i>	+	-	-	-	-	+	+	+	+
2	<i>Culcita novaeguineae</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+
3	<i>Linckia laevigata</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-
4	<i>Acanthaster planci</i>	-	-	+	-	+	-	+	+	-
OPHIUROIDEA										
5	<i>Ophiomastix variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
6	<i>Ophiomastix annulosa</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
7	<i>Ophiarthrum pictum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
ECHINOIDEA										
8	<i>Echinothrix calamaris</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-
9	<i>Echinothrix diadema</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
10	<i>Diadema setosum</i>	-	-	-	+	-	-	+	+	+
11	<i>Laganum laganum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+
12	<i>Asthenosoma varium</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-
13	<i>Mespilia globulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
14	<i>Toxopneustes pileolus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
HOLOTHUROIDEA										
15	<i>Holothuria atra</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	+
16	<i>Holothuria leucospilota</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	+
17	<i>Holothuria edulis</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	-
18	<i>Holothuria coluber</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
19	<i>Holothuria impatiens</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
20	<i>Holothuria hilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
21	<i>Bohadschia marmorata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
22	<i>Bohadschia</i> sp.*	-	+	-	-	-	-	-	+	-
23	<i>Actinopyga miliaris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



24	<i>Stichopus chloronotus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
25	<i>Stichopus variegatus*</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
26	<i>Stichopus</i> sp.*	-	-	-	-	-	-	-	+	-
27	<i>Synapta maculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
28	<i>Opheodesoma grisea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
29	<i>synapta</i> sp.*	-	+	-	-	-	-	+	+	-
30	<i>Synaptula</i> sp.*	-	-	-	-	-	-	-	+	-

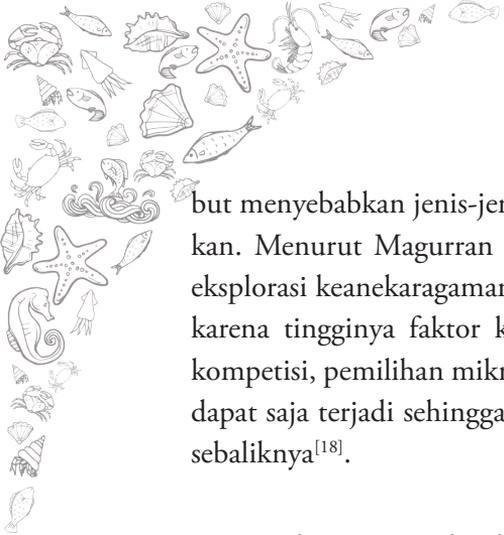
Keterangan: *Nama jenis tidak valid, perlu diverifikasi secara taksonomi

Sumber: A : [7]; B : [8]; C: [9]; D: [10]; E: [11]; F: [12]; G:[2]; H: [13] I: Pengambilan data lapangan (2018)

Tiga puluh jenis *Echinodermata* yang dijumpai di Pulau Pari selama 40 tahun terakhir terdiri dari 4 kelas saja (*Asteroidea*, *Ophiuroidea*, *Echinoidea*, dan *Holothuroidea*), sedangkan jenis-jenis dari kelas *Crinoidea* belum pernah dituliskan dalam publikasi mana pun. Hal tersebut menjadi menarik karena *Crinoidea* seharusnya dapat dijumpai di daerah tropis seperti, perairan Indonesia^[14]. *Crinoidea* hidup di perairan dangkal, khususnya di area terumbu karang dan lereng terumbu hingga laut dalam (5–1.000 meter); makan dengan cara menangkap nutrien yang ada di kolom air atau disebut *suspension feeder*; dan bersifat nokturnal^[15,14,16]. Pengamatan *Echinodermata* di Pulau Pari selama empat dekade terakhir lebih banyak dilakukan di area pesisir dan hanya sebagian kecil yang menggunakan metode penyelaman di area terumbu karang. Metode pengamatan yang kurang bervariasi mungkin menjadi penyebab rendahnya penemuan *Crinoidea*^[17].

Echinodermata kelas *Holothuroidea* adalah yang paling tinggi keanekaragaman jenisnya, walaupun Darsono^[8] menyatakan telah terjadi eksploitasi jenis-jenis *Holothuroidea* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, untuk kepentingan perdagangan sejak 1970-an, yang menyebabkan kepadatan populasi *Holothuroidea* menjadi rendah. Selain itu, jenis-jenis yang dijumpai sepanjang empat dekade terakhir merupakan jenis-jenis yang bernilai jual sedang-rendah, sedangkan jenis-jenis yang bernilai jual tinggi belum pernah dituliskan dalam publikasi yang berhasil dikumpulkan. Selanjutnya, jumlah jenis terbanyak berturut-turut adalah kelas *Echinoidea*, *Asteroidea*, dan *Ophiuroidea*. Ketiga kelas tersebut memiliki perilaku yang hampir sama, yakni bersembunyi di dalam batu/lubang/pecahan karang mati, hidup bebas/soliter, dan menjelajah perairan/beragregasi membentuk populasi dan kriptik^[16]. Perilaku terse-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



but menyebabkan jenis-jenis dari ketiga kelas *Echinodermata* ini sulit ditemukan. Menurut Magurran (2004), saat biota berukuran kecil menjadi target eksplorasi keanekaragaman jenis, variasi metode pengamatan perlu dilakukan karena tingginya faktor kriptik/bersembunyi untuk menghindari predator, kompetisi, pemilihan mikro habitat spesifik, atau agregasi untuk bereproduksi dapat saja terjadi sehingga sebagian jenis dapat dengan mudah dijumpai dan sebaliknya^[18].

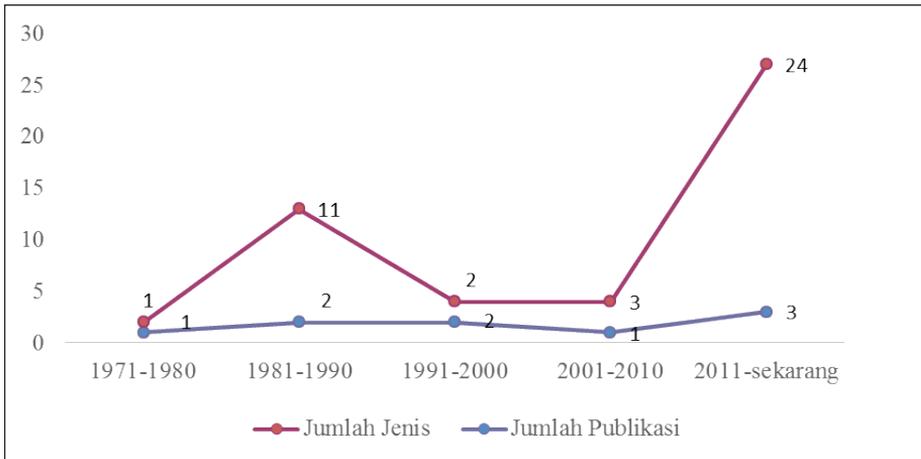
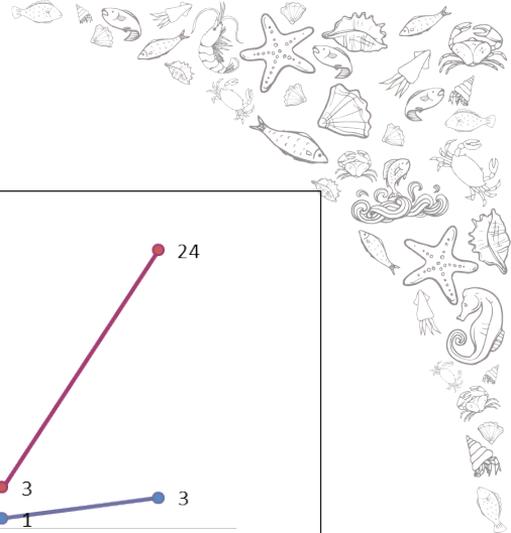
C. Frekuensi Kehadiran *Echinodermata*

Hasil analisis dominansi, diketahui bahwa persentase kehadiran *Archaster typicus* adalah yang tertinggi (87,14%), selanjutnya *Diadema setosum* (6,9%) dan *Holothuria atra* (4,16%). Jenis *Ophiarthrum pictum* dan *Culcita novaeguineae* memiliki persentase dominansi yang sama (0,48%), sedangkan *Holothuria leucospilota* sebesar 0,29%. Jenis yang memiliki persentase dominansi terendah adalah *Synapta maculata*, *Opheodesoma grisea*, dan *Laganum-laganum*, sebesar 0,19%.

Frekuensi kehadiran *Archaster typicus* hampir mencapai 90%. Ada beberapa penjelasan yang memungkinkan terkait hal tersebut. Pertama, secara visual, habitat di pesisir Pulau Pari hampir seragam, yakni berupa area terbuka dengan substrat pasir putih dan vegetasi lamun yang hanya sedikit serta tidak merata (*patchy*). Seperti diketahui, pantai berpasir merupakan habitat bagi *Asteroidea* jenis ini^[19,4,20]. Kedua, tidak adanya eksploitasi berlebih terhadap *Asteroidea* jenis *A. typicus*, walaupun diketahui bahwa Pulau Pari adalah daerah wisata dan di beberapa toko souvenir terlihat menjual awetan atau *A. typicus* kering sebagai souvenir. Ketiga, metode pendataan saat surut terendah paling tepat untuk mengeksplorasi keberadaan *Asteroidea* jenis ini. Sebaliknya, jika eksplorasi dilakukan saat air pasang, peluang menemukan jenis *A. typicus* sangat kecil terkait dengan perilaku membenamkan diri untuk menghindari predator^[19,20].

D. Publikasi *Echinodermata* dalam Empat Dekade Terakhir

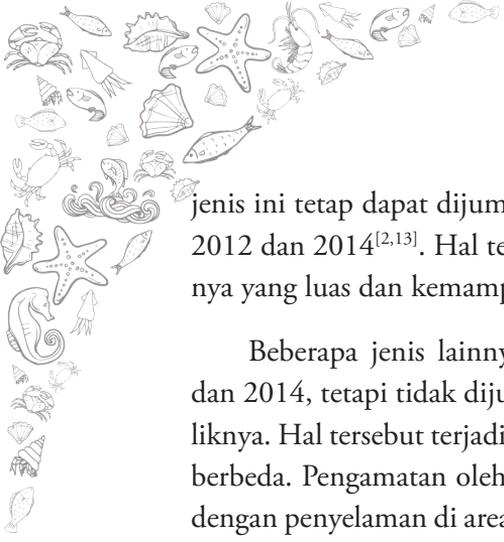
Jumlah publikasi mengenai eksplorasi *Echinodermata* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dalam 40 tahun terakhir masih relatif sedikit. Metode eksplorasi di setiap publikasi juga berbeda-beda (Gambar 25).



Sumber: Data Penelitian 2018^[2,7,8,9,10,11,12,13]

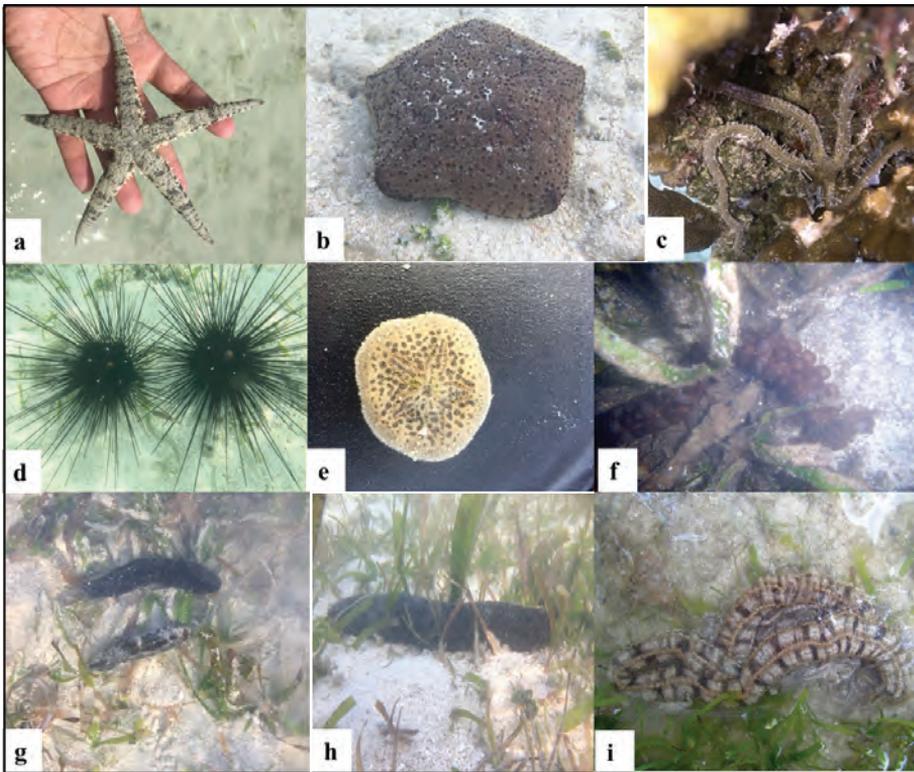
Gambar 25. Grafik perbandingan fluktuasi antara jumlah publikasi dan jumlah jenis dalam empat dekade terakhir

Berdasarkan tinjauan publikasi selama empat dekade terakhir (Tabel 12 dan Gambar 25), diketahui bahwa keanekaragaman jenis tertinggi didapatkan pada periode 2011 hingga sekarang, yakni 24 jenis. Jumlah tersebut merupakan hasil dari pendataan saat ini sebanyak 9 jenis, 10 jenis dari hasil Supono dan Arbi^[2], dan 18 jenis dari Vimono^[13]. Dari data tersebut, terdapat tiga jenis *Echinodermata* yang tetap dijumpai pada 2012, 2014, dan sekarang, yaitu *Asteroidea* jenis *Archaster typicus*, *Culcita novaeguineae*, dan *Echinoidea* jenis *Diadema setosum*. Hal ini kemungkinan karena ketiga jenis tersebut memiliki sebaran habitat yang luas, yakni di area pasang surut (pesisir) hingga terumbu karang. *A. typicus* diketahui melakukan pergeseran habitat secara ontogenetik^[19,20] sehingga sebaran habitatnya luas, mulai dari area hutan bakau, area terbuka atau padang lamun, dan terumbu karang. Spesies ini tetap dapat dijumpai, baik pada 2012, 2014, maupun saat ini. Jenis *C. novaeguineae* diketahui sebagai predator karang batu (*stony coral*)^[5,21] sehingga *Asteroidea* jenis ini akan dapat dijumpai di area yang memiliki karang batu^[4]. Di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, area tubir dan terumbu karangnya juga didominasi karang batu sehingga *asteroidea* jenis ini dapat dijumpai dalam pengamatan Supono dan Arbi^[2], Vimono^[13], serta pendataan saat ini karena habitat spesifiknya masih tetap terjaga kondisinya. *D. Setosum*, diketahui bersifat herbivora, cenderung hidup berkelompok dan memiliki sebaran yang luas, mulai dari zona rata pasir, padang lamun, alga, tubir, dan lereng terumbu karang^[10,21,4]. *Echinoiodes*



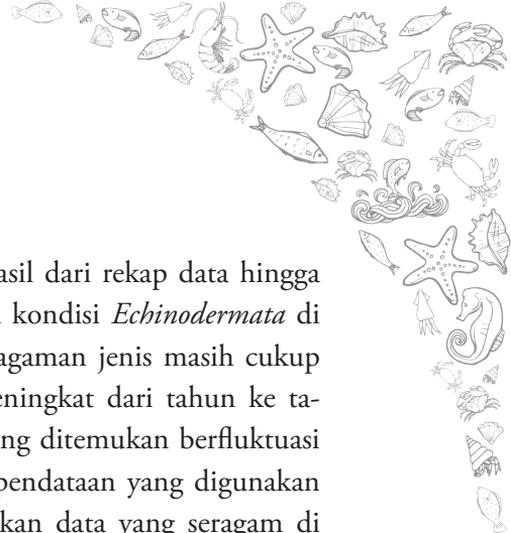
jenis ini tetap dapat dijumpai, baik pada pengamatan sekarang maupun pada 2012 dan 2014^[2,13]. Hal tersebut kemungkinan besar karena wilayah sebarannya yang luas dan kemampuan adaptasinya yang sangat baik.

Beberapa jenis lainnya hanya dijumpai pada pengamatan tahun 2012 dan 2014, tetapi tidak dijumpai pada pengamatan sekarang, begitu juga sebaliknya. Hal tersebut terjadi sebab metode dan area ekosistem pengamatan yang berbeda. Pengamatan oleh Supono dan Arbi^[2] menggunakan metode transek dengan penyelaman di area terumbu karang; Vimono^[13] menggunakan koleksi bebas serta penyelaman; dan pendataan saat ini menggunakan metode transek kuadrat di area pesisir. Jenis yang hanya dijumpai pada pengamatan saat ini adalah *Ophiarthrum pictum*, *Opheodesoma grisea*, dan *Synapta maculata*.



Gambar 26. Echinodermata hasil pengamatan Mei 2018: (a) *Archaster typicus*, (b) *Culcita novaeguinae*, (c) *Ophiarthrum pictum*, (d) *Diadema setosum*, (e) *Laganum laganum*, (f) *Opheodesoma grisea*, (g) *Holothuria atra*, (h) *Holothuria leucospilota*, (i) *Synapta maculata*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



E. Kesimpulan

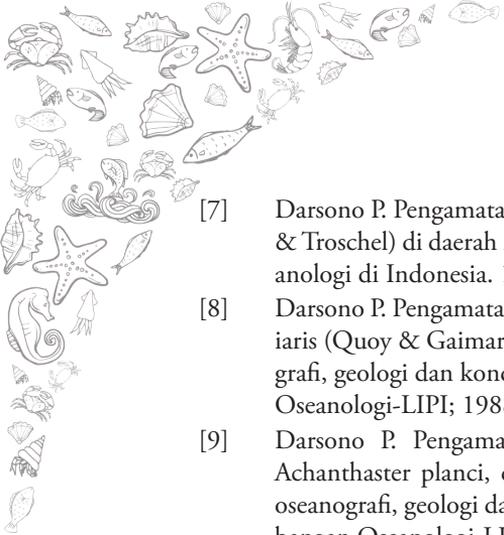
Berdasarkan data pengamatan tahun 2018 dan hasil dari rekap data hingga empat dekade terakhir, dapat disimpulkan bahwa kondisi *Echinodermata* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari segi keanekaragaman jenis masih cukup baik karena jumlah jenis yang didapat relatif meningkat dari tahun ke tahun. Namun, secara komposisi, *Echinodermata* yang ditemukan berfluktuasi jenisnya per tahun. Hal tersebut karena metode pendataan yang digunakan berbeda-beda. Oleh karena itu, untuk mendapatkan data yang seragam di masa mendatang, penggunaan metode survei yang sama sangat disarankan agar dapat memperoleh gambaran bio-ekologi secara utuh tidak hanya dari keanekaragaman jenis saja, tetapi juga kelimpahannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan output dari kegiatan penelitian penulisan bunga rampai kondisi terkini Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan pendanaan dan fasilitas dari UPT LPKSDMO LIPI Pulau Pari TA 2018. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pak Saiman dan Pak Saipul atas bantuannya selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DKKJI. Profil kawasan konservasi Orovinsi DKI Jakarta. Kementerian Kelautan dan Perikanan: 2015. 29.
- [2] Supono, Arbi UY. Kelimpahan dan keragaman Echinodermata di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2012;(4)1:114–120.
- [3] Direktorat PPK-KP3K. Pulau Pari [Internet]. Jakarta: Direktorat PPK-KP3K; 2018 [Cited 2018 Juni 6]. Available from: http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/370
- [4] Setyastuti A. Ekinodermata Pulau Nusa Laut (Maluku, Indonesia). *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2014;40(1):1–10.
- [5] Aziz A. Pengamatan komunitas Echinodermata di Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 1997;30:1–12.
- [6] Google Earth. 2018. Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Indonesia. 5051'46,52"S; 106037'06,39"E. DigitalGlobe 2018. <http://www.earth.google.com>.



- [7] Darsono P. Pengamatan terhadap populasi Asteroidea, *Archaster typicus* (Muller & Troschel) di daerah rata-rata gugus Pulau Pari, Pulau-pulau Seribu, Jakarta. *Oseanologi di Indonesia*. 1978;10:33–41.
- [8] Darsono P. Pengamatan pendahuluan terhadap teripang lotong, *Actinopyga miliaris* (Quoy & Gaimard) di Pulau Pari, Teluk Jakarta: biologi, budidaya, oseanografi, geologi dan kondisi perairan. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI; 1988. 43–47.
- [9] Darsono P. Pengamatan terhadap kehadiran Asteroidea pemangsa karang, *Acanthaster planci*, di Pulau-pulau Seribu, Teluk Jakarta: biologi, budidaya, oseanografi, geologi dan kondisi perairan. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI; 1988. 48–54.
- [10] Aziz A. Beberapa catatan tentang perikanan bulu babi. *OSEANA*. 1993;XVIII(2):65–75.
- [11] Aziz A. Beberapa catatan tentang kehadiran Asteroidea jenis *Achantaster planci* di perairan Indonesia. *OSEANA*. 1995;XX(2):23–31.
- [12] Fitriana N. Inventarisasi Asteroidea (Echinodermata: Asteroidea) di pantai Pulau Pari, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*. 2010;3(2):167–174.
- [13] Vimono IB. Echinodermata di Pulau Pari. Dalam: Herandarudewi SMC, Sam W, Muhammad A, editors. *Keanekaragaman hayati di Pulau Pari*. Jakarta: UPT LPKSDMO Pulau Pari P2O LIPI; 2014. 150–171.
- [14] Messing CG. Three new species of comasteridae (Echinodermata, crinoidea) from tropical western pacific. *Zoosystema*. 2003;149–162.
- [15] Zmarzly D. Distribution and ecology of shallow-water crinoids at enewetak atoll, marshall islands, with an annotated checklist of their symbionts. *Pacific Science*. 1984;38(2):105–122.
- [16] Brusca RC, GJ Brusca. *Invertebrates second edition*. Sinauer associates Inc. Publisher. 2003; 801–837.
- [17] Magurran AE. *Measuring biological diversity*. Australia: Blackwell Publishing; 2004. 256.
- [18] Shen TJ, Chao A, Lin CF. Predicting the number of new species in further taxonomic sampling. *Ecology*. 2003;84(3):798–804.
- [19] Bos AR, GS. Gumanao, Van Katwijk MM, B Mueller B, Saceda MM, Tejada RL. Ontogenetic habitat shift, population growth and burrowing behavior of the Indo-pacific beach star *Archaster typicus* (Echinodermata: Asteroidea). *Marine Biology*. 2011;158:639–648.
- [20] Setyastuti A. *Archaster typicus* (Asteroidea, Echinodermata): sistematika, pergeseran habitat, perilaku membenamkan diri dan perkawinan. *OSEANA*. 2016;XLI(2):14–20.
- [21] Aziz A. Habitat dan zonasi fauna ekinodemata di ekosistem terumbu karang. *OSEANA*. 1996;XXI(2):33–43.



BAB VII

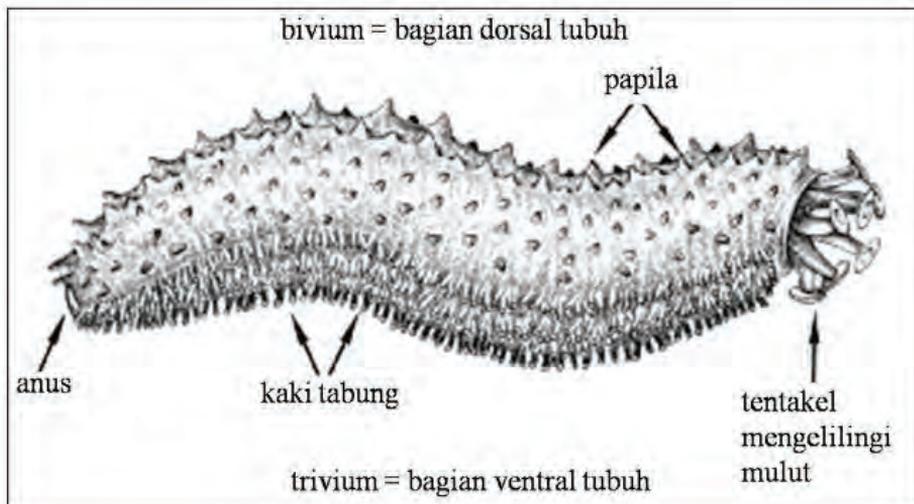
TIMUN LAUT GUGUSAN PULAU PARI,

KEPULAUAN SERIBU, DARI KOLEKSI RUJUKAN PUSAT PENELITIAN OSEANOGRAFI LIPI

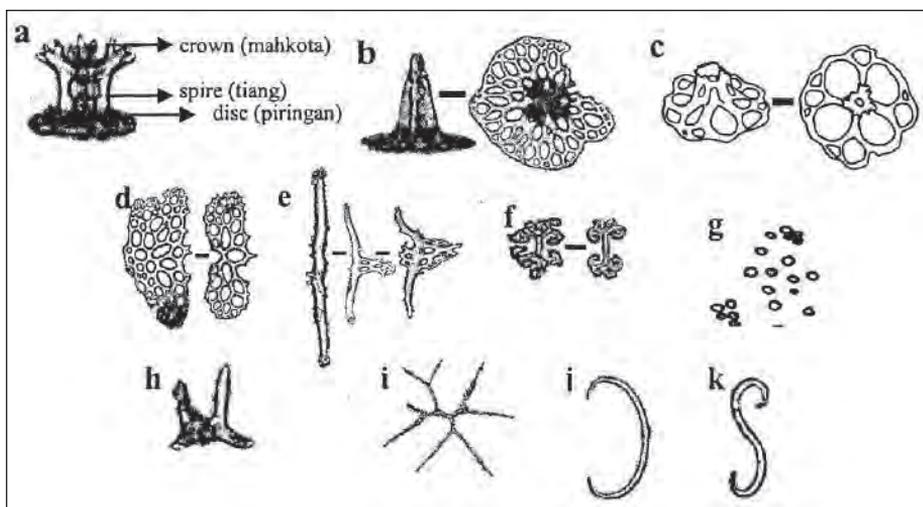
ISMILIANA WIRAWATI

A. Karakter Umum Timun Laut

Timun laut yang memiliki nama latin *Holothuroidea* termasuk dalam kelompok *Echinodermata* (hewan berkulit duri) yang berbentuk seperti ketimun atau seperti cacing^[1]. Kelompok hewan ini sulit dikenali sebagai *Echinodermata* karena bentuk tubuhnya yang memanjang, tetapi hewan ini memiliki lima radial simetris tubuh (*pentaradial symmetry*) yang merupakan ciri utama *Echinodermata*^[2]. Lima radial simetris tubuh tersebut tersamar jika dilihat secara eksternal, tetapi dapat terlihat jelas secara internal jika kita membedahnya^[3]. Hewan ini memiliki mulut di ujung anterior dengan dikelilingi oleh tentakel dan anus di ujung posterior (Gambar 27), serta dapat berjalan sangat lambat di dasar lautan dengan menggunakan kaki tabungnya, meskipun ada beberapa jenis timun laut yang dapat berenang^[1]. Timun laut memiliki rangka kapur yang berukuran mikroskopis dan terbenam di dalam dinding tubuh yang disebut spikula^[2]. Bentuk dan komposisi spikula tersebut sangat beragam pada masing-masing jenis sehingga spikula menjadi salah satu karakter penting untuk mengidentifikasi timun laut^[3] (Gambar 28).



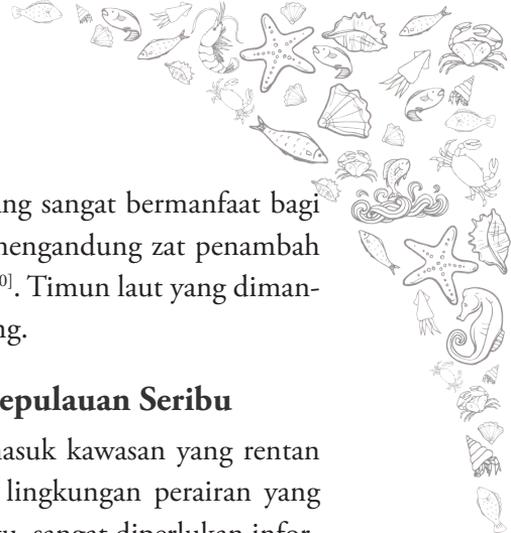
Gambar 27. Morfologi Eksternal *Holothuriida* secara Umum^[4]



Gambar 28. Tipe spikula secara umum. a) Tipe meja reguler (table), b) tipe meja bentuk roket, c) tipe meja dengan mahkota kecil, d) tipe lempeng (plate), e) tipe batang (rod), f) tipe mawar (rosette), g) tipe butir (grain), h) tipe meja semu (pseudo-table), i) tipe batang dikotom, j-k) tipe batang bentuk C dan S^[5].

Peran penting timun laut dalam ekosistem adalah sebagai pendaur ulang sedimen di dasar laut (*bioturbation*) dengan cara memakan sedimen dan mengeluarkannya dalam bentuk sedimen yang mengandung nitrogen dan fosfor untuk menyuburkan biota laut lainnya^[6,7]. Timun laut mengandung antioksidan dan antikanker serta dapat membantu dalam penyembuhan pe-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



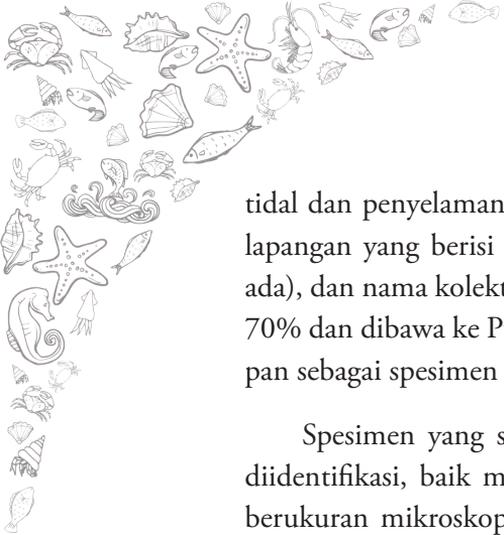
nyakit melalui ekstraksi dari dinding tubuhnya yang sangat bermanfaat bagi manusia^[8]. Selain itu, kelompok hewan ini juga mengandung zat penambah stamina (*aphrodisiac*) dan bahan bioaktif lainnya^[9,10]. Timun laut yang dimanfaatkan oleh manusia sering disebut sebagai teripang.

1. Timun Laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk kawasan yang rentan bagi kehidupan timun laut karena memiliki lingkungan perairan yang buruk akibat aktivitas manusia. Oleh karena itu, sangat diperlukan informasi tentang keberadaan jenis timun laut yang hidup di gugusan pulau tersebut. Cara mengetahui keanekaragaman timun laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, adalah dengan menelusuri publikasi ilmiah. Timun laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dilaporkan sebanyak 10 jenis pada 1984^[11]. Pada 1993, dilaporkan terdapat 12 jenis timun laut^[12]. Pada 2012, dilaporkan terdapat 3 jenis timun laut^[13,14]. Pada 2015, dilaporkan hanya terdapat satu jenis timun laut^[15]. Hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin lama keberadaan timun laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, semakin berkurang. Ada beberapa kemungkinan penyebab berkurangnya jenis timun laut di area tersebut, yaitu semakin meningkatnya pembangunan resort dan tempat wisata yang kurang memperhatikan dampak terhadap lingkungan, banyaknya sampah yang mencemari perairan akibat semakin banyaknya wisatawan dan warga setempat kurang peduli akan sampah, serta kurangnya pengetahuan masyarakat setempat mengenai keanekaragaman hayati laut beserta habitatnya.

Karena sedikitnya informasi mengenai keanekaragaman timun laut dan perubahan lingkungan yang drastis di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, diperlukan informasi sejarah keberadaan timun laut dari sudut pandang koleksi spesimen rujukan yang sudah tersimpan di Puslit Oseanografi LIPI sejak 1970-an. Mengingat pentingnya peran timun laut bagi ekosistem laut dan manfaatnya bagi manusia, tulisan ini bertujuan mengetahui keanekaragaman jenis timun laut dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berdasarkan spesimen koleksi rujukan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.

Pengambilan sampel di lapangan—yang kemudian disimpan sebagai spesimen koleksi rujukan—menggunakan metode jelajah di area inter-



tidal dan penyelaman di area subtidal. Kemudian, spesimen diberi label lapangan yang berisi keterangan lokasi, tanggal koleksi, koordinat (jika ada), dan nama kolektor. Setelah itu, spesimen diawetkan dengan alkohol 70% dan dibawa ke Puslit Oseanografi LIPI untuk diregistrasi dan disimpan sebagai spesimen Koleksi Rujukan Puslit Oseanografi LIPI.

Spesimen yang sudah diregistrasi dan diberi nomor katalog, akan diidentifikasi, baik morfologi eksternalnya maupun spikulanya (rangka berukuran mikroskopis yang terbenam di dalam dinding tubuh timun laut). Identifikasi sampai tingkat jenis menggunakan beberapa literatur^[4,16–21].

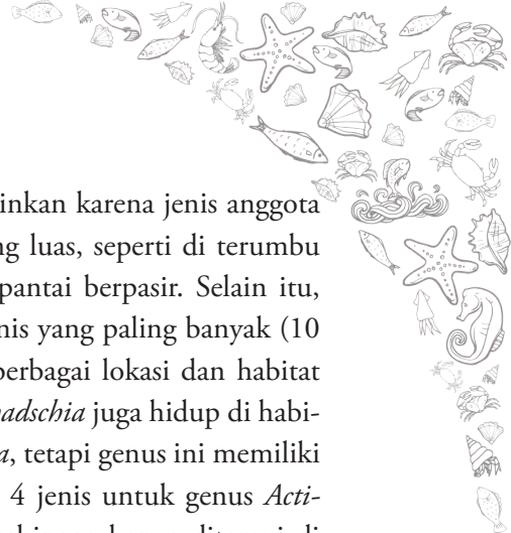
B. Koleksi Spesimen Timun Laut dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang Tersimpan di Puslit Oseanografi LIPI.

Spesimen timun laut yang diambil dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sudah dikoleksi dari tahun 1972 sampai tahun 2014. Jumlah keseluruhan spesimen timun laut yang dikoleksi dan sudah diketahui jenisnya adalah 127 spesimen yang terdiri dari 24 jenis anggota famili *Holothuriidae*, *Stichopodiidae*, dan *Synaptidae* (Tabel 13).

1. Famili *Holothuriidae* Ludwig, 1894

Famili ini memiliki ciri tubuh silindris, dinding tubuh relatif tebal, kaki tabung berada di tubuh bagian ventral, dan papilla berada di tubuh bagian dorsal. Anggota famili ini hidup di perairan dangkal dan ditemukan di daerah intertidal dan subtidal. Spesimen timun laut anggota famili ini yang dikoleksi dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terdiri dari empat genus, yaitu *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Holothuria*, dan *Pearsonothuria*.

Sebaran famili *Holothuriidae* di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk luas karena dapat dijumpai di hampir seluruh pulau, seperti Pulau Pari, Pulau Tikus, Pulau Kongsi, dan Pulau Burung. Genus yang paling luas sebarannya adalah *Holothuria* yang dapat ditemui di keempat pulau tersebut, kemudian genus *Actinopyga* dan *Bohadschia* ditemui di tiga pulau, sedangkan genus *Labidodemas* dan *Pearsonothuria* hanya dite-



mui di Pulau Pari saja. Hal tersebut dimungkinkan karena jenis anggota genus *Holothuria* memiliki variasi habitat yang luas, seperti di terumbu karang, padang lamun, pantai berbatu, dan pantai berpasir. Selain itu, anggota genus *Holothuria* memiliki jumlah jenis yang paling banyak (10 jenis) sehingga kemungkinan ditemukan di berbagai lokasi dan habitat lebih besar. Anggota genus *Actinopyga* dan *Bohadschia* juga hidup di habitat yang hampir sama dengan genus *Holothuria*, tetapi genus ini memiliki jumlah jenis yang tidak terlalu banyak, yaitu 4 jenis untuk genus *Actinopyga* dan 3 jenis untuk genus *Bohadschia* sehingga hanya ditemui di tiga lokasi Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu, yaitu Pulau Pari, Pulau Kongsi, dan Pulau Tikus. Anggota genus *Labidodemas* dan *Pearsonothuria* lebih memilih habitat yang spesifik sehingga hanya ditemui di satu lokasi saja, yakni Pulau Pari. Genus *Labidodemas* umumnya memilih habitat pantai berbatu dan berpasir, sedangkan genus *Pearsonothuria* memilih habitat terumbu karang.

Pada 1970-an, tercatat ada 15 jenis anggota famili *Holothuriidae*, kemudian pada 1980-an terdapat 16 jenis, pada 1990-an terdapat 4 jenis, pada 2000-an terdapat 3 jenis, serta tahun 2010 terdapat 3 jenis. Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat bahwa semakin lama jumlah jenis anggota famili ini semakin berkurang. Hal tersebut karena faktor alami perbedaan kemampuan beradaptasi masing-masing jenis dan perbedaan fekunditas atau tingkat kesuburan untuk bereproduksi untuk setiap jenis. Selain faktor alami, berkurangnya jenis anggota famili *Holothuriidae* akibat ulah manusia yang merusak habitat dan menangkap suatu jenis secara berlebih untuk dimanfaatkan sebagai teripang.

Tabel 13. Jenis Timun Laut yang Tersimpan di Koleksi Rujukan Puslit Oseanografi LIPI

Jenis	Lokasi	Tahun Koleksi
Ordo Holothuriida		
Famili Holothuriidae		
Genus <i>Actinopyga</i>		
<i>Actinopyga echinites</i> (Jaeger, 1833)	P. Pari, P. Tikus, P. Kongsi	1973–1986
<i>Actinopyga lecanora</i> (Jaeger, 1833)	P. Pari, P. Tikus, P. Kongsi	1972–1986
<i>Actinopyga mauritiana</i> (Quoy & Gaimard, 1833)	P. Pari	1972–1973



<i>Actinopyga miliaris</i> (Quoy & Gaimard, 1834)	P. Pari, P. Tikus	1974–1986
Genus <i>Bohadschia</i>		
<i>Bohadschia argus</i> Jaeger, 1833	P. Pari	1972
<i>Bohadschia marmorata</i> Jaeger, 1833	P. Pari, P. Tikus, P. Kongs	1972–2014
<i>Bohadschia similis</i> (Semper, 1868)	P. Kongs	1972–1974
Genus <i>Holothuria</i>		
<i>Holothuria (Acanthotrapeza) coluber</i> Semper, 1868	P. Pari, P. Kongs	1972–1986
<i>Holothuria (Halodeima) atra</i> Jaeger, 1833	P. Pari, P. Tikus, P. Kongs, P. Burung	1972–2014
<i>Holothuria (Halodeima) edulis</i> Lesson, 1830	P. Tikus, P. Kongs, P. Burung	1974–1986
<i>Holothuria (Lessonothuria) pardalis</i> Selenka, 1867	P. Pari	1986
<i>Holothuria (Mertensiothuria) hilla</i> Lesson, 1830	P. Pari, P. Kongs	1972–1974
<i>Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota</i> Brandt, 1835	P. Pari, P. Kongs	1974–1986
<i>Holothuria (Metriatyla) scabra</i> Jaeger, 1833	P. Pari, P. Kongs, P. Burung	1972–1986
<i>Holothuria (Stauropora) fuscocinerea</i> Jaeger, 1833	P. Pari, P. Tikus, P. Kongs	1974–2004
<i>Holothuria (Stauropora) pervicax</i> Selenka, 1867	P. Pari, P. Kongs	1986
<i>Holothuria (Thymiosycia) impatiens</i> (Forskål, 1775)	P. Pari, P. Tikus, P. Kongs, P. Burung	1972–2010
Genus <i>Labidodemas</i>		
<i>Labidodemas semperianum</i> Selenka, 1867	P. Pari	1986
Genus <i>Pearsonothuria</i>		
<i>Pearsonothuria graeffei</i> (Semper, 1868)	P. Pari	1986
Ordo Synallactida		
Famili Stichopodidae		
Genus <i>Stichopus</i>		
<i>Stichopus chloronotus</i> Brandt, 1835	P. Pari, P. Tikus, P. Kongs	1972–1986
<i>Stichopus herrmanni</i> Semper, 1868	P. Pari, P. Tikus, P. Kongs	1972–1986
<i>Stichopus vastus</i> Sluiter, 1887	P. Tikus, P. Kongs	1972–1986
Ordo Apodida		
Famili Synaptidae		
Genus <i>Opheodesoma</i>		
<i>Opheodesoma grisea</i> (Semper, 1867)	P. Pari	1983
Genus <i>Synapta</i>		
<i>Synapta maculata</i> (Chamiso & Eysenhardt, 1821)	P. Pari	1983–2008
Genus <i>Synaptula</i>		
<i>Synaptula media</i> Cherbonnier & Féral, 1984	P. Pari	2008

Sumber: Data Koleksi Rujukan Puslit Oseanografi LIPI Jakarta (2018)

a. **Genus *Actinopyga* Broon, 1860**

Ciri khas genus ini adalah bentuk tubuhnya yang seperti *dome* (bagian dorsal membulat dan bagian ventral datar), memiliki dinding tubuh yang tebal dan keras, serta memiliki 5 gigi kecil di lubang anusnya (Gambar 29). Pada umumnya, komposisi spikula anggota genus ini berbentuk mawar (*rosettes*) dan batang (*rods*).

Koleksi spesimen timun laut anggota genus *Actinopyga* yang berasal dari Gugusan Pulau Pari berjumlah 17 spesimen yang terdiri dari empat jenis, yaitu *Actinopyga echinites* (Jaeger, 1833); *Actinopyga lecanora* (Jaeger, 1833); *Actinopyga mauritiana* (Quoy & Gaimard, 1833), dan *Actinopyga miliaris* (Quoy & Gaimard, 1834) (Tabel 13).

Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu Sumatra, Lombok, Sumbawa, Sulawesi, Selayar, Pulau Tukang Besi, Ambon, Pulau Sula, Pulau Kai, Papua Barat^[20,22–24].

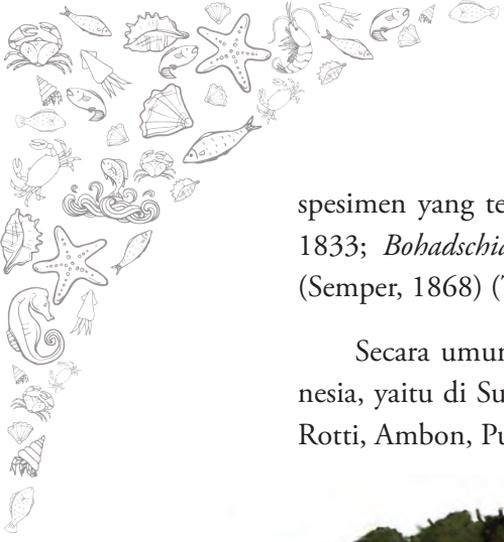


Gambar 29. Anggota Genus *Actinopyga*: *Actinopyga lecanora* (Jaeger, 1833)^[25]

b. **Genus *Bohadschia* Jaeger, 1833**

Ciri khas genus ini adalah bentuk tubuhnya mirip dengan *Actinopyga* tetapi tidak memiliki gigi pada anusnya (Gambar 30). Ciri lainnya adalah adanya organ *cuvier* yang dapat mengeluarkan benang putih dan lengket yang berfungsi sebagai pertahanan diri dari predator. Pada umumnya, komposisi spikula anggota genus ini berbentuk mawar (*rosettes*), batang (*rods*), dan butir (*grains*).

Koleksi spesimen timun laut anggota genus *Bohadschia* yang berasal dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berjumlah 10



spesimen yang terdiri dari tiga jenis, yaitu *Bohadschia argus* Jaeger, 1833; *Bohadschia marmorata* Jaeger, 1833 dan *Bohadschia similis* (Semper, 1868) (Tabel 13).

Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu di Sumatra, Jawa, Lombok, Sumbawa, Flores, Sulawesi, Rotti, Ambon, Pulau Banda, Papua Barat^[20,22,23,26,27].



Gambar 30. Anggota Genus *Bohadschia*: *Bohadschia similis* (Semper, 1868) ^[22]

c. Genus *Holothuria* Linnaeus, 1767

Ciri khas genus ini adalah bentuk tubuhnya silindris dan relatif memanjang. Ketebalan dinding tubuh bervariasi dan relatif lebih lunak jika dibandingkan dengan genus *Actinopyga* (Gambar 31). Ada beberapa jenis yang memiliki organ cuvier dan ada yang tidak. Komposisi spikula dari anggota genus ini sangat bervariasi, yaitu bentuk kancing (*buttons*), meja (*tables*), mawar (*rossetes*), batang (*rods*), dan lempeng (*plates*).

Koleksi spesimen timun laut anggota genus *Holothuria* yang berasal dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu berjumlah 69 spesimen yang terdiri dari 10 jenis, yaitu *Holothuria (Acanthotrapeza) coluber* Semper, 1868; *Holothuria (Halodeima) atra* Jaeger, 1833; *Holothuria (Halodeima) edulis* Lesson, 1830; *Holothuria (Lessonothuria) pardalis* Selenka, 1867; *Holothuria (Mertensiothuria) hilla* Lesson, 1830; *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota* Brandt, 1835; *Holo-*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

thuria (Metriatyla) scabra Jaeger, 1833; *Holothuria (Stauropora) pervicax* Selenka, 1867; *Holothuria (Stauropora) fuscocinerea* Jaeger, 1833; dan *Holothuria (Thymiosycia) impatiens* (Forskål, 1775) (Tabel 13).

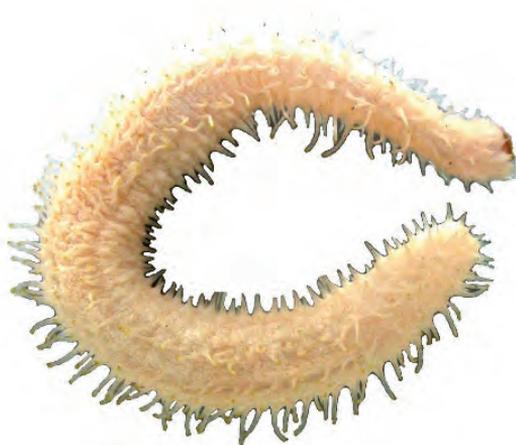
Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu Sumatra, Jawa, Sumbawa, Sulawesi, Selayar, Selat Makassar, Lombok, Pulau Komodo, Flores, Ambon, Halmahera, Pulau Aru, Laut Banda, dan Papua Barat^[20,23,24,26–28].



Gambar 31. Anggota Genus *Holothuria*: *Holothuria scabra* Jaeger, 1833^[25]

d. Genus *Labidodemas* Selenka, 1867

Ciri khas dari genus ini adalah bentuk tubuhnya yang silindris atau memanjang mirip cacing. Dinding tubuhnya lunak dan tipis. Podia (kaki tabung dan dorsal papilla) sebagian besar terdapat di area ambulakral (Gambar 32). Komposisi spikula pada anggota genus ini memiliki berbagai bentuk meja (*table*) yang sangat bervariasi; ada jenis yang memiliki kancing (*button*) dan ada yg tidak; bentuk lempeng (*plate*) terdapat di ventral; bentuk batang (*rod*) terdapat di dinding tubuh dan tentakel. Koleksi spesimen timun laut anggota genus ini hanya terdapat 1 jenis dari 1 spesimen, yaitu *Labidodemas semperianum* Selenka, 1867. Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu Sulawesi, Sumba, Pulau Timor, Aru, Papua^[29].



Gambar 32. Anggota Genus *Ligidodemas*: *Ligidodemas rugosum* (Ludwig, 1875)^[22]

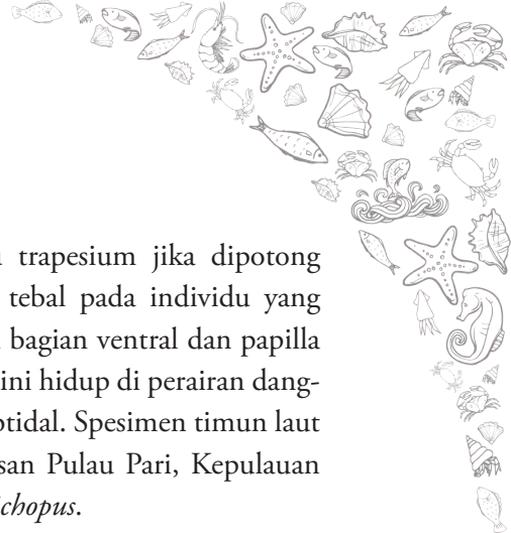
e. Genus *Pearsonothuria* Levin, Kalinin, & Stonik, 1984

Genus ini hanya memiliki satu jenis saja (*monospecies*), yaitu *Pearsonothuria graeffei* (Semper, 1868). Ciri khas jenis ini adalah bentuk tubuhnya silindris serta berdinding tubuh tebal dan lunak. Jenis ini memiliki motif yang khas, yakni warna dasar krem dengan motif hitam tidak beraturan di bagian dorsal; warna batang tentakel hitam dengan ujung putih (Gambar 33). Jenis ini juga memiliki organ *cuvier*. Spikulanya berbentuk mawar (*rosettes*) dan meja semu (*pseudotables*).

Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu Sumatra, Jawa, Lombok, Sumba, Sulawesi, Halmahera, Ceram, Ambon, Pulau Banda, Pulau Kai^[22,26,29,30].



Gambar 33. Anggota Genus *Pearsonothuria*: *Pearsonothuria graeffei* (Semper, 1868)^[22]



2. Famili *Stichopodidae* Haeckel, 1886

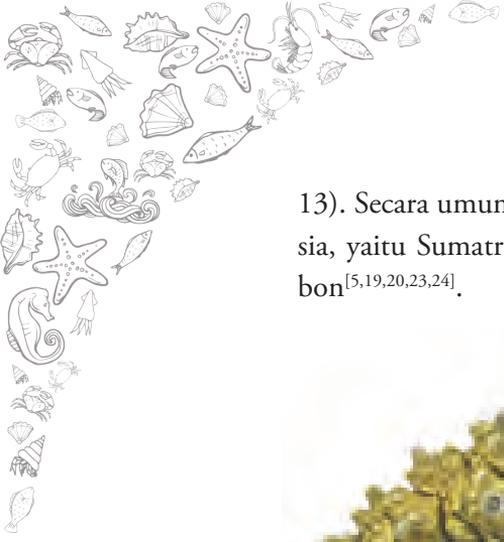
Famili ini memiliki ciri tubuh persegi atau trapesium jika dipotong melintang, dinding tubuh tebal atau sangat tebal pada individu yang berukuran besar, kaki tabung berada di tubuh bagian ventral dan papilla berada di tubuh bagian dorsal. Anggota famili ini hidup di perairan dangkal dan ditemukan di daerah intertidal dan subtidal. Spesimen timun laut anggota famili ini, yang dikoleksi dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, hanya terdiri dari satu genus, yakni *Stichopus*.

Sebaran famili *Stichopodidae* di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk luas karena dapat dijumpai di tiga pulau dari gugusan ini, seperti Pulau Pari, Pulau Tikus, dan Pulau Kongsu. Genus *Stichopus* ditemui di ketiga pulau tersebut. Hal tersebut dimungkinkan karena jenis anggota genus ini memiliki variasi habitat yang luas, seperti di terumbu karang, padang lamun, pantai berbatu, dan pantai berpasir. Namun, anggota jenis famili ini hanya ditemui pada 1970-an sampai 1980-an. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh anggota genus ini yang kurang bisa beradaptasi terhadap lingkungan yang tercemar—hampir semua jenis anggota genus ini merupakan teripang yang harganya relatif mahal sehingga banyak diburu oleh nelayan.

a. Genus *Stichopus* Brandt, 1835

Di gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, hanya ditemukan satu genus timun laut anggota Famili *Stichopodidae*, yaitu genus *Stichopus*. Genus ini memiliki ciri bentuk tubuh persegi atau trapesium jika dipotong melintang. Dinding tubuh tebal dan lunak, sering kali “meleleh” jika diangkat lama dari air. Papilla dorsal berukuran relatif lebih besar jika dibandingkan dengan anggota famili *Holothuriidae* (Gambar 34). Komposisi spikula dari genus ini adalah bentuk meja (*tables*), mawar (*rossetes*), batang berbentuk “C” dan atau “S” (*C & S-shaped rods*), batang berlubang (*perforated rods*), dan lempeng (*plates*).

Koleksi spesimen timun laut anggota genus *Stichopus* yang berasal dari Gugusan Pulau Pari berjumlah 27 spesimen yang terdiri dari tiga jenis, yaitu *Stichopus chloronotus* Brandt, 1835; *Stichopus herrmanni* Semper, 1868; dan *Stichopus vastus* Sluiter, 1887 (Tabel



13). Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu Sumatra, Jawa, Lombok, Sumba, Sulawesi, Maluku, Ambon^[5,19,20,23,24].



Gambar 34. Anggota Genus *Stichopus*: *Stichopus vastus* Sluiter, 1887^[5]

3. Famili *Synaptidae* Burmeister, 1837

Pada umumnya, famili ini memiliki ciri tubuh memanjang seperti cacing, dinding tubuh sangat tipis dan lengket jika disentuh, dan tidak memiliki kaki tabung maupun papilla dorsal. Anggota famili ini hidup di perairan dangkal dan ditemukan di daerah intertidal dan subtidal. Spesimen timun laut anggota famili ini yang dikoleksi dari gugusan Pulau Pari terdiri dari tiga genus, yaitu *Opheodesoma*, *Synapta*, dan *Synaptula*.

Sebaran famili *Synaptidae* di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, hanya ada di Pulau Pari. Hal tersebut karena habitat yang paling sesuai untuk famili ini, yakni padang lamun yang bersubstrat pasir, hanya ada di Pulau Pari. Kemungkinan lain adalah anggota famili ini kurang diprioritaskan untuk dikoleksi karena tidak termasuk teripang. Anggota jenis famili ini hanya ditemui pada 1980-an sampai 2000-an. Hal tersebut dimungkinkan karena anggota genus ini kurang bisa beradaptasi terhadap lingkungan yang tercemar.

a. Genus *Opheodesoma* Fisher, 1907

Genus ini memiliki tubuh yang memanjang seperti cacing, tanpa podia (dorsal papilla dan kaki tabung), dinding tubuhnya sangat ti-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pis dan sangat lengket (Gambar 35). Spikula yang dimiliki genus ini adalah bentuk jangkar (*anchor*), lempeng-jangkar (*anchor-plate*), dan butiran halus (*miliary granule*). Koleksi spesimen dari Gugusan Pulau Pari hanya terdapat 1 spesimen dari jenis *Opheodesoma grisea* Semper, 1868.

Secara umum, genus ini berada di beberapa wilayah di Indonesia, seperti Teluk Jakarta, Teluk Bima, Pulau Timor^[31,32].



Gambar 35. Anggota Genus *Opheodesoma*: *Opheodesoma grisea* Semper, 1868^[32]

b. Genus *Synapta* Eschscholtz, 1829

Genus ini memiliki tubuh yang memanjang seperti cacing, tanpa podia (dorsal papilla dan kaki tabung), serta dinding tubuhnya sangat tipis dan sangat lengket. Bentuk morfologi genus ini mirip dengan genus *Opheodesoma*; yang membedakan adalah motif dan warna tubuhnya yang berwarna coklat kehitaman (Gambar 36). Spikula yang dimiliki genus ini adalah bentuk jangkar (*anchor*), lempeng-jangkar (*anchor-plate*), dan butiran halus (*miliary granule*). Komposisi spikula juga mirip dengan genus *Opheodesoma*; yang membedakan adalah bentuk dan ukurannya, terutama untuk tipe jangkar (*anchor*) dan lempeng-jangkar (*anchor-plate*), yang sangat besar (melebihi 300 μm). Koleksi spesimen dari Gugusan Pulau Pari terdapat 2 spesimen dari jenis *Synapta maculata* Chamisso & Eysenhardt, 1821.



Secara umum, genus ini tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, yaitu Sumatra, Jawa, Lombok, Sumbawa, Sumba, Sawu, Rotti, Timor, Sulawesi, Selayar, Selat Makasar, Halmahera, Seram, Ambon, dan Papua^[20,32].



Gambar 36. Anggota Genus *Synapta*: *Synapta maculata* Chamisso & Eysenhardt, 1821^[32]

c. Genus *Synaptula* Örstedt, 1849

Genus ini memiliki tubuh yang memanjang seperti cacing, tanpa podia (dorsal papilla dan kaki tabung), dinding tubuhnya sangat tipis, transparan, dan sangat lengket. Bentuk morfologi genus ini mirip dengan genus *Opheodesoma* & *Synapta*, tetapi ada beberapa jenis yang memiliki dinding tubuh yang kurang fleksibel sehingga tidak terlihat adanya tonjolan membulat (Gambar 37). Spikula yang dimiliki genus ini adalah bentuk jangkar (*anchor*), lempeng-jangkar (*anchor-plate*), dan butiran halus (*miliary granule*). Komposisi spikula juga mirip dengan genus *Opheodesoma* & *Synapta*; yang membedakan adalah bentuk tipe jangkar (*anchor*) dan lempeng-jangkar (*anchor-plate*) yang khas. Koleksi spesimen dari Gugusan Pulau Pari hanya terdapat 1 spesimen dari jenis *Synaptula media* Cherbonnier & Féral, 1984. Secara umum, genus ini berada di beberapa wilayah di Indonesia, seperti Teluk Jakarta, Teluk Bima, Pulau Timor, Sulawesi^[31,32].

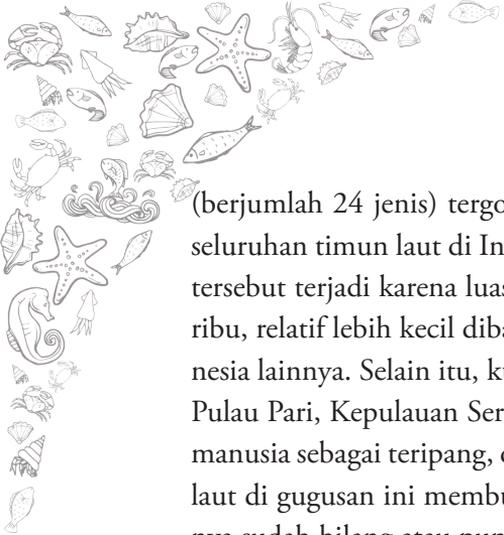


Gambar 37. Anggota Genus *Synaptula*: *Synaptula recta* Semper, 1867^[25]

C. Kondisi Timun Laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Sebagian besar jenis yang ditemukan di perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan jenis yang sering ditemukan di perairan Indonesia, kecuali *Synaptula media* yang merupakan anggota ordo Apodida. Jenis ini pada umumnya ditemui di habitat yang sama dengan beberapa jenis anggota *Synaptula* lainnya, yaitu menempel di karang atau spons di habitat terumbu karang, berukuran relatif kecil dan berkoloni sehingga dimungkinkan terjadi kesalahan identifikasi. Selain itu, belum banyak studi yang fokus pada kelompok ordo Apodida. Sejauh ini, hanya ada beberapa publikasi di Indonesia yang melaporkan tentang keberadaan kelompok ordo tersebut, yaitu ekspedisi Siboga yang sebagian besar dilakukan di wilayah perairan Indonesia pada akhir tahun 1800-an dan menghasilkan 29 jenis anggota ordo Apodida^[31]. Contoh lainnya, ekspedisi Rumphius yang dilakukan di perairan Ambon pada 1990 yang menghasilkan 10 jenis anggota ordo Apodida^[19]. Pada 2008, dilakukan studi yang khusus membahas keanekaragaman kelompok ordo Apodida di Pulau Timor^[32], tetapi tidak ada laporan keberadaan jenis *Synaptula media*. Hal kemungkinan karena jenis ini termasuk jenis yang kriptik dan sangat mirip dengan anggota genus *Synaptula* lainnya sehingga banyak yang melakukan kesalahan identifikasi jika hanya melihat dari karakter morfologi eksternalnya.

Berdasarkan data spesimen timun laut dari Koleksi Rujukan Puslit Oseanografi LIPI, jenis yang terdapat di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu



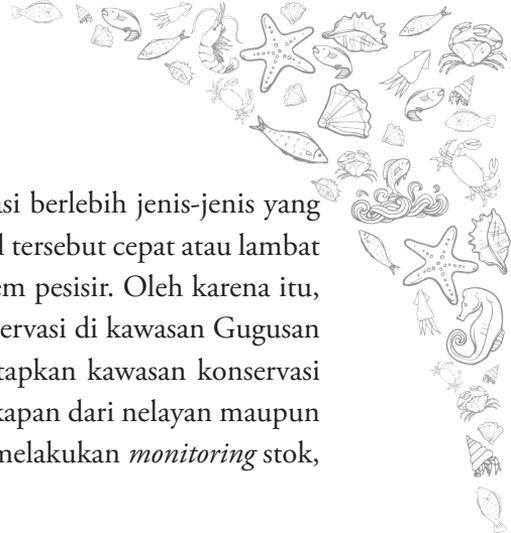
(berjumlah 24 jenis) tergolong sedikit jika dibandingkan dengan jumlah keseluruhan timun laut di Indonesia yang jumlahnya lebih dari 300 jenis^[27]. Hal tersebut terjadi karena luasan perairan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, relatif lebih kecil dibandingkan dengan luasan perairan di wilayah Indonesia lainnya. Selain itu, kurangnya studi biodiversitas timun laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terutama untuk jenis yang tidak dimanfaatkan manusia sebagai teripang, ditambah dengan cepatnya kerusakan habitat timun laut di gugusan ini membuat jenis yang belum sempat teramati biodiversitasnya sudah hilang atau punah dari Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Keanekaragaman timun laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, semakin lama semakin berkurang, baik dalam jumlah individunya maupun jumlah jenisnya, terutama jenis-jenis yang diburu dan diperdagangkan sebagai teripang, yaitu anggota famili *Holothuriidae* dan *Stichopodidae* (lihat Tabel 13). Hampir semua jenis anggota kedua famili tersebut tidak ditemukan kembali pada 2000-an sampai saat ini. Hal tersebut mungkin terjadi akibat eksploitasi berlebih sehingga stok di alam sudah habis. Kemungkinan yang kedua adalah kerusakan alam yang terjadi karena pembangunan resort mengakibatkan jenis-jenis tersebut semakin sulit ditemukan, terutama di area intertidal.

Secara umum, timun laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki dua manfaat, yaitu secara ekonomi dan ekologi. Sebanyak 21 jenis timun laut yang dimanfaatkan secara ekonomis sebagai teripang memiliki dinding tubuh yang tebal dan relatif keras. Sementara itu, keempat jenis timun laut lainnya memiliki dinding tubuh yang tipis sehingga tidak dimanfaatkan sebagai teripang. Namun, keempat jenis timun laut tersebut memiliki manfaat ekologis sebagai pendaur ulang sedimen (*bioturbasi*).

D. Kesimpulan

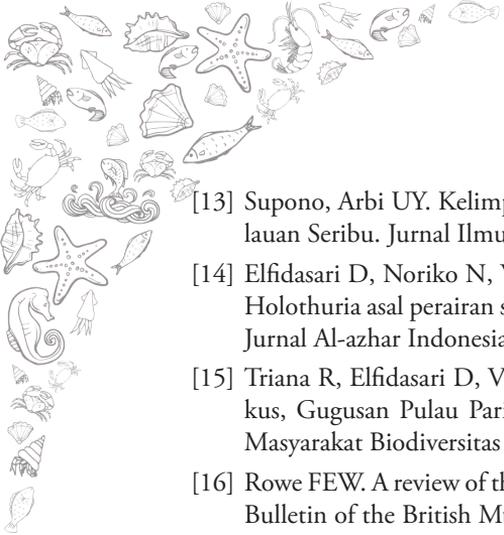
Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa jenis timun laut yang tersimpan spesimennya di Koleksi Rujukan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI berjumlah 25 jenis yang sebagian besar sering ditemukan di perairan Indonesia. Selain itu, dari hasil kompilasi data koleksi rujukan tersebut, dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan jumlah jenis timun laut dari tahun 1970-an sampai tahun 2010. Kemungkinan penyebab terbesar penurunan jumlah jenis timun laut adalah kerusakan alam akibat pembangunan yang kurang



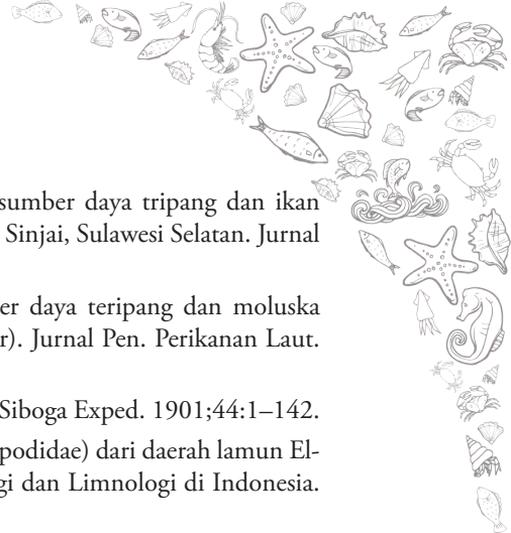
memperhatikan dampak lingkungan dan eksploitasi berlebih jenis-jenis yang termasuk teripang (timun laut yang komersial). Hal tersebut cepat atau lambat pasti akan berdampak pada keseimbangan ekosistem pesisir. Oleh karena itu, perlu segera dilakukan upaya pemulihan atau konservasi di kawasan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan cara menetapkan kawasan konservasi yang steril dari kegiatan pemanfaatan atau penangkapan dari nelayan maupun pihak berkepentingan yang lain. Cara lain adalah melakukan *monitoring* stok, terutama untuk jenis-jenis yang dipanen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rowe FEW, Gates J. Echinodermata. Dalam: Wells A, editor. Zoological catalogue of Australia vol. 33. Melbourne: CSIRO Australia; 1995. 510.
- [2] Purcell SW, Samyn Y, Conand C. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO Species Catalogue for Fishery Purpose No. 6. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2012. 150.
- [3] Lane DJW, Vandenspiegel D. A guide to sea stars and other echinoderms of Singapore. Singapore: OMNI-Theatre Singapore Science Centre; 2003. 187.
- [4] Samyn Y, Vandenspiegel D, Massin C. Taxonomie des Holothuries des comores. Belgique: Abc Taxa; 2006. 130.
- [5] Wirawati I, Setyastuti A, Purwati P. Timun laut anggota famili Stichopodidae (Aspidochirotida, Holothuroidea, Echinodermata) koleksi Puslit Oseanografi LIPI, Jakarta. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. 2007;33:355–380.
- [6] Mangion PTD, Frouin P, Conand C. Feeding rate and impact of sediment reworking by two deposit feeders *Holothuria leucospilota* and *Holothuria atra* on fringing reef (Reunion Island, Indian Ocean). Dalam: Heinzeller T, Nebelsick JH, editors. Echinoderms: München. London: Taylor and Francis Group; 2004. 311–317.
- [7] Purcell SW, Conand C, Uthicke S, Byrne M. Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 2016;54:367–386.
- [8] Qi H, Dong XP, Cong LN, Gao Y, Liu L, Mikiro T, Zhu BW. Purification and characterization of a cysteine-like protease from the body wall of the sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2007;33:181–188.
- [9] Vieira RP, Mulloy B, Mourão PA. Structure of a fucosebranched chondroitin sulphate from sea cucumber. Evidence for the presence of 3-O-sulfo- -D-glucuronosyl residues. *Journal of Biological Chemistry*. 1991;266:13530–13536.
- [10] Chen J. Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. *SPC Beche de Mer Information Bulletin*. 2003;18:18–23.
- [11] Roberts D, Darsono P. Zonation of reef flat echinoderm at Pari Island, Seribu Islands, Indonesia. *Oseanologi di Indonesia*. 1984;17:33–41.
- [12] Aziz A. Komposisi fauna Ekhinodermata pada beberapa terumbu karang yang mengalami degradasi. *Majalah Ilmu Kelautan*. 2001;22(VI):136–146.



- [13] Supono, Arbi UY. Kelimpahan dan keragaman Echinodermata di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2012;4(1):114–120.
- [14] Elfidasari D, Noriko N, Wulandari N, Perdana AT. Identifikasi jenis teripang genus *Holothuria* asal perairan sekitar Kepulauan Seribu berdasarkan perbedaan morfologi. *Jurnal Al-azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. 2012;1(3):140–146.
- [15] Triana R, Elfidasari D, Vimono IB. Identifikasi Echinodermata di selatan Pulau Tikus, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 2015;1(3):455–459.
- [16] Rowe FEW. A review of the family *Holothuriidae* (Holothuroidea: Aspidochirotida). *Bulletin of the British Museum, Natural History (Zoology series)*. 1969;18(4):119–170.
- [17] Clark AM, Rowe FEW. *Monograph of shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms*. London: Trustees of the British Museum (Natural History); 1971. 238.
- [18] Cherbonnier G. *Echinodermes: Holothurides*. Faune de Madagascar. 1988;70:1–292.
- [19] Massin C. The Holothuroidea (Echinodermata) collected at Ambon during the rhumpius biohistorical expedition results of the rhumpius biohistorical expedition to Ambon (1990). Part 4. *Zoologische Verhandelingen Leiden*. 1996;307:1–54.
- [20] Massin C. Reef dwelling Holothuroidea (Echinodermata) of the spermonde archipelago (south west Sulawesi, Indonesia). *Zoologische Verhandelingen Leiden*. 1999;329:1–144.
- [21] Samyn Y. Towards an understanding of the shallow water holothuroid fauna (Echinodermata: Holothuroidea) of the western indian ocean [dissertation]. [Brussel]: Vrije Universiteit Brussel; 2003. 384.
- [22] Purwati P, Wirawati I. *Holothuriidae* (Echinodermata, Holothuroidea, Aspidochirotida) perairan dangkal Lombok barat bagian II. Genus *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Labidodemas*, *Pearsonothuria*. *Jurnal Oseanologi*. 2011;3:1–10.
- [23] Setyastuti A, Purwati P. Species list of Indonesian tripang. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*. 2015;35:19–25.
- [24] Setyastuti A, Wirawati I, Iswari MY. Identification and distribution of sea cucumber exploited in Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*. 2018;19(2):676–682.
- [25] Ong JY, Wirawati I, Wong PS. Sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) collected from the Singapore strait. *Raffles Bulletin of Zoology Supplement*. 2016;34:666–717.
- [26] Purwati P, Wirawati I. Sea cucumber of Teluk Prigi, south coast of East Java Province. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2012;38:241–254.
- [27] Wirawati I, Purwati P. Rarely reported species of Indonesian sea cucumbers. *Marine Research in Indonesia*. 2012;37:9–23.
- [28] Purwati P, Wirawati I. *Holothuriidae* (Echinodermata, Holothuroidea, Aspidochirotida) perairan dangkal Lombok barat bagian I. Genus *Holothuria*. *Jurnal Oseanologi*. 2009;2:1–25.



- [29] Nuraini S, Wahyuni IS, Hartati ST. Studi tentang sumber daya tripang dan ikan karang di perairan Pulau-pulau Sembilan, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. *Jurnal Pen. Perikanan Laut*. 1992;71:81–88.
- [30] Prahoro P, Wahyuni IS, Nurasa T. Penelitian sumber daya teripang dan moluska di perairan Lewoleba, P. Lembata (Kab. Flores Timur). *Jurnal Pen. Perikanan Laut*. 1994;92:57–65.
- [31] Sluiter CPh. Die Holothurien der siboga expedition. *Siboga Exped*. 1901;44:1–142.
- [32] Purwati P, Wirawati I. Synaptidae (Echinodermata: Apodidae) dari daerah lamun El-nusa, Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2008;34:371–384.





BAB VIII

POTENSI PENELITIAN MOLUSKA

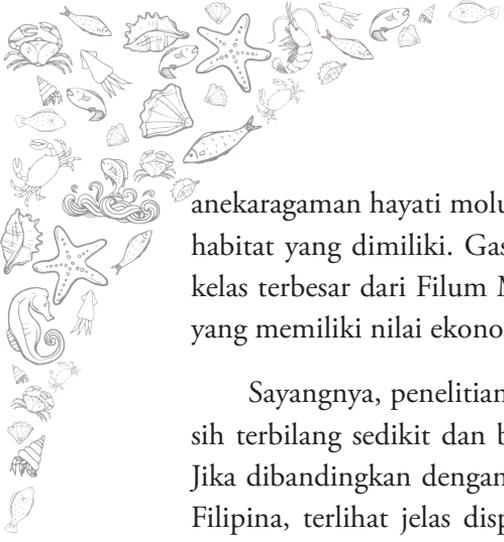
DI GUGUSAN PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU

UCU YANU ARBI

A. Penelitian Moluska

Sumber perikanan laut non-ikan mulai dilirik potensinya beberapa dekade ini, terutama golongan hewan invertebrata. Beberapa spesies golongan hewan invertebrata dari kelompok krustasea (terutama udang dan kepiting), ekinodermata (terutama teripang dan bulu babi), moluska (terutama kelompok keong, kerang, cumi-cumi, dan gurita), serta solenterata (ubur-ubur) sudah lama dimanfaatkan, dan teknologi untuk mengembangbiakkannya juga telah lama diketahui. Kelompok-kelompok tersebut, karena diketahui sebagai sumber protein non-ikan, diyakini mempunyai potensi dan peranan yang cukup besar dalam menunjang kebutuhan pangan pada masa yang akan datang. Jika melihat negara maju, seperti Jepang, pengelolaan sumber-sumber protein non-ikan yang intensif dapat menyumbang devisa negara yang tidak kecil. Moluska, misalnya, selain dimanfaatkan dagingnya sebagai bahan pangan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, juga dimanfaatkan bagian tubuh lainnya untuk bahan cinderamata dan perhiasan yang bernilai jual tinggi.

Moluska merupakan salah satu sumber daya hayati nonikan dalam kelompok fauna invertebrata yang memiliki keanekaragaman jenis dan jumlah individu yang tinggi. Berdasarkan bukti pengukuran umur batuan dari fosil yang ditemukan, moluska diperkirakan telah ada lebih dari 500 juta tahun yang lalu. Dengan kata lain, moluska merupakan kelompok biota yang sukses menyesuaikan diri atau beradaptasi dari perubahan lingkungan. Tingginya ke-

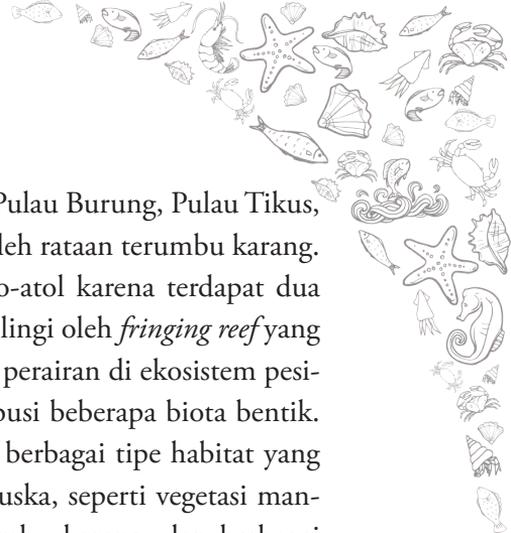


anekaragaman hayati moluska juga tidak terlepas dari faktor lebarnya rentang habitat yang dimiliki. Gastropoda dan Bivalvia (*Pelecypoda*) merupakan dua kelas terbesar dari Filum Moluska, dan sebagian besar merupakan jenis-jenis yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

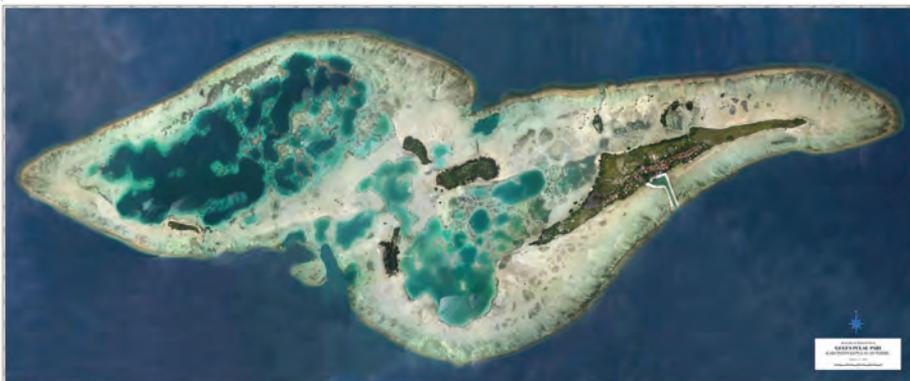
Sayangnya, penelitian tentang moluska di Indonesia sampai saat ini masih terbilang sedikit dan belum menyentuh pada potensinya secara holistik. Jika dibandingkan dengan beberapa negara di Asia Tenggara lainnya, seperti Filipina, terlihat jelas disparitas hasil penelitian tentang moluska. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dilihat dari berbagai faktor, menyimpan potensi besar dalam hal penelitian maupun pemenuhan kebutuhan ekonomi masyarakat, terutama terhadap sumber pangan dari laut. Masih minimnya penelitian yang mencakup multidisiplin ilmu yang menyangkut sumber daya moluska di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menjadi penghambat dalam pengelolaan dan optimalisasi potensinya. Hasil-hasil penelitian yang tersedia masih terbatas pada inventarisasi jenis dan sedikit tentang aspek biologi dan ekologi-nya^[1]. Lebih memprihatinkan lagi, kajian-kajian tersebut belum dilakukan secara menyeluruh pada tataran data spasial dan temporal. Tulisan ini mencoba merangkum hasil-hasil penelitian tentang moluska yang pernah dilakukan di Gugusan Pulau Pari dan sekitarnya. Data yang disampaikan dalam tulisan ini berupa data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan sejak tahun 2010 hingga 2015, terutama mencakup aspek biologi dan ekologi moluska. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan studi literatur tentang hasil-hasil penelitian tentang moluska yang pernah dilakukan sebelumnya di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari yang paling lama hingga yang paling baru yang mencakup berbagai aspek sehingga dapat mengetahui sejauh mana penelitian-penelitian tersebut dilakukan. Hal ini penting untuk mengetahui bagian-bagian mana yang memiliki urgensi untuk segera dilakukan penelitian terkait dengan potensi pemanfaatan dan upaya pelestarian moluska.

B. Penelitian Moluska di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan kumpulan pulau karang yang terletak di dalam kawasan Teluk Jakarta, Kabupaten Kepulauan Seribu



(Gambar 38). Gugusan ini terdiri dari Pulau Pari, Pulau Burung, Pulau Tikus, Pulau Tengah, dan Pulau Kongsu yang dikelilingi oleh rataan terumbu karang. Gugusan Pulau Pari dapat disebut sebagai pseudo-atol karena terdapat dua buah goba yang besar dan cukup dalam serta dikelilingi oleh *fringing reef* yang merupakan ciri sebuah atol. Perbedaan kedalaman perairan di ekosistem pesisir juga memiliki peran dalam menentukan distribusi beberapa biota bentik. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki berbagai tipe habitat yang memungkinkan ditemukannya berbagai jenis moluska, seperti vegetasi mangrove, lamun, pantai berpasir, adanya goba, terumbu karang, dan berbagai tipe substrat. Jenis substrat dan habitat di ekosistem pesisir merupakan faktor yang sangat penting bagi organisme yang hidup di dalamnya^[2]. Padang lamun, sebagai salah satu habitat yang cukup mendominasi Gugus Pulau Pari, merupakan habitat yang potensial dan produktif di ekosistem pesisir dan biota penghuninya^[3]. Hasil penelitian Kiswara^[4] menyebutkan bahwa di Gugusan Pulau Pari terdapat empat jenis lamun, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Enhalus accoroides*, dan *Thalassia hemprichii*. Vegetasi lamun memberikan perlindungan dan sekaligus sebagai mikrohabitat bagi sejumlah biota epifitik, baik yang menempel di daun, batang, rizhoma, maupun sekitar tajuk lamun^[5,6]. Lamun selain diketahui sebagai produsen primer, juga dikenal sebagai pendaur zat hara serta penangkap sedimen. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga memiliki rataan terumbu yang cukup luas di sekeliling gugusan pulau. Kekayaan jenis invertebrata di rataan terumbu gugusan pulau karang umumnya tinggi karena kecepatan sirkulasi air yang tinggi serta kandungan oksigen yang cukup^[7]. Posisi geografis dan lingkungan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, bahkan cocok sebagai lokasi pembenihan karang melalui kegiatan transplantasi atau teknik fragmentasi^[8]. Terdapat 193 spesies karang di sekitar Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[9]. Pada sebagian wilayah Gugusan Pulau Pari, terdapat vegetasi mangrove. Hutan mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem pesisir yang produktif dan keberadaannya sangat dipengaruhi oleh keberadaan air tawar. Serasah mangrove menjadi sumber makanan yang penting bagi berbagai biota, seperti ikan, udang, keong, kepiting, zooplankton, serta berbagai hewan invertebrata lainnya^[10].



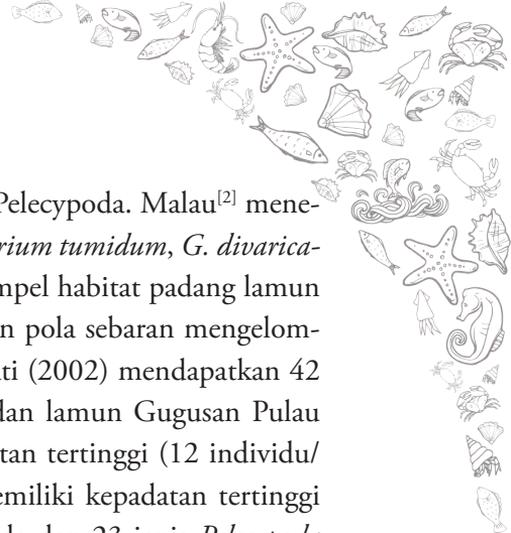
Gambar 38. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Semakin tingginya aktivitas masyarakat secara langsung maupun tidak langsung mengubah kondisi perairan dan kondisi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Akibatnya, ancaman degradasi ekosistem pun tidak dapat dihindari. Satu dekade terakhir ini, Pulau Pari Kepulauan Seribu menjadi destinasi utama wisata bahari dari Jakarta dan sekitarnya. Perubahan ekosistem ini mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan, dan selanjutnya mengakibatkan hilangnya atau menurunnya populasi berbagai macam sumber daya alam. Hal ini terlihat jelas dengan semakin sulitnya menemukan jenis-jenis moluska yang memiliki nilai ekonomi tinggi di sana, seperti kima^[11]. Salah satu hasil budi daya moluska yang pernah dilepaskan kembali ke alam pada 2003 di Gugusan Pulau Pari adalah kerang kima, terutama jenis kima pasir atau *Hippopus hippopus*^[12]. Introduksi tersebut dilakukan dengan tujuan memulihkan stok kima pasir yang populasinya mulai menipis di lokasi tersebut. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dipilih sebagai lokasi introduksi kerang kima karena memiliki goba yang dinilai cocok sebagai habitat kima pasir. Pertumbuhan kerang ini akan berbeda nyata apabila dikembangkan di habitat terumbu karang yang lebih terbuka^[13,14].

Beberapa penelitian moluska pernah dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan berbagai fokus penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian biodiversitas dan struktur komunitas

Penelitian Mudjiono^[1] tentang telaah ekologi dari 639 individu moluska menemukan 38 jenis Gastropoda (keong) dan 26 jenis Bivalvia (kerang). Pratiwi dkk.^[3] pada penelitian komunitas fauna epibentik pada lamun

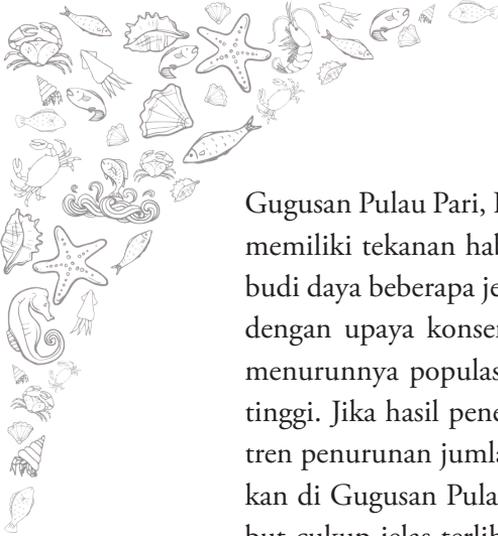


menemukan 12 jenis Gastropoda dan 6 jenis Pelecypoda. Malau^[2] menemukan sebanyak 3 spesies kerang kerek (*Gafrarium tumidum*, *G. divaricatum*, dan *G. dispar*) di 7 titik pengambilan sampel habitat padang lamun dengan kepadatan 1–25 individu/8 m² dengan pola sebaran mengelompok. Pada tahun yang sama, penelitian Karwati (2002) mendapatkan 42 jenis Gastropoda pada ekosistem mangrove dan lamun Gugusan Pulau Pari, dan *Terebralia palustris* memiliki kepadatan tertinggi (12 individu/m²); 18 jenis Bivalvia, dan *Gafrarium* sp. memiliki kepadatan tertinggi (5 individu/m²). Sebanyak 22 jenis Gastropoda dan 23 jenis *Pelecypoda* ditemukan dari hasil penelitian di 10 stasiun di habitat rata-rata terumbu^[11]. Kusnadi^[15] menemukan 16 jenis gastropoda dan 6 jenis Bivalvia di habitat rata-rata terumbu. Penelitian Irawan^[16] mendapatkan sebanyak 24 jenis Gastropoda dan 23 jenis Bivalvia dari 204 individu yang dikoleksi dari 5 stasiun sampling di rata-rata terumbu Pulau Burung dan Pulau Tikus. Ayunda^[17] mempublikasikan hasil penelitiannya tentang struktur komunitas Gastropoda pada ekosistem mangrove, dan didapatkan 33 jenis. Hasil penelitian biodiversitas keong famili Potamididae di habitat mangrove Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu mendapatkan tiga spesies, yaitu *Telescopium telescopium*, *Terebralia palustris*, dan *T. sulcata*^[18]. Secara lengkap, hasil-hasil penelitiannya disajikan pada Tabel 14.

Hasil penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan moluska yang ditemukan di Gugusan Pulau Pari memiliki keanekaragaman jenis yang tidak terlalu tinggi dan juga struktur komunitas yang tidak terlalu besar. Namun, ditemukannya beberapa jenis moluska yang bernilai ekonomi tinggi merupakan hal positif yang akan berdampak pada aspek sosial dan ekonomi masyarakat setempat.

2. Penelitian Budi Daya, Konservasi, dan Ekologi

Penelitian Malau^[2] menemukan bahwa hubungan antara kualitas habitat terhadap pola distribusi kerang kerek di tujuh titik sampling padang lamun Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tidak signifikan. Panggabean^[12] yang meneliti pertumbuhan 400 individu kima pasir (*Hippopus hippopus*) hasil budi daya selama 91 bulan mengungkapkan bahwa laju pertumbuhan rata-rata panjang 3,85 cm/tahun, lebar 2,96 cm/tahun, dan tebal 2,95 cm/tahun. Hasil-hasil penelitian tersebut secara lengkap disajikan pada Tabel 14. Tabel tersebut menunjukkan bahwa walaupun posisi



Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tidak jauh dari Teluk Jakarta yang memiliki tekanan habitat yang sangat tinggi, masih cocok sebagai lokasi budi daya beberapa jenis moluska. Informasi ini penting dalam kaitannya dengan upaya konservasi maupun pemulihan stok mengingat semakin menurunnya populasi jenis-jenis moluska yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Jika hasil penelitian dari tahun ke tahun ditelaah, terlihat adanya tren penurunan jumlah jenis dan jumlah individu moluska yang ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Penurunan jumlah tersebut cukup jelas terlihat pada jenis-jenis moluska yang bernilai ekonomi tinggi dan jenis-jenis moluska yang memiliki kerentanan tinggi terhadap perubahan habitat. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan kajian khusus yang membahas hubungan antara populasi moluska dengan berbagai faktor lingkungan yang memengaruhinya dari masa ke masa.

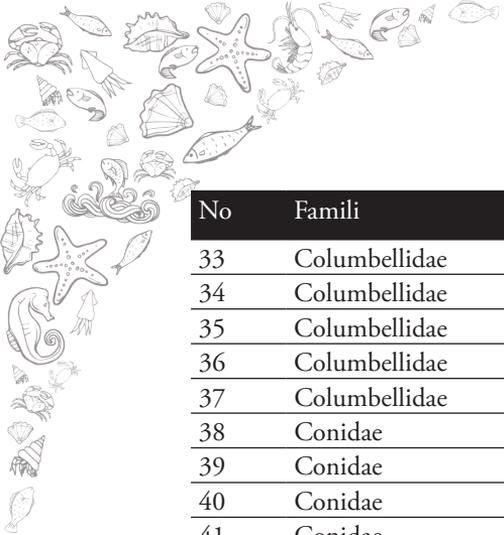
Tabel 14. Hasil-hasil penelitian moluska yang dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Tema	Habitat	Resume Hasil
Ekologi Gastropoda dan Bivalvia ^[1]	Rataan terumbu	639 individu: 38 jenis Gastropoda, 26 jenis Bivalvia
Hubungan kualitas habitat dengan pola distribusi kerang kerek ^[2]	Padang lamun	3 jenis, kepadatan 1–25 individu/8 m ² , pola sebaran mengelompok, kualitas habitat tidak signifikan terhadap pola distribusi
Komunitas fauna epibenthik ^[3]	Padang lamun	12 jenis Gastropoda dan 6 jenis Pelecypoda
Keanekaragaman jenis moluska ^[11]	Rataan terumbu	22 jenis Gastropoda, 23 jenis Pelecypoda
Karakteristik pertumbuhan kima pasir ^[12]	Rataan terumbu	Laju pertumbuhan rata-rata: panjang 3,85 cm/tahun, lebar 2,96 cm/tahun dan tebal 2,95 cm/tahun
Keanekaragaman jenis ^[15]	Rataan terumbu	16 jenis Gastropoda, 6 jenis Bivalvia
Struktur komunitas Gastropoda dan Bivalvia ^[16]	Rataan terumbu	204 individu dikoleksi dari lima stasiun: 24 jenis Gastropoda, 23 jenis Bivalvia dari Pulau Burung dan Pulau Tikus
Struktur komunitas Gastropoda ^[17]	Mangrove	33 jenis
Keanekaragaman jenis family Potamididae ^[18]	Mangrove	3 jenis: <i>Terebralia sulcata</i> , <i>Terebralia palustris</i> dan <i>Telescopium telescopium</i>
Struktur komunitas Gastropoda dan Bivalvia ^[19]	Mangrove, padang lamun	42 jenis Gastropoda, kepadatan tertinggi <i>Terebralia palustris</i> (12 individu/m ²); 18 jenis Bivalvia, kepadatan tertinggi <i>Gafrarium</i> sp. (5 individu/m ²)

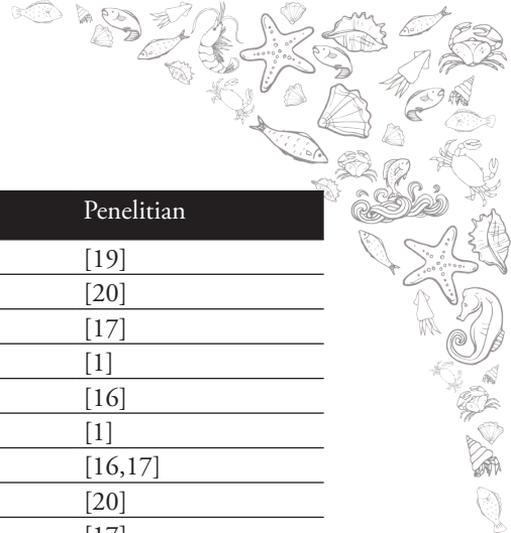
Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang pernah dilakukan tersebut, paling tidak dari tiga ekosistem pesisir Gugusan Pulau Pari didapatkan 153 spesies Gastropoda (belum termasuk Nudibranchia atau kelinci laut) dan 75 spesies Bivalvia (*Pelecypoda*), seperti yang disajikan pada Tabel 15 dan Tabel 16.

Tabel 15. Daftar jenis Gastropoda yang pernah ditemukan di Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu

No	Famili	Spesies	Penelitian
1	Architectonicidae	<i>Helicus</i> sp.	[11]
2	Buccinidae	<i>Cantharus undosus</i>	[1,11]
3	Buccinidae	<i>Cantharus coromandelicus</i>	[19]
4	Buccinidae	<i>Cantharus fumosus</i>	[16]
5	Buccinidae	<i>Engina alveolata</i>	[17]
6	Buccinidae	<i>Engina mendicaria</i>	[16]
7	Buccinidae	<i>Pisania tritonoides</i>	[19]
8	Bullidae	<i>Atys cylindricus</i>	[11]
9	Bullidae	<i>Bulla ampulla</i>	[11]
10	Bullidae	<i>Bulla rhodostoma</i>	[19]
11	Cerithiidae	<i>Cerithium alveolus</i>	[1,19]
12	Cerithiidae	<i>Cerithium asper</i>	[19]
13	Cerithiidae	<i>Cerithium articulatum</i>	[19]
14	Cerithiidae	<i>Cerithium fasciatum</i>	[19]
15	Cerithiidae	<i>Cerithium columna</i>	[17]
16	Cerithiidae	<i>Cerithium cobelti</i>	[17]
17	Cerithiidae	<i>Cerithium corallium</i>	[11]
18	Cerithiidae	<i>Cerithium eburneum</i>	[17]
19	Cerithiidae	<i>Cerithium pfefferi</i>	[17]
20	Cerithiidae	<i>Cerithium punctatum</i>	[17]
21	Cerithiidae	<i>Cerithium rupelli</i>	[19]
22	Cerithiidae	<i>Cerithium tenellum</i>	[3]
23	Cerithiidae	<i>Cerithium</i> sp.	[20]
24	Cerithiidae	<i>Clypeomorus concisus</i>	[17]
25	Cerithiidae	<i>Clypeomorus coralium</i>	[17]
26	Cerithiidae	<i>Clypeomorus moniliferus</i>	[17,19]
27	Cerithiidae	<i>Clypeomorus revis</i>	[1]
28	Cerithiidae	<i>Rhinoclavis articulata</i>	[16]
29	Cerithiidae	<i>Rhinoclavis aspera</i>	[1,11,16,17,19]
30	Cerithiidae	<i>Rhinoclavis batillariaeformis</i>	[11]
31	Cerithiidae	<i>Rhinoclavis sinensis</i>	[16]
32	Cerithiidae	<i>Rhinoclavis vertagus</i>	[1,11,15,16,17,19,20]

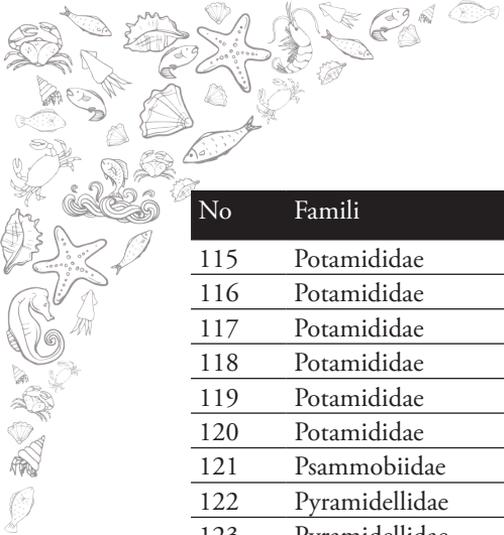


No	Famili	Spesies	Penelitian
33	Columbellidae	<i>Columbella mecrateria</i>	[19]
34	Columbellidae	<i>Columbella tyleri</i>	[1]
35	Columbellidae	<i>Columbella versicolor</i>	[1,3]
36	Columbellidae	<i>Pyrene testudinaria</i>	[19]
37	Columbellidae	<i>Pyrene scripta</i>	[11,16,19]
38	Conidae	<i>Conus advetex</i>	[1]
39	Conidae	<i>Conus aplustre</i>	[1]
40	Conidae	<i>Conus bicolor</i>	[15]
41	Conidae	<i>Conus ebraeus</i>	[15]
42	Conidae	<i>Conus eburneus</i>	[16]
43	Conidae	<i>Conus striatus</i>	[15]
44	Conidae	<i>Conus</i> sp.	[20]
45	Coralliophilidae	<i>Drupella cornus</i>	[20]
46	Coralliophilidae	<i>Drupella rugosa</i>	[17,20]
47	Costellariidae	<i>Vexillum rugosum</i>	[11]
48	Costellariidae	<i>Vexillum vulpecula</i>	[16]
49	Costellariidae	<i>Vexillum</i> sp.	[11]
50	Cymatiidae	<i>Cymatium pileare</i>	[17]
51	Cymatiidae	<i>Cymatium vespacium</i>	[16]
52	Cymatiidae	<i>Distorsio anus</i>	[1]
53	Cypraeidae	<i>Cypraea annulus</i>	[1,15,16,20]
54	Cypraeidae	<i>Cypraea arabica</i>	[16,20]
55	Cypraeidae	<i>Cypraea carneola</i>	[1]
56	Cypraeidae	<i>Cypraea cicercula</i>	[20]
57	Cypraeidae	<i>Cypraea erroneus</i>	[1]
58	Cypraeidae	<i>Cypraea moneta</i>	[1,20]
59	Cypraeidae	<i>Cypraea quadrimaculata</i>	[1]
60	Cypraeidae	<i>Cypraea tigris</i>	[15,20]
61	Cypraeidae	<i>Cypraea vitellus</i>	[16]
62	Cypraeidae	<i>Cypraea</i> sp.	[20]
63	Fissurellidae	<i>Diodora singaporensis</i>	[11]
64	Fissurellidae	<i>Pleuroploca</i> sp.	[20]
65	Haliotidae	<i>Haliotis varia</i>	[1]
66	Littorinidae	<i>Littorina concinea</i>	[19]
67	Littorinidae	<i>Littorina littoralis</i>	[19]
68	Littorinidae	<i>Littorina scabra</i>	[17,19,20]
69	Littorinidae	<i>Littorina striata</i>	[19]
70	Littorinidae	<i>Littorina undulata</i>	[17]
71	Littorinidae	<i>Littoraria</i> sp.	[20]
72	Melongenidae	<i>Melongenena galeodes</i>	[1,19]
73	Melongenidae	<i>Volema myristica</i>	[17]



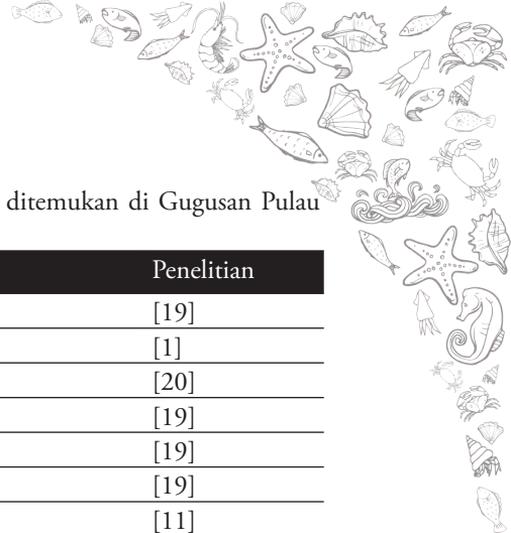
No	Famili	Spesies	Penelitian
74	Mitra litterata	<i>Mitra litterata</i>	[19]
75	Muricidae	<i>Chicoreus brunneus</i>	[20]
76	Muricidae	<i>Chicoreus capucinus</i>	[17]
77	Muricidae	<i>Morulaanaxeres</i>	[1]
78	Muricidae	<i>Morula granulata</i>	[16]
79	Muricidae	<i>Morula marginatra</i>	[1]
80	Muricidae	<i>Morula margariticola</i>	[16,17]
81	Muricidae	<i>Morula sp.</i>	[20]
82	Muricidae	<i>Thais bitubercularis</i>	[17]
83	Muricidae	<i>Thais tissoti</i>	[17]
84	Muricidae	<i>Thais sp.</i>	[20]
85	Nassariidae	<i>Nassarius albescens</i>	[11,16]
86	Nassariidae	<i>Nassarius camptus</i>	[19]
87	Nassariidae	<i>Nassarius concinnus</i>	[17]
88	Nassariidae	<i>Nassarius globosus</i>	[1]
89	Nassariidae	<i>Nassarius margaritiferus</i>	[1,16]
90	Nassariidae	<i>Nassarius olivaceus</i>	[17]
91	Nassariidae	<i>Nassarius reeveanus</i>	[17]
92	Nassariidae	<i>Nassarius sp.</i>	[1,20]
93	Naticidae	<i>Natica catena</i>	[19]
94	Naticidae	<i>Natica canrena</i>	[19]
95	Naticidae	<i>Natica gualteriana</i>	[1,19]
96	Naticidae	<i>Natica lineata</i>	[16]
97	Naticidae	<i>Natica sertata</i>	[11]
98	Naticidae	<i>Natica sp.</i>	[20]
99	Naticidae	<i>Polinices melanostomus</i>	[11]
100	Naticidae	<i>Polinices putealis</i>	[1]
101	Naticidae	<i>Polinices tumidus</i>	[1,11,16]
102	Naticidae	<i>Polinices sp.</i>	[20]
103	Neritidae	<i>Nerita albicilla</i>	[1,19]
104	Neritidae	<i>Nerita chamaeleon</i>	[1]
105	Neritidae	<i>Nerita plicata</i>	[19]
106	Neritidae	<i>Nerita polita</i>	[1]
107	Neritidae	<i>Nerita signata</i>	[1,17]
108	Neritidae	<i>Nerita undata</i>	[1,17]
109	Neritidae	<i>Nerita versicolor</i>	[19]
110	Neritidae	<i>Nerita sp.</i>	[16]
111	Olividae	<i>Oliva marmoreal</i>	[19]
112	Planaxidae	<i>Planaxis sulcatus</i>	[1,11]
113	Planaxidae	<i>Quoyia decollata</i>	[17]
114	Planorbidae	??	[20]

Buku ini tidak diperjualbelikan.



No	Famili	Spesies	Penelitian
115	Potamididae	<i>Batillaria zonalis</i>	[1]
116	Potamididae	<i>Cerithidea cingulata</i>	[19]
117	Potamididae	<i>Cerithidea obtusa</i>	[19]
118	Potamididae	<i>Telescopium telescopium</i>	[17,18,19,20]
119	Potamididae	<i>Terebralia palustris</i>	[17,18,19,20]
120	Potamididae	<i>Terebralia sulcata</i>	[17,18,19,20]
121	Psammobiidae	<i>Asaphis violascens</i>	[15]
122	Pyramidellidae	<i>Milda ventricosa</i>	[1,11,16]
123	Pyramidellidae	<i>Otopleura auriscati</i>	[11]
124	Strombidae	<i>Lambis chiragra</i>	[15,20]
125	Strombidae	<i>Lambis lambis</i>	[15,20]
126	Strombidae	<i>Lambis scorpius</i>	[20]
127	Strombidae	<i>Strombus fasciatus</i>	[19]
128	Strombidae	<i>Strombus gibberulus</i>	[1,16]
129	Strombidae	<i>Strombus labiatus</i>	[15,16,17]
130	Strombidae	<i>Strombus mutabilis</i>	[15,17]
131	Strombidae	<i>Strombus plicatus</i>	[19]
132	Strombidae	<i>Strombus terebelatus</i>	[19]
133	Strombidae	<i>Strombus urceus</i>	[1,11,16,17,19,20]
134	Strombidae	<i>Strombus ustulatus</i>	[15]
135	Strombidae	<i>Strombus variabilis</i>	[19]
136	Strombidae	<i>Strombus sp.</i>	[20]
137	Terebridae	<i>Terebra funniculata</i>	[1]
138	Turridae	<i>Pussionela nifat</i>	[19]
139	Turritellidae	<i>Turritella kowinensis</i>	[19]
140	Trochidae	<i>Chrysostoma paradoxum</i>	[1,11]
141	Trochidae	<i>Clanculus atopurpureus</i>	[11]
142	Trochidae	<i>Lunella cinerea</i>	[1]
143	Trochidae	<i>Monodonta labio</i>	[17]
144	Trochidae	<i>Tectus fenestratus</i>	[20]
145	Trochidae	<i>Tectus sp.</i>	[20]
146	Trochidae	<i>Trochus maculatus</i>	[20]
147	Trochidae	<i>Trochus niloticus</i>	[15,20]
148	Trochidae	<i>Trochus radiatus</i>	[15]
149	Trochidae	<i>Trochus sp.</i>	[20]
150	Turbinidae	<i>Turbo imperialis</i>	[19]
151	Vasidae	<i>Vasum turbinellum</i>	[15]
152	Volutidae	<i>Voluta nivosa</i>	[19]

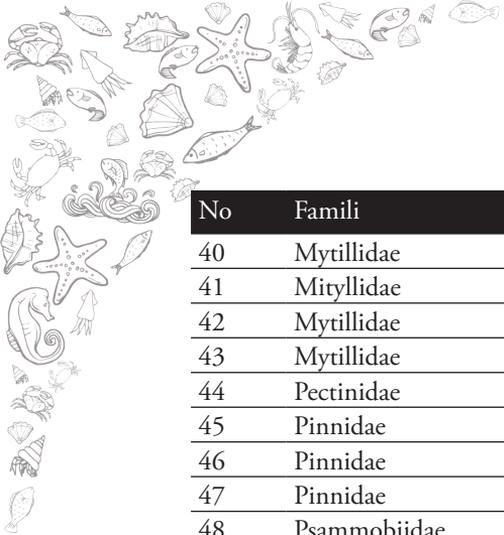
Sumber: Diolah dari berbagai sumber



Tabel 16. Daftar jenis *Pelecypoda* / Bivalvia yang pernah ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

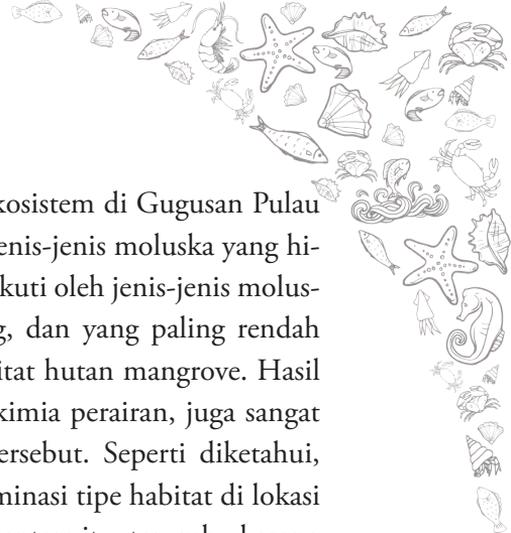
No	Famili	Spesies	Penelitian
1	Acteonidae	<i>Acteon vertagus</i>	[19]
2	Arcidae	<i>Anadara antiquata</i>	[1]
3	Arcidae	<i>Anadara</i> sp.	[20]
4	Arcidae	<i>Arca</i> sp.	[19]
5	Cardiidae	<i>Acrosterigma elongatum</i>	[19]
6	Cardiidae	<i>Acrosterigma rugosa</i>	[19]
7	Cardiidae	<i>Acrosterigma</i> sp.	[11]
8	Cardiidae	<i>Cardium robustum</i>	[19]
9	Cardiidae	<i>Cardium unode</i>	[19]
10	Cardiidae	<i>Corculum cardisa</i>	[15]
11	Cardiidae	<i>Fragum fragum</i>	[11,15]
12	Cardiidae	<i>Fragum unedo</i>	[1]
13	Cardiidae	<i>Hippopus hippopus</i>	[12]
14	Cardiidae	<i>Trachycardium magnum</i>	[19]
15	Cardiidae	<i>Trachycardium rugosus</i>	[11]
16	Cardiidae	<i>Trachycardium subrugosum</i>	[1]
17	Cardiidae	<i>Tridacna squamosa</i>	[15]
18	Carditidae	<i>Cardita variegata</i>	[1]
19	Chamidae	<i>Chama reflexa</i>	[1]
20	Chamidae	<i>Chama cyndosa</i>	[1]
21	Donaxidae	<i>Donax</i> sp.	[11]
22	Glossidae	<i>Sunetta alicae</i>	[19]
23	Glossidae	<i>Sunetta concinna</i>	[19]
24	Glossidae	<i>Sunetta menstrualis</i>	[19]
25	Glossidae	<i>Veneropsis aurea</i>	[19]
26	Fimbriidae	<i>Fimbria fimbriata</i>	[1,11]
27	Glycimerididae	<i>Glycimeris violascens</i>	[19]
28	Isognomonidae	<i>Isognomon ephiphium</i>	[1]
29	Isognomonidae	<i>Isognomon isognomum</i>	[1,11,19]
30	Isognomonidae	<i>Isognomon perna</i>	[1,11]
31	Lucinidae	<i>Anodontia</i> sp.	[11]
32	Lucinidae	<i>Codakia tigrina</i>	[11]
33	Malleidae	<i>Malleus albus</i>	[19]
34	Malleidae	<i>Malleus malleus</i>	[19]
35	Malleidae	<i>Parimalleus rex</i>	[1]
36	Mesodesmatidae	<i>Atactodea alabrata</i>	[19]
37	Mesodesmatidae	<i>Atactodea striata</i>	[1,11]
38	Mesodesmatidae	<i>Davilla plana</i>	[1]
39	Mytillidae	<i>Modiolus auriculatus</i>	[1]

Buku ini tidak diperjualbelikan.



No	Famili	Spesies	Penelitian
40	Mytillidae	<i>Modiolus hipponicus</i>	[1]
41	Mityllidae	<i>Modiolus micropterus</i>	[11]
42	Mytillidae	<i>Modiolus philopainarum</i>	[1]
43	Mytillidae	<i>Septifer bilocularis</i>	[15]
44	Pectinidae	<i>Pecten</i> sp.	[20]
45	Pinnidae	<i>Pinna bicolor</i>	[15]
46	Pinnidae	<i>Pinna muricata</i>	[1]
47	Pinnidae	<i>Pinna</i> sp.	[20]
48	Psammobiidae	<i>Asaphis</i> sp.	[1]
49	Pteriidae	<i>Electroma japonica</i>	[1]
50	Pteriidae	<i>Pinctada margaritifera</i>	[11]
51	Pteriidae	<i>Pteria penguin</i>	[1]
52	Spondylidae	<i>Spondylus ducalis</i>	[1]
53	Spondylidae	<i>Spondylus</i> sp.	[20]
54	Tellinidae	<i>Tellina crassa</i>	[19]
55	Tellinidae	<i>Tellina gargadia</i>	[11]
56	Tellinidae	<i>Tellina palatam</i>	[11]
57	Tellinidae	<i>Tellina remies</i>	[15]
58	Tellinidae	<i>Tellina staurella</i>	[15]
59	Tellinidae	<i>Tellina virgata</i>	[15]
60	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp.	[15,20]
61	Veneridae	<i>Dosinia ponderosa</i>	[19]
62	Veneridae	<i>Gafrarium dispar</i>	[2]
63	Veneridae	<i>Gafrarium divaricatum</i>	[2,19]
64	Veneridae	<i>Gafrarium pectinatum</i>	[1,11,19]
65	Veneridae	<i>Gafrarium tumidum</i>	[1,2,11,19]
66	Veneridae	<i>Gafrarium</i> sp.	[19]
67	Veneridae	<i>Pitar striatum</i>	[1,11]
68	Veneridae	<i>Pitar</i> sp.	[11]
69	Veneridae	<i>Pitarina striatum</i>	[19]
70	Veneridae	<i>Tapes literatus</i>	[15]
71	Veneridae	<i>Tawera lagopus</i>	[11]
72	Veneridae	<i>Timoclea</i> sp.	[1]
73	Veneridae	<i>Venus mecrenaria</i>	[19]
74	Veneridae	<i>Venus meretrix</i>	[19]
75	Veneridae	<i>Venus multicostata</i>	[19]

Sumber: Diolah dari berbagai sumber



Hasil inventarisasi moluska dari ketiga ekosistem di Gugusan Pulau Pari menunjukkan bahwa terdapat dominasi jenis-jenis moluska yang hidup di habitat di padang lamun, kemudian diikuti oleh jenis-jenis moluska yang hidup di habitat di terumbu karang, dan yang paling rendah adalah jenis-jenis moluska yang hidup di habitat hutan mangrove. Hasil ini selain karena pengaruh kualitas fisik dan kimia perairan, juga sangat dipengaruhi oleh kondisi ketiga ekosistem tersebut. Seperti diketahui, padang lamun di Gugusan Pulau Pari mendominasi tipe habitat di lokasi ini dan memiliki kondisi yang cukup baik. Sementara itu, terumbu karang di perairan ini kondisinya kurang baik dan tidak terlalu luas. Demikian halnya dengan hutan mangrove yang semakin menurun luasannya akibat perubahan fungsi lahan.

C. Contoh Penelitian Famili *Potamididae* di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu

Sebagian besar mangrove di Indonesia, terutama di pulau-pulau kecil, telah mengalami degradasi^[21]. Ancaman ini disebabkan oleh manusia, abrasi, dan kenaikan permukaan air laut. Setiap perubahan habitat hutan mangrove akan mengubah fungsi habitat bagi biota yang berasosiasi di dalamnya, termasuk Gastropoda. Berdasarkan durasi asosiasi pada mangrove, Gastropoda dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu asli mangrove, fakultatif, dan pengunjung^[22]. Potamididae merupakan satu-satunya famili dari Gastropoda yang asli mangrove yang semua anggotanya hanya ditemukan di ekosistem mangrove^[23,24]. Famili Potamididae memiliki tingkat ketergantungan yang sangat tinggi terhadap keberadaan mangrove sehingga potensial sebagai indikator mangrove^[25,26]. Jenis-jenis dari famili ini berasosiasi dengan ekosistem mangrove untuk mencari makan, tempat perlindungan, serta tempat pemijahan dan pembesaran anakan^[27,28,29,30]. Penelitian tentang keong famili Potamididae menjadi penting karena tingginya tekanan terhadap ekosistem mangrove, termasuk yang terjadi di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Keberadaan mangrove sangat penting bagi populasi keong famili Potamididae walau sebarannya tidak merata. Tingkat kerentanan yang tinggi terhadap abrasi pantai yang terjadi di pulau-pulau kecil menyebabkan mangrove rentan terhadap kerusakan. Perubahan kondisi mangrove di pulau kecil secara



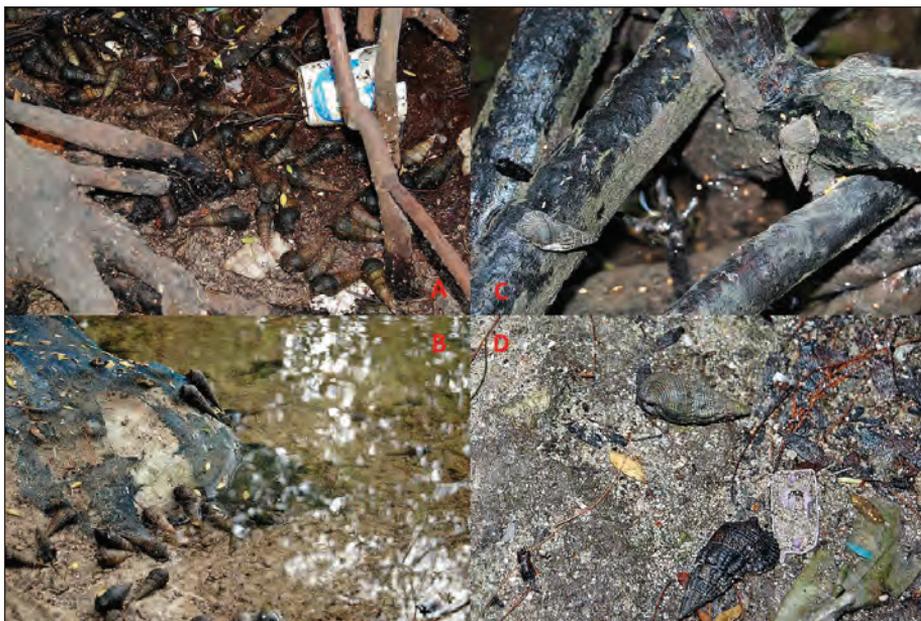
alami berlangsung lebih cepat dibanding mangrove di pulau besar. Kegiatan antropogenik, aktivitas pariwisata, dan alih fungsi lahan di kawasan Gugusan Pulau Pari dapat mempercepat degradasi lingkungan. Pada Gambar 39, terlihat variasi habitat mangrove yang menunjukkan adanya tekanan terhadap habitat tersebut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Gambar 39. Habitat mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu: (A) mangrove melingkupi seluruh bagian Pulau Burung; (B) mangrove non-*Rhizophora* di Pulau Kongsu; (C) mangrove di Pulau Pari bagian timur yang substratnya selalu terendam air laut; (D) mangrove di Pulau Pari bagian barat yang terdapat kolam; (E) mangrove di Pulau Tengah yang mengalami degradasi.

Gastropoda yang berasosiasi dengan mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan dalam ekosistem^[22,23]. Kelompok Gastropoda tersebut memiliki kemampuan hidup di dalam dan di permukaan air, memiliki kemampuan memanfaatkan bahan organik dengan baik, serta memiliki pola reproduksi yang dipengaruhi pasang surut. Beberapa spesies mampu beradaptasi terhadap pasang surut dengan cara bergerak aktif naik dan turun sesuai ritme air laut (Gambar 40), misalnya *Terebralia sulcata*. Beberapa spesies memakan serasah daun atau batang mangrove yang telah membusuk, misalnya *Telescopium telescopium*^[31]. Jenis lainnya memakan daun mangrove yang belum membusuk, misalnya *Terebralia palustris*. Hasil penelitian Fratini dkk.^[32] menunjukkan bahwa *Terebralia palustris* memakan daun mangrove yang baru jatuh dari pohon. Hal ini juga dibuktikan Penha-Lopes dkk.^[25] dan Pape dkk.^[33] dalam penelitian yang sama di tempat berbeda tentang distribusi dan perilaku makan *Terebralia palustris*.

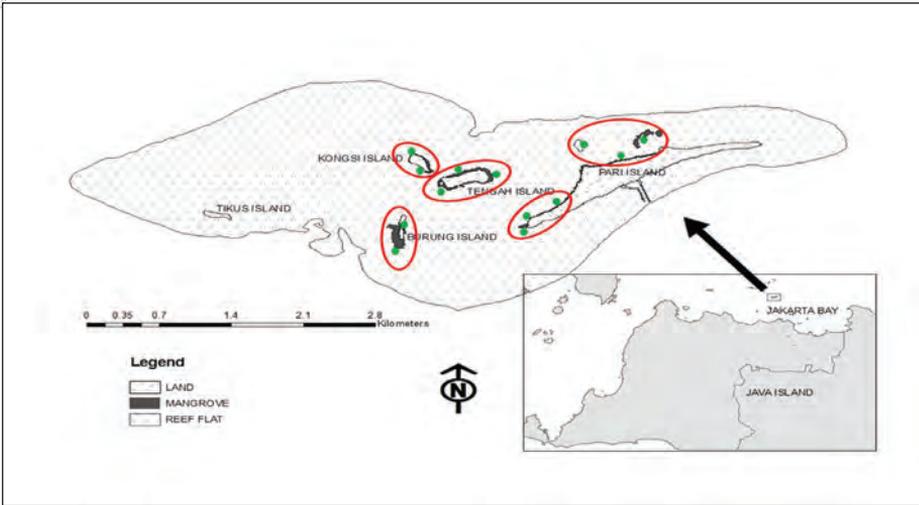
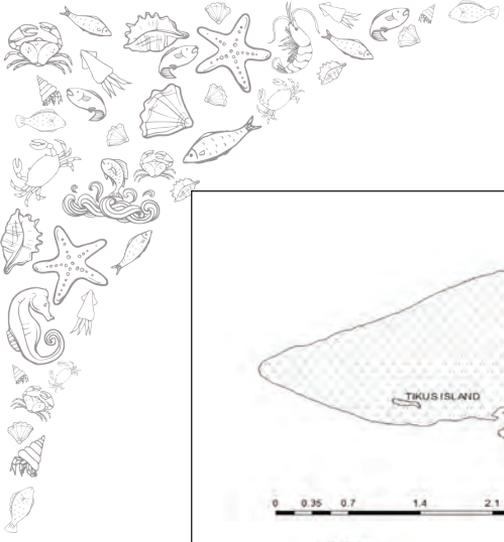
Buku ini tidak diperjualbelikan.



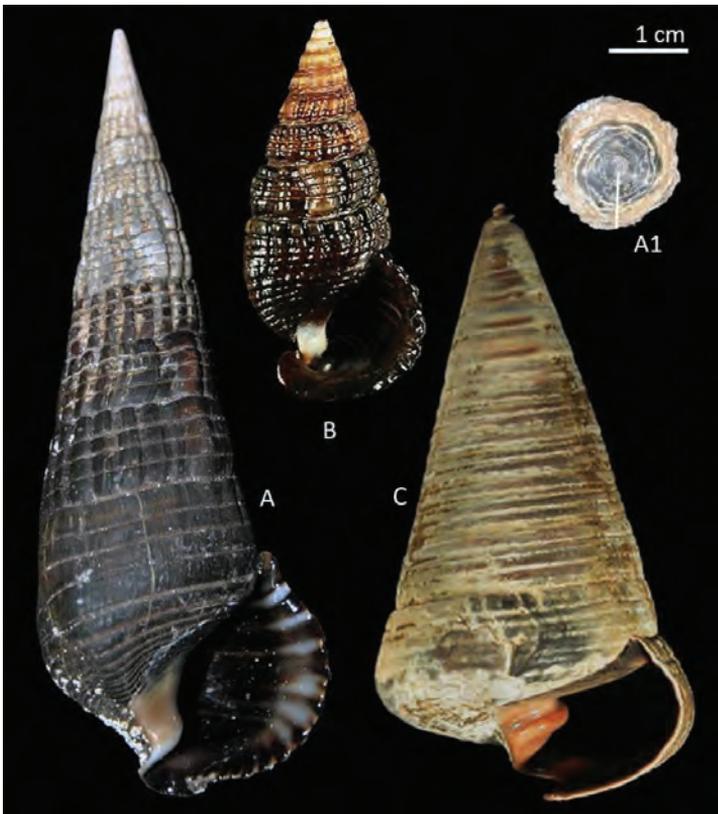
Gambar 40. Beberapa karakter ekologi keong Potamididae: (A) agregasi *Terebralia palustris* di sekitar pohon dan akar mangrove; (B) agregasi *T. palustris* di atas pasir berlumpur; (C) perilaku *T. sulcata* memanjat pohon dan akar mangrove; (D) *T. sulcata* di atas pasir berlumpur.

Menurut Budiman^[22], Famili Potamididae secara umum kurang dipengaruhi oleh kelembapan, tetapi beberapa di antaranya sangat tergantung pada naungan dan frekuensi penggenangan yang tinggi. Sampai tingkat tertentu, perbedaan toleransi terhadap naungan dan kondisi yang diakibatkan (misalnya fluktuasi suhu/air/tanah dan kelembapan) dapat dipakai untuk memisahkan Famili Potamididae menjadi dua kelompok, yaitu kelompok yang memiliki toleransi tinggi (Genus *Telescopium*, *Cerithideopsis*, *Cerithideopsis*, dan *Cerithidea*) dan kelompok yang kurang dapat bertoleransi (Genus *Terebralia*).

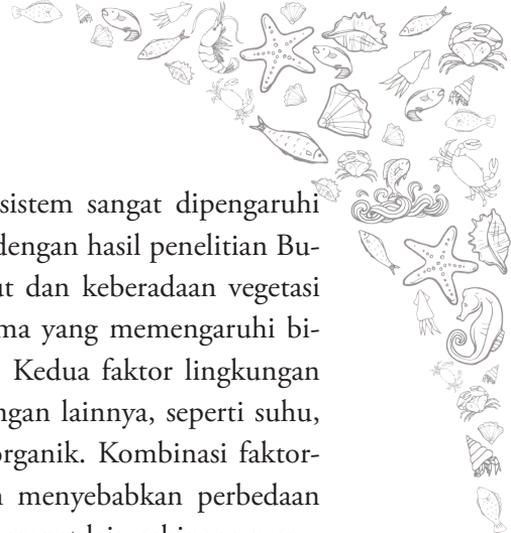
Penelitian biodiversitas keong famili Potamididae yang dilakukan di lima stasiun sampling di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Gambar 41), ditemukan 545 individu yang terdiri dari tiga spesies dan dibedakan menjadi dua genus, yaitu Genus *Telescopium* (*Telescopium telescopium*) dan Genus *Terebralia* (*Terebralia palustris* dan *Terebralia sulcata*) (Gambar 42).



Gambar 41. Lokasi Penelitian Keong Famili Potamididae

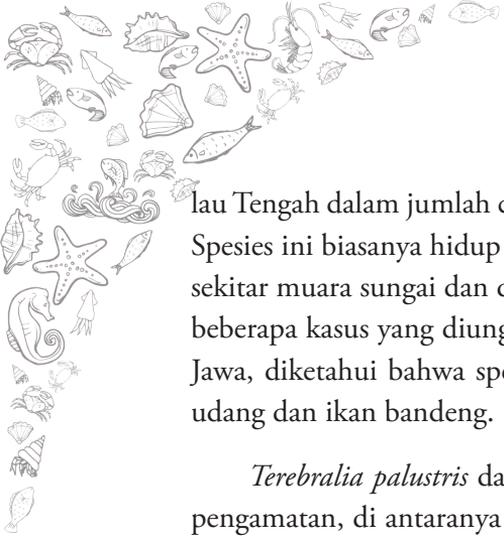


Gambar 42. Keong Famili Potamididae di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu: (A) *Terebralia palustris*; (B) *Terebralia sulcata*; (C) *Telescopium telescopium*; (A1) Operculum *T. palustris*.



Komposisi spesies Gastropoda di setiap ekosistem sangat dipengaruhi oleh perubahan faktor lingkungan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Budiman^[22], yang membuktikan bahwa pasang surut dan keberadaan vegetasi mangrove merupakan dua faktor lingkungan utama yang memengaruhi biota yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Kedua faktor lingkungan tersebut secara nyata memengaruhi faktor lingkungan lainnya, seperti suhu, salinitas, tipe substrat, dan kandungan material organik. Kombinasi faktor-faktor lingkungan tersebut pada suatu ekosistem menyebabkan perbedaan komposisi spesies dengan ekosistem yang sama di tempat lain sehingga membentuk pola yang khas^[34]. Sebagai contoh, komposisi spesies Gastropoda di ekosistem mangrove pulau-pulau kecil akan berbeda dengan Gastropoda di ekosistem mangrove areal pertambakan, walaupun sama-sama ekosistem yang mengalami degradasi secara fisik. Hal ini berkaitan dengan perbedaan tingkat kemampuan masing-masing jenis Gastropoda untuk beradaptasi terhadap faktor lingkungan. Selain itu, perbedaan variasi faktor lingkungan juga menyebabkan perbedaan strategi hidup dan penyebaran Gastropoda. Berdasarkan strategi hidupnya terhadap substrat, Gastropoda di ekosistem mangrove dapat hidup sebagai *epifauna* (di permukaan substrat), *infauna* (di dalam substrat), maupun *treefauna* (pada akar, batang, dan daun mangrove). Berdasarkan cara penyebarannya, Gastropoda di ekosistem mangrove dapat menyebar secara vertikal maupun horizontal terhadap garis pantai. Pengelompokan tersebut berkaitan erat dengan strategi adaptasi terhadap perubahan lingkungan yang disebabkan oleh pengaruh pasang surut di ekosistem mangrove^[22].

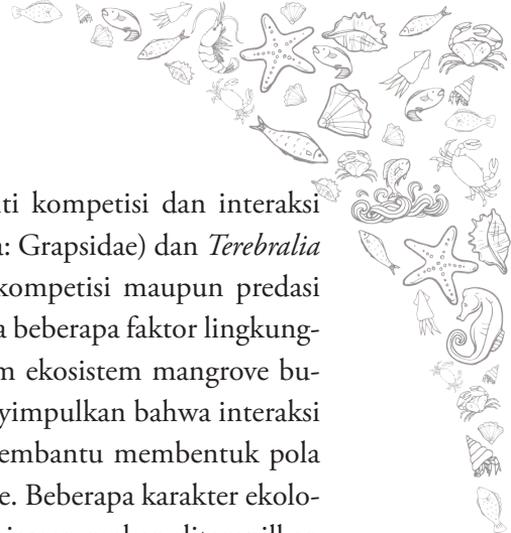
Telescopium telescopium di lokasi penelitian ditemukan hanya dalam jumlah yang sangat sedikit, yaitu hanya satu individu dari Pulau Pari barat Plot 1. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh *sampling* yang hanya menjangkau spesimen yang ada di permukaan substrat saja, dan tidak dilakukan penggalian substrat. Spesies ini diketahui memiliki kebiasaan hidup menenggelamkan sebagian atau hampir seluruh bagian tubuhnya ke dalam substrat berlumpur^[22]. Kemungkinan lain adalah perubahan kondisi habitat secara drastis belakangan ini. Namun, belum diketahui secara pasti seberapa besar dampak perubahan lingkungan tersebut terhadap keberadaan *T. telescopium*. Spesies ini diduga dapat ditemukan juga di ekosistem mangrove Pulau Burung dan Pulau Kongsi. Hal ini didasarkan pada kondisi substrat yang memungkinkan *T. telescopium* memilihnya sebagai habitat. Dugaan ini juga didasarkan pada penelitian Ayunda^[17] yang menemukan spesies ini di Pulau Pari, Pulau Burung, dan Pu-



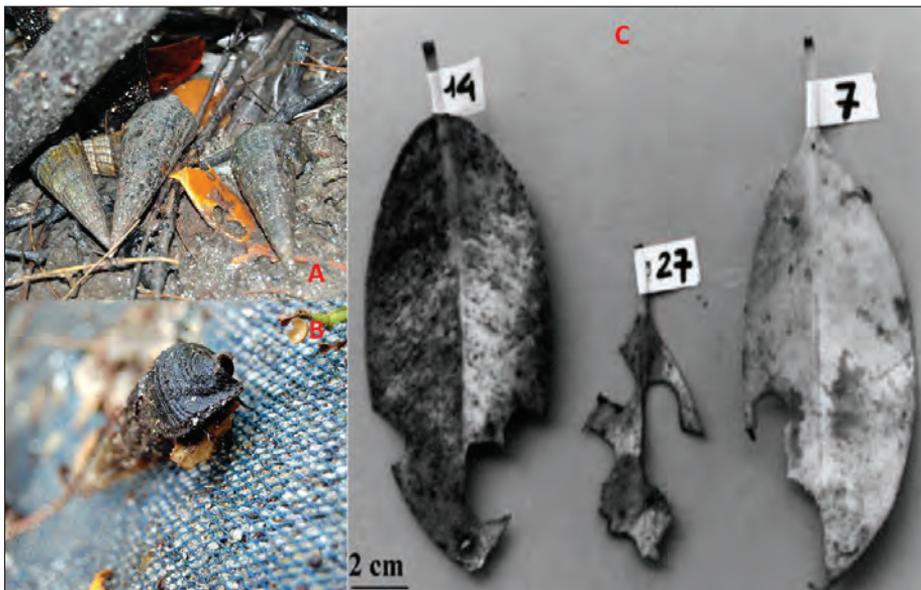
lau Tengah dalam jumlah cukup banyak dengan kepadatan 9–12 individu/m². Spesies ini biasanya hidup melimpah di habitat dengan substrat berlumpur di sekitar muara sungai dan di areal pertambakan. Berdasarkan pengamatan dan beberapa kasus yang diungkapkan oleh pemilik tambak di pesisir utara Pulau Jawa, diketahui bahwa spesies ini dianggap sebagai hama bagi pertambakan udang dan ikan bandeng.

Terebralia palustris dapat ditemukan dengan mudah di beberapa stasiun pengamatan, di antaranya Stasiun Pari barat (Plot 1, Plot 2, dan Plot 3), Stasiun Kongsu (Plot 1 dan Plot 2), dan Stasiun Burung (Plot 2). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa spesies ini juga ditemukan di Pulau Pari, Pulau Burung, dan Pulau Tengah^[17]. Spesies ini ditemukan dalam agregasi yang cukup besar di Pulau Pari barat, terutama di sekitar genangan air yang ada. Sebagai gambaran, dapat ditemukan sebanyak 50–60 individu/m² yang kadang berbagi tempat dengan spesies lain. Sebaliknya, di Pulau Pari timur kepadatannya tidak terlalu tinggi, paling banyak ditemukan 5 individu/m². Substrat dan tinggi serta lamanya genangan air diduga menjadi faktor lingkungan yang menyebabkan fenomena ini. Spesies ini memiliki kebiasaan merayap di atas substrat lumpur berpasir atau pasir berlumpur, dan tidak pernah ditemukan memanjat akar dan pohon mangrove. Mangrove dengan kanopi yang rapat menjadi habitat yang disukai oleh spesies *Terebralia palustris*, dan sering kali spesies ini ditemukan berlindung di antara perakaran *Rhizophora* spp.

Adanya agregasi dalam jumlah yang besar menunjukkan bahwa ruang pada ekosistem mangrove bukan merupakan pembatas. Hal ini sesuai dengan pendapat Budiman^[22], yang menyatakan bahwa pada areal yang sempit dengan jumlah moluska yang tinggi sekalipun, kompetisi dan predasi sebagai regulator struktur komunitas tidak tampak terjadi. Makanan yang berupa hasil proses dekomposisi seresah bukan merupakan faktor pembatas karena tersedia dalam jumlah yang melimpah. Pasang surut dapat merupakan media yang baik untuk distribusi seresah ke seluruh bagian ekosistem mangrove. Budiman^[22] juga menambahkan bahwa peran pemangsa (seperti keong Famili Muricidae, kepiting Famili Sesarmidae, dan ikan glodok) kurang penting terhadap pola struktur moluska mangrove. Walaupun kenyataannya kelompok predator tersebut memangsa Famili Potamididae, pemangsaan tersebut bukan berperan sebagai pengatur dalam menghilangkan persaingan ruang sebagaimana yang dilakukan oleh predator di habitat pantai berbatu. Hal ini



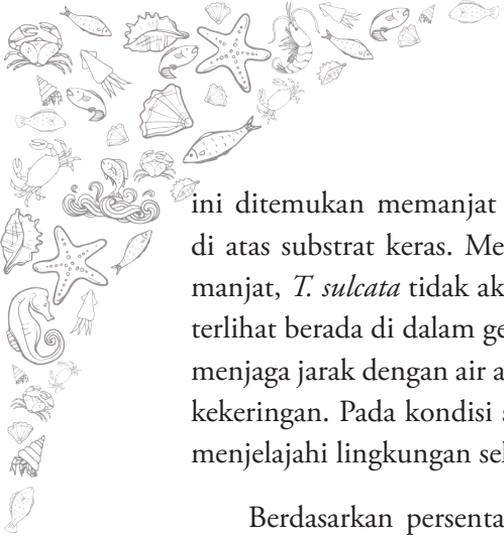
juga dibuktikan oleh Fratini dkk.^[35] yang meneliti kompetisi dan interaksi yang terjadi antara *Neosarmatium smithi* (Crustacea: Grapsidae) dan *Terebralia palustris*. Hasil analisisnya menunjukkan bahwa kompetisi maupun predasi keduanya tidak signifikan. Berdasarkan fakta bahwa beberapa faktor lingkungan yang penting bagi kehidupan moluska di dalam ekosistem mangrove bukan merupakan faktor pembatas, Budiman^[22] menyimpulkan bahwa interaksi biologi (terutama kompetisi dan predasi) tidak membantu membentuk pola struktur komunitas moluska di ekosistem mangrove. Beberapa karakter ekologi keong Famili Potamididae berkaitan dengan kebiasaan makan ditampilkan pada Gambar 42.



Sumber: A dan B (dok pribadi), C^[32]

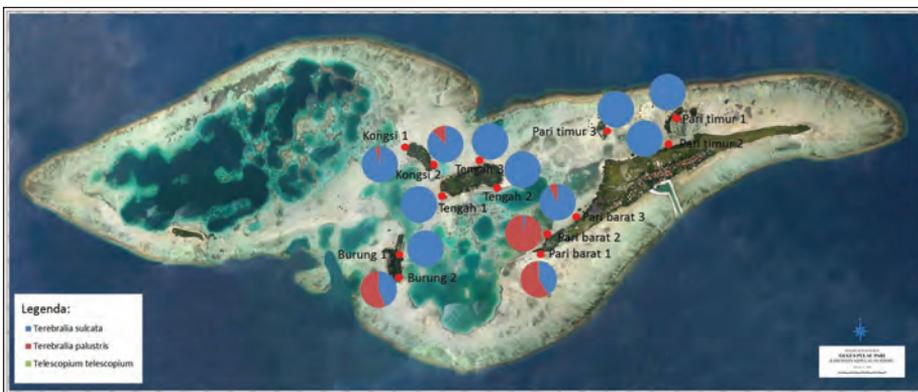
Gambar 43. Beberapa kebiasaan makan keong famili Potamididae: A) *Terebralia Palustris* bersama seresah daun mangrove yang terlihat lubang bekas gigitan; B) *T. palustris* sedang melahap seresah daun mangrove; C) contoh seresah daun mangrove *Rhizophora mucronata* yang memperlihatkan bekas gigitan *T. palustris*.

Terebralia sulcata juga ditemukan dengan mudah di semua stasiun pengamatan, walaupun jumlahnya tidak sebanyak *T. palustris*. Spesies ini biasanya hidup secara soliter dan jarang hadir dalam agregasi dengan jumlah besar. Ayunda^[17] dalam penelitiannya melaporkan bahwa spesies ini ditemukan di Pulau Pari, Pulau Burung, dan Pulau Tengah. Spesies ini juga ditemukan dalam agregasi di Pulau Pari barat, di mana dalam plot berukuran 1 m² dapat ditemukan sebanyak 10–15 individu yang berbagi tempat dengan spesies lain. Spesies

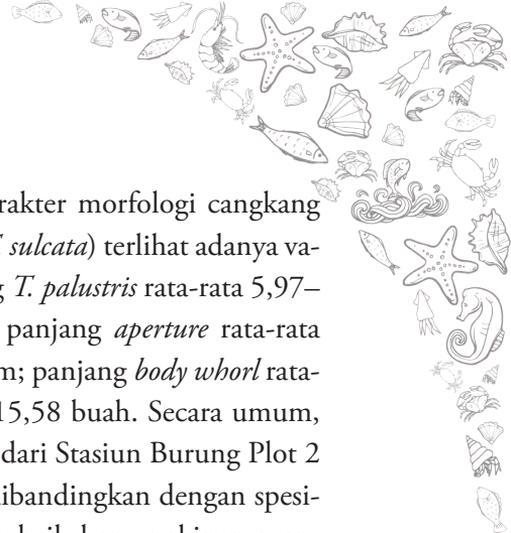


ini ditemukan memanjat akar dan batang mangrove serta kadang merayap di atas substrat keras. Menurut Wells^[27], walaupun memiliki kebiasaan memanjat, *T. sulcata* tidak akan berada jauh dari batas air laut dan sangat jarang terlihat berada di dalam genangan air. Dengan kata lain, Gastropoda ini tetap menjaga jarak dengan air agar mudah menjangkau air laut untuk menghindari kekeringan. Pada kondisi substrat basah, spesies ini terlihat lebih aktif untuk menjelajahi lingkungan sekitarnya^[27].

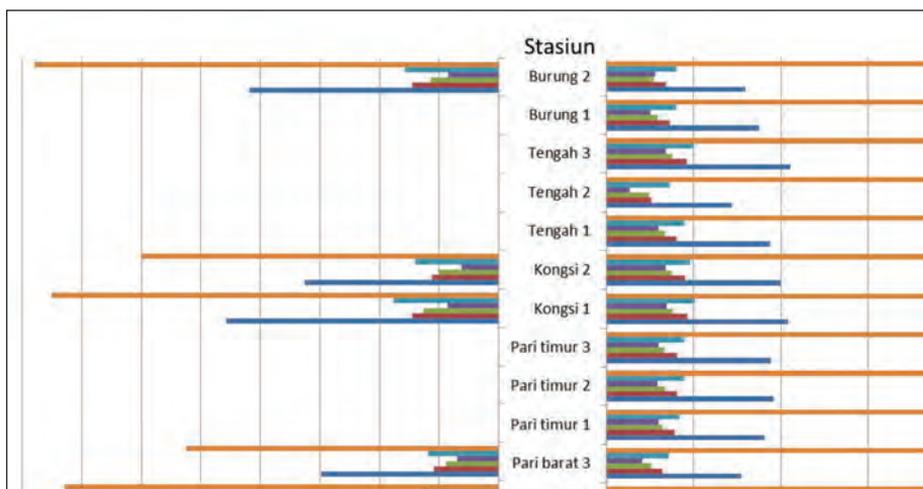
Berdasarkan persentase komposisi spesies pada masing-masing stasiun, terlihat adanya variasi pada Stasiun Pari barat. Ketiga spesies dapat ditemukan pada Plot 1, dengan didominasi oleh *Terebralia palustris*, kemudian diikuti *Terebralia sulcata* dengan persentase yang hampir berimbang, sedangkan *Telescopium telescopium* merupakan spesies yang memiliki persentase paling kecil. Pada Plot 2 di stasiun yang sama, *T. palustris* juga merupakan spesies dominan yang mencapai porsi lebih dari 97%. Lain halnya dengan yang terjadi pada Plot 3, di mana *T. sulcata* justru mendominasi hingga 92%. Pada Stasiun Pari timur (Plot 1, 2, dan 3), keong Famili Potamididae yang ditemukan bersifat monospesies, yakni dari spesies *T. sulcata*. Kondisi yang sama juga dijumpai pada Stasiun Tengah (Plot 1, 2, dan 3) dan Stasiun Burung 1. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor durasi genangan air laut, di mana pada plot-plot tersebut air hampir menggenangi substrat sepanjang hari. Pada Stasiun Kongsi, *T. sulcata*, dan *T. palustris* dapat ditemukan pada Plot 1 dan Plot 2, yang didominasi oleh *T. sulcata*. Pada Stasiun Burung Plot 2, kedua spesies tersebut dijumpai dalam jumlah yang hampir seimbang. Persentase komposisi spesies masing-masing plot tiap stasiun disajikan pada Gambar 44.



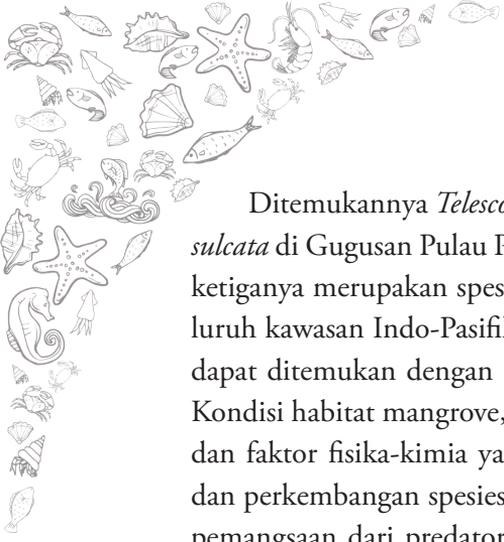
Gambar 44. Persentase komposisi spesies keong famili Potamididae pada masing-masing stasiun di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Titik berwarna merah merupakan plot sampling.



Dari hasil pengukuran rata-rata beberapa karakter morfologi cangkang dua spesies dari Genus *Terebralia* (*T. palustris* dan *T. sulcata*) terlihat adanya variasi dari masing-masing stasiun. Panjang cangkang *T. palustris* rata-rata 5,97–9,15 cm; lebar cangkang rata-rata 2,17–2,9 cm; panjang *aperture* rata-rata 1,74–2,52 cm; lebar *aperture* rata-rata 1,25–1,73 cm; panjang *body whorl* rata-rata 2,29–3,54 cm; dan jumlah *body whorl* 10,5–15,58 buah. Secara umum, dapat dikatakan bahwa spesimen yang didapatkan dari Stasiun Burung Plot 2 memiliki ukuran cangkang rata-rata paling besar dibandingkan dengan spesimen dari stasiun lainnya. Kondisi mangrove yang baik kemungkinan menjadi faktor yang menyebabkan *T. palustris* dapat berkembang dengan optimal. Panjang cangkang *T. sulcata* rata-rata 2,87–4,22 cm; lebar cangkang rata-rata 1,02–1,85 cm; panjang *aperture* rata-rata 0,97–1,53 cm; lebar *aperture* rata-rata 0,53–1,39 cm; panjang *body whorl* rata-rata 1,42–2,01 cm; dan jumlah *body whorl* rata-rata 8,28–9,92 buah. Secara umum, dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan hasil pengukuran yang signifikan antarstasiun. Hal ini mengindikasikan bahwa *T. sulcata* mampu beradaptasi dengan baik di setiap lokasi yang terdapat pertumbuhan mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hasil pengukuran rata-rata beberapa karakter morfologi cangkang disajikan pada Gambar 45.



Gambar 45. Pengukuran rata-rata karakter morfologi *Terebralia* di Gugus Pulau Pari. SL = panjang cangkang (cm), SW = lebar cangkang (cm), AL = panjang *aperture* (cm), AW = lebar *aperture* (cm), BWL = panjang *body whorl* (cm), dan NBW = jumlah *body whorl*.

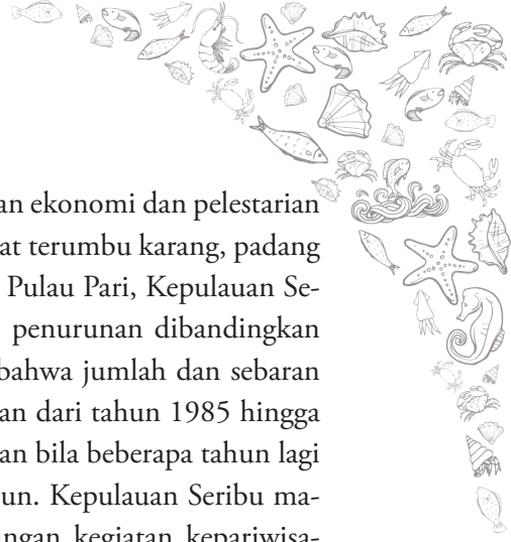


Ditemukannya *Telescopium telescopium*, *Terebralia palustris*, dan *Terebralia sulcata* di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, semakin menegaskan bahwa ketiganya merupakan spesies kosmopolitan yang memiliki sebaran luas di seluruh kawasan Indo-Pasifik tropis^[36]. *T. palustris* bahkan sangat dominan dan dapat ditemukan dengan mudah di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Kondisi habitat mangrove, ketersediaan pakan yang berupa seresah mangrove, dan faktor fisika-kimia yang optimal berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan spesies ini. Hal ini didukung juga oleh rendahnya tingkat pemangsaan dari predator dan kompetisi intra dan antarspesies. Namun, *T. telescopium* dalam penelitian ini hanya ditemukan satu individu. Eksplorasi yang kurang menyeluruh dan waktu pengamatan kemungkinan memengaruhi hasil ini. Spesies ini memiliki kebiasaan hidup mengubur diri di substrat berlumpur atau bersembunyi di balik seresah atau masuk ke dalam lubang.

D. Potensi Moluska untuk Penelitian dan Ekonomi Berkelanjutan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

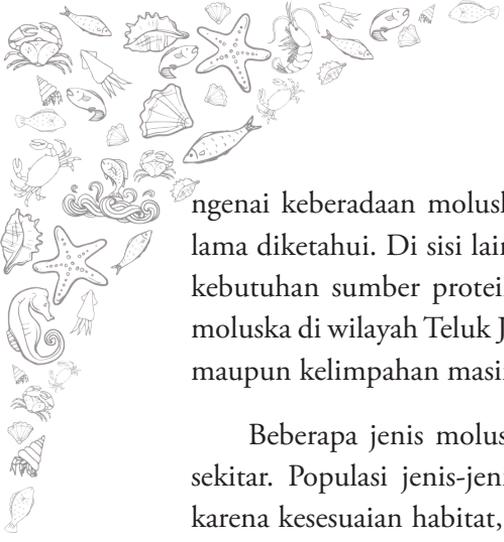
Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tergolong pulau-pulau kecil yang memiliki luas kurang dari 2.000 km² beserta kesatuan ekosistemnya. Pengelolaan pulau-pulau kecil tertuang dalam Undang-undang Nomor 27 Tahun 2007 juncto Undang-undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Undang-undang tersebut menegaskan bahwa wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil merupakan bagian dari sumber daya alam yang dianugerahkan oleh Tuhan Yang Maha Esa dan merupakan kekayaan yang dikuasai oleh negara, yang perlu dijaga kelestariannya, dan dimanfaatkan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat, baik bagi generasi sekarang maupun bagi generasi yang akan datang. Undang-undang tersebut juga menegaskan bahwa wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil memiliki potensi sumber daya alam yang tinggi dan sangat penting bagi pengembangan sosial, ekonomi, budaya, lingkungan, dan penyangga kedaulatan bangsa. Oleh karena itu, gugusan pulau ini perlu dikelola secara berkelanjutan dan berwawasan global, dengan memperhatikan aspirasi dan partisipasi masyarakat, dan tata nilai bangsa yang berdasarkan norma hukum nasional.

Daya dukung lingkungan pesisir sangat dibutuhkan guna pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan dan kegiatan penelitian. Hal ini terlebih lagi



jika dikaitkan dengan pemanfaatan untuk kebutuhan ekonomi dan pelestarian sumber daya alam pulau-pulau kecil. Kondisi habitat terumbu karang, padang lamun, dan hutan mangrove yang ada di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, saat ini luasannya sudah banyak mengalami penurunan dibandingkan beberapa tahun sebelumnya. Data menunjukkan bahwa jumlah dan sebaran terumbu karang di sana terus mengalami penurunan dari tahun 1985 hingga menjelang tahun 2010^[37]. Bukan suatu kemustahilan bila beberapa tahun lagi kondisi luasan dan sebarannya akan makin menurun. Kepulauan Seribu masuk dalam prioritas pemerintah untuk pengembangan kegiatan kepariwisataan^[38]. Kegiatan ini secara pelan tetapi pasti akan memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan kualitas lingkungan. Apabila habitat mengalami penurunan kualitas, tentu saja hal ini akan berdampak pada populasi biota yang berasosiasi di dalamnya. Model pengelolaan yang tepat, pembagian kewenangan pengelolaan yang jelas dan tidak tumpang tindih, serta strategi pencegahan kerusakan akibat degradasi lingkungan menjadi langkah yang tepat untuk melestarikan ekosistem pesisir di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Sebagai contoh, model pengelolaan sampah dan bahan pencemar lainnya apabila diterapkan secara tepat akan berperan penting dalam melindungi kepentingan masyarakat dan kualitas lingkungan^[39]. Data sumber daya yang didapatkan dari kegiatan penelitian di wilayah ini menjadi kebutuhan dasar untuk menentukan langkah pengelolaan tersebut.

Beberapa penelitian yang menyangkut aspek biologi maupun perikanan moluska pernah dilakukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Sejauh ini, penelitian di sana cenderung dilakukan untuk kelas Gastropoda dan Bivalvia, sedangkan untuk kelas lain tidak ditemukan laporannya. Padahal fakta di lapangan menunjukkan bahwa terjadi perdagangan cumi-cumi dan gurita yang cukup intens di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Wisatawan yang datang ke Pulau Pari kebanyakan gemar menyantap berbagai olahan cumi-cumi yang ditangkap dari perairan sekitar Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Selain itu, pengamatan di lapangan juga menunjukkan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebenarnya memiliki berbagai jenis nudibranch atau kelinci laut, tetapi belum ada penelitian yang melaporkan mengenai keanekaragaman jenis kelompok gastropoda tidak bercangkang ini. Hal ini menunjukkan bahwa moluska masih menjadi objek yang sangat potensial untuk diteliti, terutama jenis-jenis yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Di satu sisi, informasi me-

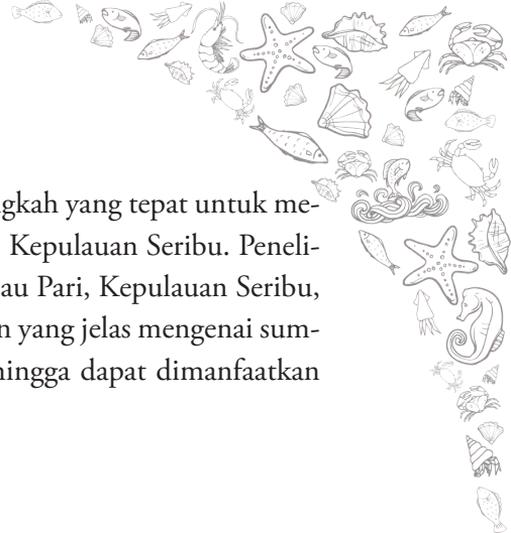


ngenai keberadaan moluska di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu telah lama diketahui. Di sisi lain, tingginya tekanan terhadap habitat moluska dan kebutuhan sumber protein dari moluska menjadikan informasi keberadaan moluska di wilayah Teluk Jakarta sangat dinamis, baik dalam hal jumlah, jenis, maupun kelimpahan masing-masing jenisnya^[20].

Beberapa jenis moluska telah sejak lama dimanfaatkan oleh penduduk sekitar. Populasi jenis-jenis tersebut cukup melimpah hingga saat ini, dan karena kesesuaian habitat, diperkirakan akan tetap bertahan hingga beberapa waktu yang akan datang. Setidaknya ada lima jenis kerang kima (*Tridacna crocea*, *Tridacna maxima*, *Tridacna derasa*, *Tridacna squamosa*, dan *Hippopus hippopus*) yang pernah dijumpai di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Ditemukannya jenis-jenis yang umum ditemukan di Gugus Pulau Pari menegaskan bahwa jenis-jenis tersebut tergolong moluska yang bersifat kosmopolitan yang memiliki sebaran luas di seluruh kawasan tropis Indo-Pasifik^[36,40]. Kombinasi dari kondisi habitat, ketersediaan pakan, dan faktor fisika kimia perairan yang optimal berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan jenis-jenis tersebut. Penelitian lebih lanjut menyangkut berbagai aspek potensi sumber daya moluska dan ancaman keberadaannya menjadi penting sebagai dasar penentuan arah kebijakan pengelolaan sumber daya moluska dan lingkungannya secara menyeluruh.

E. Kesimpulan

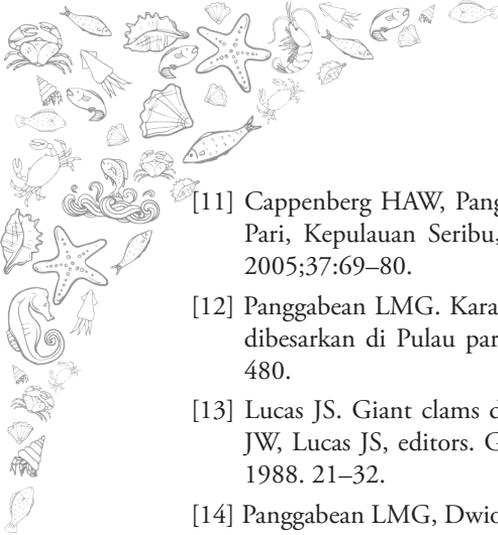
Penelitian sumber daya moluska Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu yang mencakup multidisiplin ilmu masih minim, padahal moluska menyimpan potensi besar, baik untuk penelitian maupun pemenuhan kebutuhan ekonomi masyarakat, terutama terhadap sumber pangan dari laut. Beberapa penelitian moluska pernah dilakukan di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu, dengan berbagai aspek penelitian yang menjadi fokusnya, tetapi belum bisa menjawab masalah dan memberikan gambaran secara keseluruhan. Semakin tingginya aktivitas masyarakat mengubah kondisi perairan dan kondisi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hal ini kemudian mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan dan hilangnya atau menurunnya populasi berbagai macam sumber daya alam. Model pengelolaan yang tepat, pembagian kewenangan pengelolaan yang jelas dan tidak tumpang tindih, serta strategi pencegahan



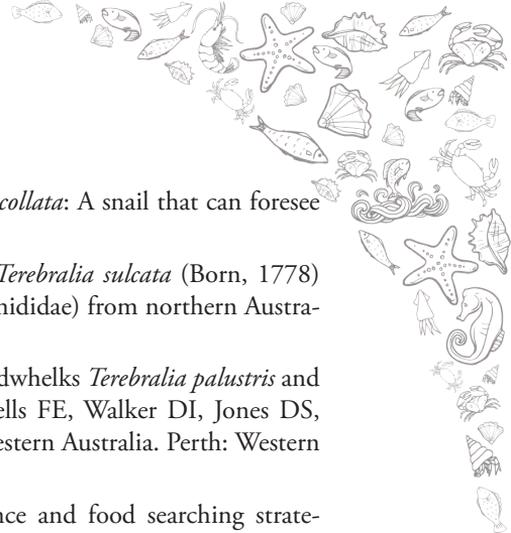
kerusakan akibat degradasi lingkungan menjadi langkah yang tepat untuk melestarikan ekosistem pesisir di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Penelitian berkelanjutan atau *monitoring* di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, penting untuk dilakukan agar didapatkan gambaran yang jelas mengenai sumber daya moluska yang terdapat di wilayah ini sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mudjiono. Telaah ekologi jenis-jenis moluska dari kelas Gastropoda (keong) dan kelas Bivalvia (kerang) di rata-rata terumbu gugus Pulau Pari, Pulau-pulau Seribu. Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional Biologi X; 1991 24–26 September; Bogor. Dalam Rangka Dies Natalis IPB XXVIII Tema: Biologi Menunjang Ketahanan Bangsa Melalui Perbaikan Mutu Pangan, Kesehatan dan Lingkungan; Perhimpunan Biologi Indonesia dan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB; 1991. 1–18.
- [2] Malau RDY. Studi hubungan kualitas habitat terhadap pola distribusi kerang kerek *Gafrarium* spp. pada ekosistem padang lamun gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu [skripsi]. [Bogor]: Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan FPIK IPB; 2002. 47.
- [3] Pratiwi R, Ah-Hakim I, Aswandy I, Genisa AS, Mujiono. Komunitas fauna epibentik padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Dalam: Inventarisasi dan evaluasi laut-pesisir II: geologi, kimia, biologi dan ekologi. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; 1997. 62–71.
- [4] Kiswara W. Vegetasi lamun (seagrass) di rata-rata terumbu Pulau Pari, Pulau-Pulau Seribu, Jakarta. Oseanologi di Indonesia. 1992;25: 31–49.
- [5] Thayer GG, Adams SW, La Croix MW. Structural and functional aspects of a recently established *Zostera marina* community. Dalam: Le Cronin, editor. Estuarine research vol. I. New York: Academic Press; 1975. 518–540.
- [6] Kikuchi T, Peres JM. Consumer ecology of seagrass beds. Dalam: Mc Roy CP, Helfferich C. editors. Seagrass ecosystem: a scientific perspective. Marine Science. 1977;4:144–193.
- [7] Taylor JD. Reef associated molluscan assemblage in the western Indian ocean. Symposium of the Zoological Society of London. 1991;28:510–534.
- [8] Johan O, Soedharma D, Suharsono. Tingkat keberhasilan transplantasi karang batu di Pulau Pari Kepulauan Seribu, Jakarta. Jurnal Riset Akuakultur. 2008;3(2):289–300.
- [9] Moll H, Suharsono. Distribution, diversity and abundance of reef coral in Jakarta Bay and Kepulauan Seribu. Dalam: Brown BE, editor. Human induced damage to coral reefs. Comar: UNESCO; 1986. 112–134.
- [10] Polii FE. Studi beberapa aspek tumbuhan laut di Pulau Pari dan Pulau Kongsu. Laporan Praktikum Biologi Laut. Bogor: Fakultas Perikanan IPB; 1985.



- [11] Cappenberg HAW, Panggabean MGL. Moluska di perairan terumbu gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2005;37:69–80.
- [12] Panggabean LMG. Karakteristik pertumbuhan kima pasir, *Hippopus hippopus* yang dibesarkan di Pulau pari. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2007;33:469–480.
- [13] Lucas JS. Giant clams description, distribution, and life history. Dalam: Copland JW, Lucas JS, editors. *Giant clams in Asia and the Pacific*. ACIAR Monograph 9; 1988. 21–32.
- [14] Panggabean LMG, Dwiono SAP, Setyono DED. Growth of juvenile horse's of clams (*Hippopus hippopus*) reared in coastal waters, Pari Island, Kepulauan Seribu. *Marine Research in Indonesia*. 2006;31:13–20.
- [15] Kusnadi A. Koleksi, identifikasi, dan pembuatan spesimen awetan moluska di Kepulauan Seribu. Jakarta: Laporan Kegiatan Penelitian Kerjasama Pusat Penelitian Oseanografi LIPI dan Museum Naturalis; 2005. 4 hal.
- [16] Irawan I. Struktur komunitas moluska (Gastropoda dan Bivalvia) serta distribusinya di Pulau Burung dan Pulau Tikus, Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu [skripsi]. [Bogor]: Departemen Biologi FMIPA IPB; 2008. 16.
- [17] Ayunda R. Struktur komunitas Gastropoda pada ekosistem mangrove di gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu [skripsi]. [Depok]: Biologi FMIPA Universitas Indonesia; 2011. 70.
- [18] Arbi UY. Taksonomi dan filogeni keong Famili Potamididae (Gastropoda: Mollusca) di Indonesia berdasarkan karakter morfologi [tesis]. [Bogor]: Sekolah Pascasarjana IPB; 2014. 114.
- [19] Karwati N. Struktur komunitas Gastropoda dan Bivalvia pada ekosistem mangrove dan padang lamun di gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu [skripsi]. [Bogor]: Manajemen Sumber Daya Perairan FPIK IPB; 2002. 58.
- [20] Arbi UY. Moluska. Dalam: Herandarudewi SMC, Abrar M, Wouthuyzen S, editors. *Keanekaragaman hayati di Pulau Pari*. Jakarta: UPT LPKSDMO Pulau Pari LIPI; 2014. 97–134.
- [21] Sukardjo S. Mangroves for national development and conservation in Indonesia: challenges for the future. *Marine Research in Indonesia*. 2009;34(1):47–61.
- [22] Budiman A. Penelaahan beberapa gatra ekologi moluska bakau Indonesia [disertasi]. [Depok]: Fakultas Pascasarjana UI; 1991. 380.
- [23] Egonmwan RI. The ecology and habitat of *Tympanotonus fuscatus* var. *radula* L. (Cerithiacea: Potamididae). *Journal of Biological Sciences*. 2008;8(1):186–190.
- [24] Jamabo NA, Davids CBD. The food and feeding habit of *Tympanotonus fuscatus* var. *fuscatus* (Linnaeus, 1758) in the mangrove swamps of the Bonny River, Niger Delta, Nigeria. *Research Journal of Agricultural Science*. 2012;3(5):1120–1122.
- [25] Penha-Lopes G, Bouillon S, Mangion P, Macia A, Paula J. Population structure, density and food resources of *Terebralia palustris* (Potamididae: Gastropoda) in a low intertidal *Avicennia marina* mangrove stand (Inhaca Island, Mozambique). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2009;84:318–325.



- [26] Vannini M, Lori E, Coffa C, Fratini S. *Cerithidea decollata*: A snail that can foresee the future? *Animal Behaviour*. 2008;76:983–992.
- [27] Wells FE. Ecological separation of the mudwhelks *Terebralia sulcata* (Born, 1778) and *T. semistriata* (Mörch, 1852) (Gastropoda: Potamididae) from northern Australia. *The Nautilus*. 2003;117(1):1–5.
- [28] Wells FE, Lalli CM. Aspects of the ecology of the mudwhelks *Terebralia palustris* and *T. semistriata* in northwestern Australia. Dalam: Wells FE, Walker DI, Jones DS, editors. *The Marine Flora and Fauna of Dampier, Western Australia*. Perth: Western Australian Museum; 2003. 193–208.
- [29] Fratini S, Vannini M, Cannici S. Feeding preference and food searching strategies mediated by air- and water-borne cues in the mud whelk *Terebralia palustris* (Potamididae: Gastropoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2008;362:26–31.
- [30] Lorda J, Lafferty KD. Shading decreases the abundance of the herbivorous California horn snail, *Cerithidea californica*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2012;432–433:148–155.
- [31] Budiman A. Some aspects on the ecology of mangrove whelk *Telescopium telescopium* (Linné, 1758) (Mollusca, Gastropoda: Potamididae). *Treubia*. 1988;29(4):237–245.
- [32] Fratini S, Vigiani V, Vannini M, Cannici S. *Terebralia palustris* (Gastropoda: Potamididae) in Kenyan mangal: size structure, distribution and impact on the consumption of leaf litter. *Marine Biology*. 2004;144:1173–1182.
- [33] Pape E, Muthumbi A, Kamanu CP, Vanreusel A. Size-dependent distribution and feeding habits of *Terebralia palustris* in mangrove habitats of Gazi Bay, Kenya. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2008;76:797–808.
- [34] Nagelkerken I, Blaber SJM, Bouillon S, Green P, Haywood M, Kirton LG, dkk. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic Botany*. 2008;89:155–185.
- [35] Fratini S, Cannici S, Vannini M. Competition and interaction between *Neosarmatium smithi* (Crustacea: Grapsidae) and *Terebralia palustris* (Mollusca: Gastropoda) in a Kenya mangrove. *Marine Biology*. 2000;137:309–316.
- [36] van Jutting WSSJ. Systematic studies on the non-marine mollusca of the Indo-australian archipelago. V. Critical revision of freshwater gastropods. *Treubia*. 1956;23(2):259–477.
- [37] Samadi. Model penanganan kerusakan terumbu karang di Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *SPATIAL: Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*. 2015;13(1):33–40.
- [38] Purwoarminta A, Marganingrum D, Rusydi AF, Ningrum W, Kesumadharma S, Utomo EP. Konservasi sumber daya air tanah di pulau kecil. *Prosiding Geotek Expo; Desember 2016. Puslit Geoteknologi LIPI; 2016*. 157–168.
- [39] Sahwan FL. Strategi pengelolaan sampah di kawasan Kepulauan Seribu. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2004;5(1):12–16.
- [40] Roberts D, Soemodihardjo S, Kastoro W. Shallow water marine molluscs of north-west Java. Jakarta: LON LIPI; 1982. 143.





BAB IX

INVENTARISASI BIOTA SPONS

DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

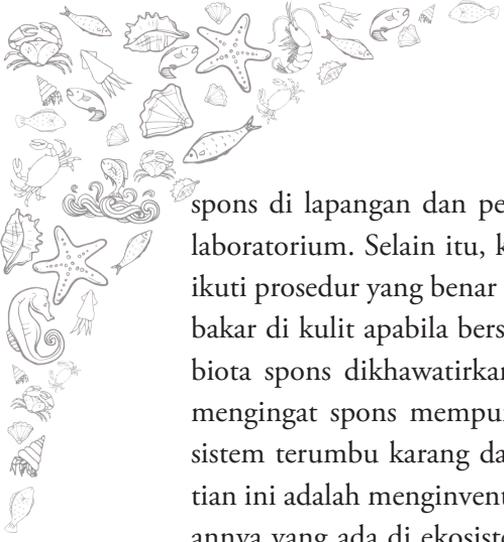
TRI ARYONO HADI

A. Spons sebagai Biotik Bentik Terumbu Karang

Pulau Pari merupakan salah satu pulau kecil berpenghuni di Kepulauan Seribu yang membentuk sebuah gugusan bersama dengan pulau-pulau kecil lainnya, yaitu Pulau Tikus, Pulau Kongsu, Pulau Burung, dan Pulau Tengah. Gugusan pulau ini membentuk suatu habitat terumbu karang yang luas dan membentang sepanjang gugusan. Habitat terumbu karang laut tropis dikenal sebagai habitat dengan tingkat biodiversitas tertinggi karena banyak biota asosiasi yang hidup di dalamnya, termasuk spons.

Spons merupakan biota benthos yang primitif dan hidup dengan cara menyaring air laut. Cara hidup yang sederhana ini membuat spons mampu tumbuh di segala tipe perairan dan habitat, seperti air tawar, payau, air laut, habitat terumbu karang, padang lamun, bahkan hutan mangrove^[1]. Selain itu, distribusinya juga sangat luas, mulai dari perairan tropis hingga kutub. Distribusi vertikal dari spons juga sangat luas, mulai dari laut dalam hingga zona pasang surut. Meskipun spons mampu tumbuh di semua habitat, tetapi kondisi lingkungan perairan (arus, turbiditas, pasang surut, suhu) dan ketersediaan substrat juga turut memengaruhi distribusinya^[2,3,4,5].

Spons sebagai salah satu grup benthos yang dominan di perairan dangkal mempunyai banyak jenis dengan variasi bentuknya^[6]. Meskipun demikian, penelitian tentang spons jarang dilakukan mengingat sulitnya identifikasi



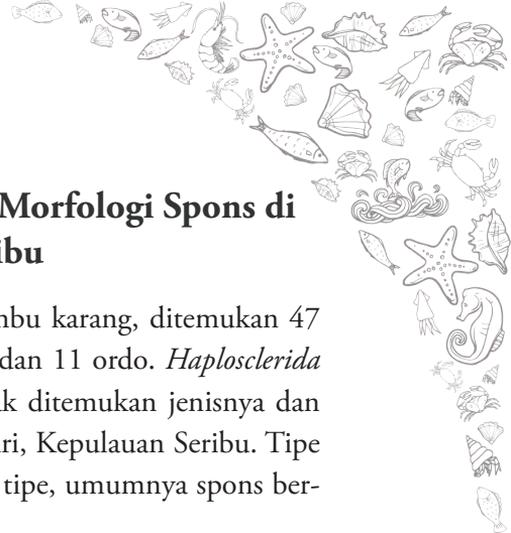
spons di lapangan dan perlu keahlian khusus untuk mengidentifikasinya di laboratorium. Selain itu, koleksi sampel spons di lapangan juga harus mengikuti prosedur yang benar karena dapat mengakibatkan inflamasi dan rasa terbakar di kulit apabila bersentuhan langsung. Kurangnya informasi mengenai biota spons dikhawatirkan mengurangi nilai potensi dari perairan tersebut mengingat spons mempunyai peranan yang penting secara ekologi di ekosistem terumbu karang dan peranan dalam dunia farmasi^[7,8]. Tujuan penelitian ini adalah menginventarisasi jenis-jenis spons beserta bentuk pertumbuhannya yang ada di ekosistem terumbu karang Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Dengan adanya informasi ini, pengelolaan kawasan perairan akan menjadi lebih baik dalam menjaga ekosistem terumbu karang, terutama lokasi-lokasi mana saja yang perlu dijaga kelestariannya mengingat potensi ekonomi dan biodiversitas bentik yang tinggi dan fungsi ekologis yang berjalan dengan baik.

Kegiatan ini dilakukan di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu (Gambar 46). Metode yang digunakan adalah random sampling dan metode belt transect^[9]. Spons yang ditemukan kemudian di-*record* dan diidentifikasi sesuai dengan literatur^[10]. Data yang diperoleh nantinya akan menjadi tambahan informasi untuk membuat distribusi spons yang ada di Indonesia.



Gambar 46. Lokasi Penelitian di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[12]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

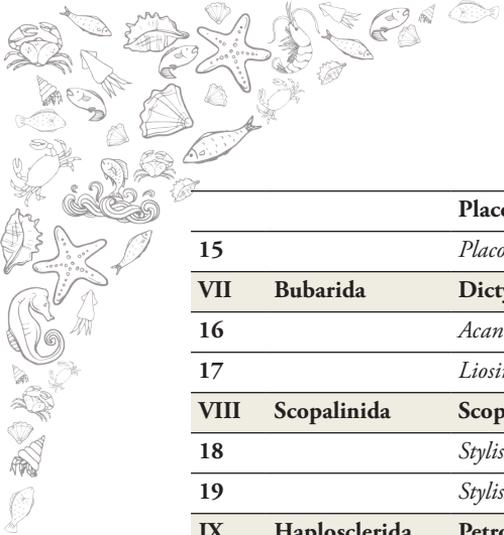


B. Keanekaragaman Jenis dan Bentuk Morfologi Spons di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu

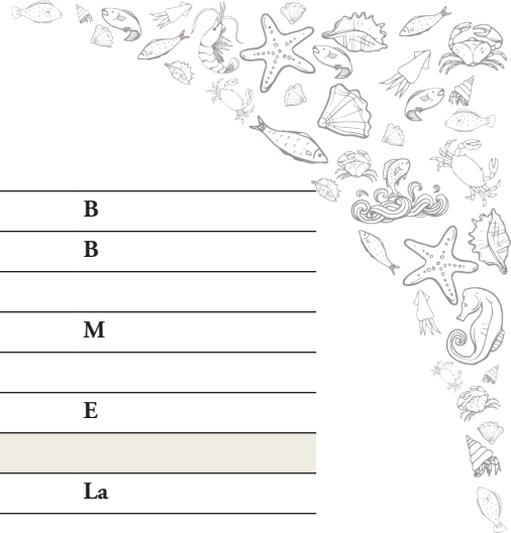
Berdasarkan hasil observasi di sekitar lereng terumbu karang, ditemukan 47 jenis spons yang digolongkan ke dalam 23 famili dan 11 ordo. *Haplosclerida* dan *Poecilosclerida* adalah ordo yang paling banyak ditemukan jenisnya dan yang paling umum dijumpai di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Tipe pertumbuhan spons yang ditemukan berjumlah 8 tipe, umumnya spons bertipe masif, encrusting, dan bercabang (Tabel 17).

Tabel 17. Daftar spesies spons yang ditemukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

No	Ordo	Family/Species	Bentuk Pertumbuhan
I	Agelasida	Agelasidae	
1		<i>Agelas sp.</i>	M
II	Tetractinellida	Ancorinidae	
2		<i>Rhabdastrella sp.</i>	M
3		<i>Rhabdastrella Globostellata</i>	G
		Tetillidae	
4		<i>Cinachyrella australiensis</i>	G
III	Dendroceratida	Darwinellidae	
5		<i>Chelonaphysilla sp.</i>	E
IV	Dyctioceratida	Thorectidae	
6		<i>Dactylospongia elegans</i>	M
		Dysideidae	
7		<i>Dysidea sp1</i>	M
8		<i>Dysidea sp2</i>	M
		Irciniidae	
9		<i>Ircinia ramosa</i>	B
V	Suberitida	Suberitidae	
10		<i>Aaptos suberitoides</i>	M
		Halichondriidae	
11		<i>Axinyssa sp1</i>	M
12		<i>Axinyssa sp2</i>	M
13		<i>Halichondria (Halichondria) cartilagenia</i>	E
VI	Clionaida	Clionaidae	
14		<i>Sphaciospongia inconstants</i>	M



		Placospongiidae	
15		<i>Placospongia sp.</i>	E
VII	Bubarida	Dictyonellidae	
16		<i>Acanthella sp.</i>	M
17		<i>Liosina paradoxa</i>	M
VIII	Scopalinida	Scopalinidae	
18		<i>Stylissa carteri</i>	F
19		<i>Stylissa massa</i>	M
IX	Haplosclerida	Petrosiidae	
20		<i>Petrosia nigricans</i>	M
21		<i>Petrosia plana</i>	Tub
22		<i>Petrosia sp.</i>	M
23		<i>Neopetrosia exigua</i>	M
24		<i>Xestospongia testudinaria</i>	Cup
25		<i>Xestospongia vansoesti</i>	M
		Niphatidae	
26		<i>Dasychalina fragilis</i>	B
27		<i>Niphates sp.</i>	M
28		<i>Niphates olemda</i>	Tub
		Chalinidae	
29		<i>Chalinula nematifera</i>	E
30		<i>Haliclona sp.</i>	M
31		<i>Haliclona (Reniera) sp.</i>	M
32		<i>Haliclona (Gellius) amboinensis</i>	E
		Callyspongiidae	
33		<i>Callyspongia sp1</i>	B
34		<i>Callyspongia sp2</i>	B
35		<i>Callyspongia aerizusa</i>	Tub
36		<i>Callyspongia joubini</i>	M
		Phloedictyidae	
37		<i>Oceanapia ramsayi</i>	M
X	Poecilosclerida	Microcionidae	
38		<i>Clathria sp1</i>	E
39		<i>Clathria sp2</i>	E
40		<i>Clathria sp3</i>	E
41		<i>Clathria (Thalysias) vulpina</i>	B



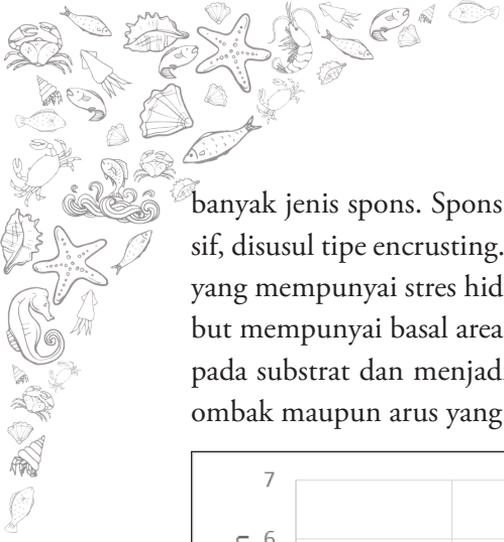
42	<i>Clathria (Thalysias) reinwardti</i>	B
43	<i>Clathria (Thalysias) cervicornis</i>	B
Coelosphaeridae		
44	<i>Lissodendoryx sp.</i>	M
Crambeidae		
45	<i>Monanchora sp.</i>	E
XI	Verongiida	Aplysinellidae
46	<i>Aplysinella strongylata</i>	La
Pseudoceratinidae		
47	<i>Pseudoceratina purpurea</i>	B

Ket: M: Massive, E: Encrusting, B: Branching, G: Globular, F: Foliose, Tub: Tubular, Cup: Cup, La: Laminar

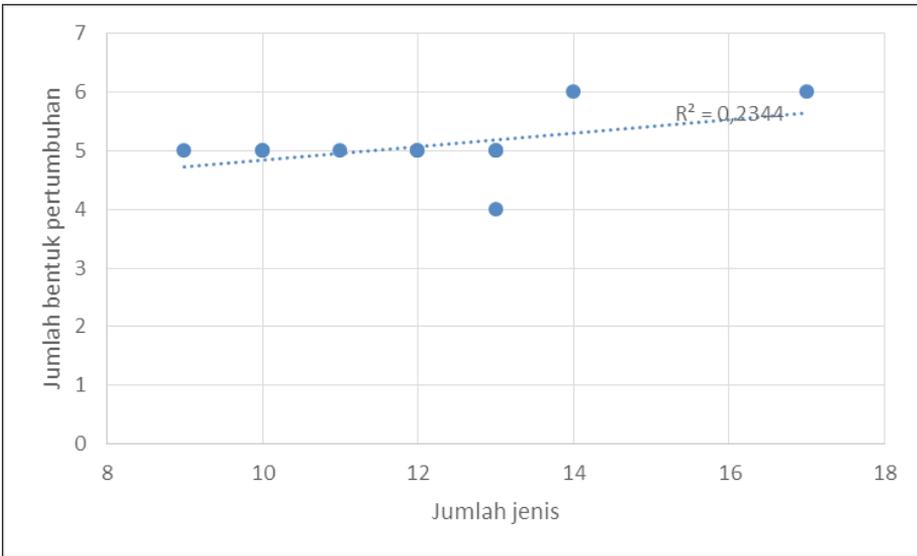
Spons yang ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, semuanya berasal dari Kelas *Demospongiae* yang merupakan spons paling dominan dari semua kelas spons yang ada dan mempunyai sebaran paling luas (tropis hingga kutub, air laut hingga air tawar). Banyaknya spons *Demospongia* yang ditemukan diakibatkan oleh sebarannya yang dominan di habitat perairan dangkal, termasuk terumbu karang yang memang tumbuh di perairan dangkal^[11]. Lebih lanjut, sebarannya yang luas juga terkait dengan tingginya diversitas dari *Demospongiae*, yang tidak hanya meliputi spons yang berskeleton spikula silikat, tetapi juga berskeleton fiber^[13]. Sementara itu, kelas lain, seperti *Hexactinellida*, adalah spesifik spons perairan dalam (200 sampai 6000 meter) dan *Calcarea* adalah spons yang mempunyai tekstur umumnya rapuh sehingga kurang resistan terhadap arus maupun gelombang besar^[11].

Meskipun hanya didominasi oleh *Demospongiae*, diversitas spons di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tergolong sedang mengingat ada 47 spesies dan 23 famili dari 118 spesies dan 36 famili spons yang ditemukan di Kepulauan Seribu^[14]. Dalam hal ini, spons di Gugusan Pulau Pari mewakili 39% spesies dan 63% famili spons yang ada di Kepulauan Seribu. Kondisi ini terjadi karena Gugusan Pulau Pari berada di zona selatan Kepulauan Seribu dan bentuk gugusannya mampu meredam perubahan lingkungan, terutama arus dan gelombang akibat perubahan pola angin monsun^[15]. Kondisi perairan yang relatif lebih tenang akan menguntungkan spons karena spons-spons yang bertekstur rapuh mampu tumbuh dengan baik. Spons di Gugusan Pulau Pari mempunyai bentuk pertumbuhan yang beragam (8 tipe). Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi perairan di sana mampu mendukung pertumbuhan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



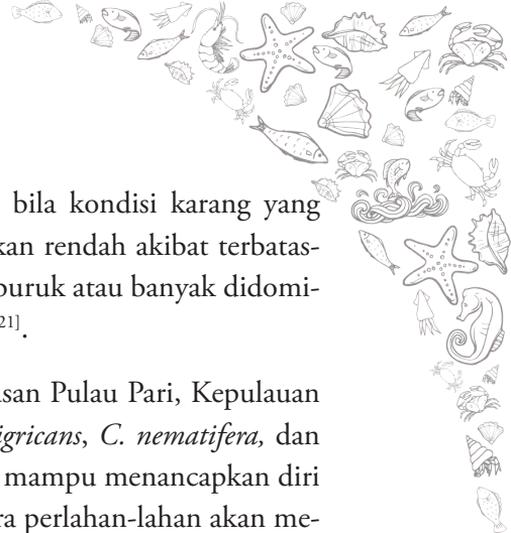
banyak jenis spons. Spons yang paling banyak ditemukan adalah bertipe masif, disusul tipe encrusting. Spons-spons tersebut sangat adaptif untuk perairan yang mempunyai stres hidrodinamika yang tinggi. Dalam hal ini, spons tersebut mempunyai basal area yang luas sehingga mampu menancap dengan baik pada substrat dan menjadikan spons-spons tersebut tahan terhadap empasan ombak maupun arus yang kuat^[16].



Gambar 47. Analisis Regresi Linier Antara Jumlah Jenis dan Jumlah Bentuk Pertumbuhan

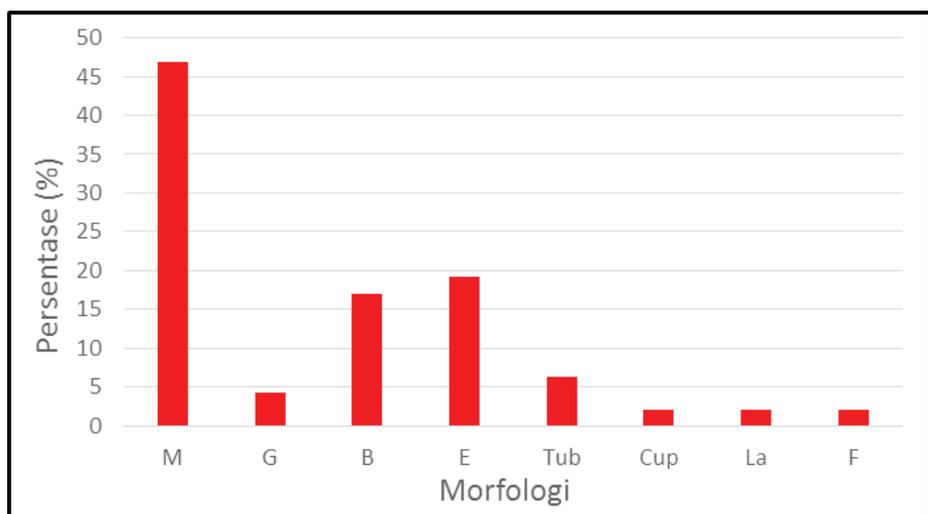
Analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara jumlah jenis dengan jumlah pertumbuhan ($R^2 = 0,234$). Meskipun tidak signifikan ($p \text{ value} = 0,13$), hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah jenis, semakin bervariasi bentuk morfologinya. Hal ini dapat digunakan sebagai acuan dalam meninjau biodiversitas spons, yakni dengan mengamati keanekaragaman bentuk yang ada^[17].

Kondisi melimpahnya diversitas spons di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu juga terkait dengan kondisi terumbu karang sebagai habitat spons pada umumnya. Kondisi tutupan karang berkisar 21,46–70,82% dan masuk kategori buruk sampai baik^[18]. Tutupan karang hidup juga diketahui meningkat sebesar 0,0085%/bulan (pengamatan dengan citra satelit) pada 2001–2002^[20]. Kondisi terumbu yang relatif baik ini memungkinkan spons tumbuh pada substrat yang stabil sehingga mampu bertahan pada kondisi stres akibat arus



ataupun gelombang (hidrodinamika)^[16]. Namun, bila kondisi karang yang baik dan sehat, tutupan dan biodiversitas spons akan rendah akibat terbatasnya ruang, dan pada kondisi terumbu yang relatif buruk atau banyak didominasi oleh karang mati, spons akan mendominasi^[20,21].

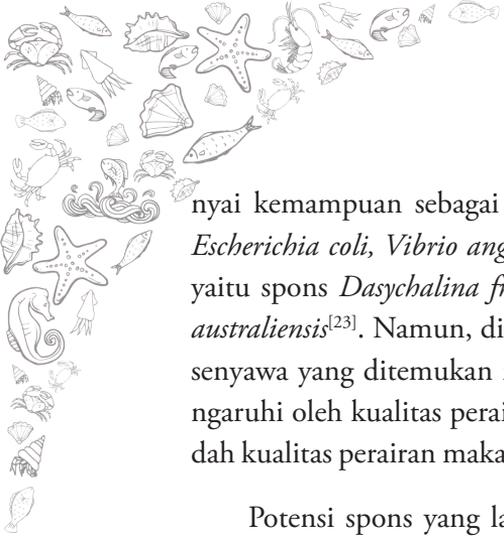
Spons yang paling sering ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, adalah dari Ordo *Haplosclerida*, yaitu *P. nigricans*, *C. nematifera*, dan *C. aerisuzza*. Spons *P. nigricans* relatif agresif karena mampu menancapkan diri pada substrat karang hidup dengan stabil dan secara perlahan-lahan akan menutupi karang yang ditempatinya. Adanya cilia yang beracun pada *C. nematifera* menjadikan spons ini terlihat agresif karena mampu menempati substrat karang hidup. *C. aerisuzza* tidak terlihat sangat agresif karena umumnya menempati substrat karang mati, tetapi mampu bertahan dengan baik pada kondisi turbiditas yang tinggi^[11].



Gambar 48. Persentase Masing-masing Kategori Bentuk Pertumbuhan Spons di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Spons yang ditemukan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mempunyai kandungan metabolit sekunder yang beraneka ragam. Kandungan metabolit sekunder spons sangat bermanfaat di dunia medis. Sebagai contoh, *Aaptosuberitoides* dari Kepulauan Seribu mempunyai senyawa aaptamine dan isoaptamine yang diketahui sebagai senyawa antikanker^[22]. Beberapa spons dari Kepulauan Anambas (lokasi masih dekat dengan Kepulauan Seribu dan masuk wilayah yang sama, yakni Laut China Selatan) juga diketahui mempu-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

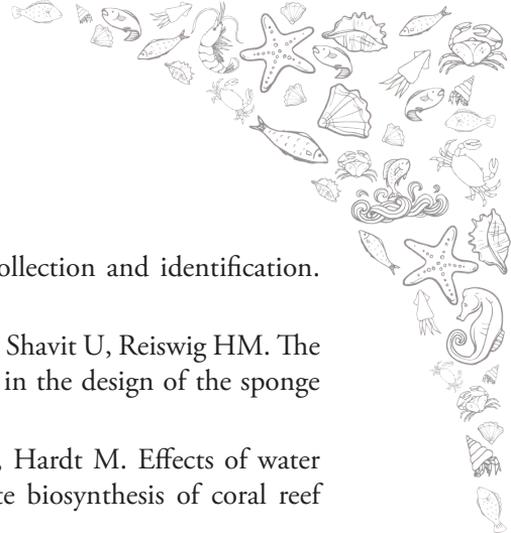


nyai kemampuan sebagai antibakteri (*Staphylococcus aerus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Vibrio anguillarum*, *Candida albicans*, dan *Aspergillus niger*), yaitu spons *Dasychalina fragilis*, *Stylissa massa*, *Axynissa sp.*, dan *Cinachyrella australiensis*^[23]. Namun, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai bioaktivitas senyawa yang ditemukan mengingat aktivitas senyawa metabolit spons dipengaruhi oleh kualitas perairan (polutan, nutrien, dan sedimen). Semakin rendah kualitas perairan maka bioaktivitas metabolit sekundernya akan rendah^[22].

Potensi spons yang lain adalah sebagai penstabil terumbu, dengan mengonsolidasi patahan-patahan karang^[24]. Dalam hal ini, spons encrusting ataupun masif mampu menutupi substrat yang luas. Meskipun demikian, ada juga spons yang melakukan proses bioerosi, seperti *Sphaciospongia inconstans* atau dari Famili *Clionidae*^[25]. Selain berpengaruh pada substrat, spons juga berpengaruh pada siklus nutrien; dan hal ini penting untuk mencegah blooming fitoplankton^[26]. Lebih lanjut, spons juga menjadi mikro habitat bagi biota-biota kecil lain yang berasosiasi, seperti Krustasea dan Ophiuroidea^[7]. Mengingat pentingnya potensi spons di ekosistem terumbu karang, keberadaannya perlu dimonitor seiring meningkatnya tekanan antropogenik dan perubahan iklim global.

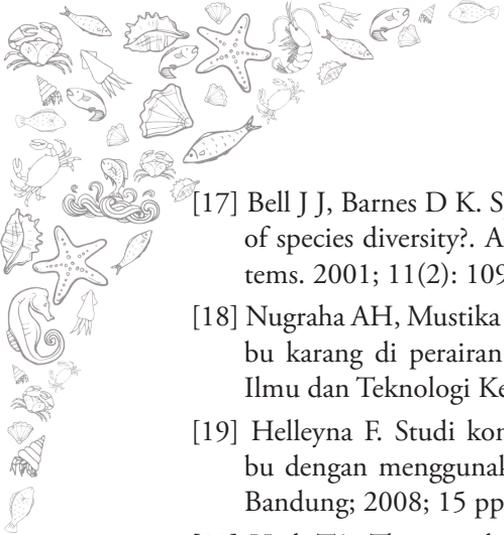
C. Kesimpulan

Secara umum, inventarisasi biota spons di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menemukan bahwa spons sangat beraneka ragam, baik dari spesies maupun morfologi pertumbuhan. Hal ini menjadi nilai tambah tersendiri bagi habitat terumbu karang di sana yang tidak hanya cukup baik dari segi kondisi ekosistem terumbu karangnya, tetapi juga mempunyai biodiversitas yang tinggi. Selain itu, potensi nilai kandungan metabolit spons juga meningkatkan nilai potensi dari habitat terumbu. Meskipun demikian, *monitoring* kondisi komunitas bentik (karang, spons, ascidian, makro alga) dari ekosistem terumbu karang perlu dilakukan, mengingat perubahan iklim global yang sulit diprediksi dan meningkatnya aktivitas manusia di daerah pesisir sehingga dikhawatirkan akan terjadi perubahan struktur komunitas, penurunan biodiversitas, dan akhirnya penurunan fungsi dari ekosistem.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hooper JNA. “Spongeguide” guide to sponge collection and identification. Brisbane: Queensland Museum; c 2000. 26.
- [2] Leys SP, Yahel G, Reidenbach MA, Tunnicliffe V, Shavit U, Reiswig HM. The sponge pump: the role of current induced flow in the design of the sponge body plan. *PloS One*. 2011;6(12): e27787.
- [3] Duckworth AR, West L, Vansach T, Stubler A, Hardt M. Effects of water temperature and pH on growth and metabolite biosynthesis of coral reef sponges. *Mar Ecol Prog Ser*. 2012;462:67–77.
- [4] Fromont J, Althaus F, McEnnulty FR, Williams A, Salotti M, Gomez O, dkk. Living on the edge: the sponge fauna of Australia’s southwestern and northwestern deep continental margin. *Hydrobiologia*. 2012;687(1):127.
- [5] Bell JJ, McGrath E, Biggerstaff A, Bates T, Bennett H, Marlow J, dkk. Sediment impacts on marine sponges. *Mar Pol Bull*. 2015;94(1–2):5.
- [6] Van Soest RWM. Sponge biodiversity. *Jour of the Mar Bio Associat of the UK*. 2007;87(6):1345.
- [7] Bell JJ. The functional roles of marine sponges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2008;79(3):341.
- [8] Martins A, Vieira H, Gaspar H, Santos S. Marketed marine natural products in the pharmaceutical and cosmeceutical industries: tips for success. *Mar Dru*. 2014;12(2):1066.
- [9] Eleftheriou A. *Methods for the study of marine benthos*. John Wiley & Sons; 2013. 443 pp
- [10] World Porifera Database. Retrieved from <http://www.marinespecies.org/porifera>; tanggal sitasi: 10 July 2018
- [11] Hooper JNA, Van Soest RWM. *Systema Porifera* 2nd edition. Kluwer Academic/Plenum Publisher; 2002. 1708 pp.
- [12] <https://www.google.com/maps>; tanggal sitasi 5 Maret 2018.
- [13] Van Soest RW, Boury-Esnault N, Vacelet J, Dohrmann M, Erpenbeck D, De Voogd NJ, dkk. Global diversity of sponges (Porifera). *PLoS One*. 2012;7(4):e35105.
- [14] De Voogd NJ, Cleary DF. An analysis of sponge diversity and distribution at three taxonomic levels in the Thousand Islands/Jakarta bay reef complex, West Java, Indonesia. *Mar Eco*. 2008;29(2):205.
- [15] Sachoemar SI. Karakteristik lingkungan perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Air Indonesia*. 2011;(2):109.
- [16] Bell JJ, Barnes DK. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within a temperate sea lough: vertical cliff surfaces. *Diversity and Distributions*. 2000;6(6):283.



- [17] Bell J J, Barnes D K. Sponge morphological diversity: a qualitative predictor of species diversity?. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2001; 11(2): 109.
- [18] Nugraha AH, Mustika AA, Wijaya GSJ, Adrian D. Kondisi ekosistem terumbu karang di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 2011; 10 pp.
- [19] Helleyna F. Studi kondisi terumbu karang di Pulau Pari Kepulauan Seribu dengan menggunakan citra landsat ETM. Bandung: Institut Teknologi Bandung; 2008; 15 pp.
- [20] Hadi TA. The morphological and species diversity of sponges in coral reef ecosystem in the Lembah Strait, Bitung. *Mar Res in Ind*. 2016;40(2):61.
- [21] De Voogd NJ. Indonesian sponges “biodiversity and mariculture potential”. The Royal Netherlands Academy of Sciences. 2005; 174 pp.
- [22] Dewi AS, Hadi TA, Januar HI, Pratitis A, Chasanah E. Study on the effect of pollutants on the production of aaptamines and the cytotoxicity of crude extract from *Aaptos suberitoides*. *Bull Squal*. 2013;7:97.
- [23] Putra MY, Hadi TA, Murniasih T. In vitro antibacterial and antifungal activities of twelve sponges collected from the Anambas Islands, Indonesia. *Asia Pac Jour of Trop Dis*. 2016;6(9):732 .
- [24] Biggs BC. Harnessing natural recovery processes to improve restoration outcomes: an experimental assessment of sponge-mediated coral reef restoration. *PloS one*. 2013;8(6):e64945.
- [25] Schönberg CH, Fang JKH , Carballo JL. Bioeroding sponges and the future of coral reefs. In *climate change, ocean acidification and sponges*. Springer. 2017; 179 pp.
- [26] Peterson BJ, Chester CM, Jochem FJ, Fourqurean JW. Potential role of sponge communities in controlling phytoplankton blooms in Florida bay. *Marine Ecology Progress Series*. 2006;328: 93.



BAB X

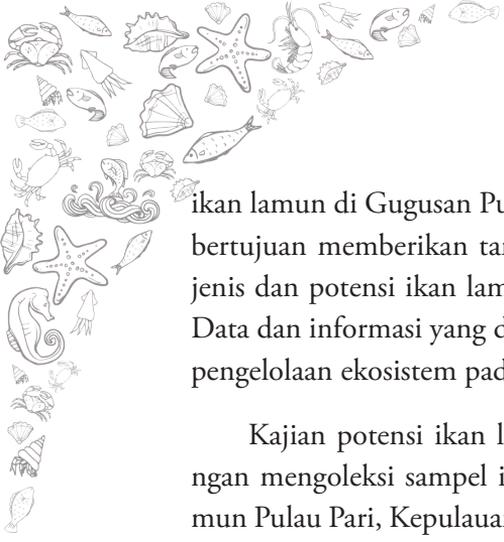
POTENSI IKAN PADANG LAMUN DI PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU

SELVIA OKTAVIYANI DAN KUNTO WIBOWO

A. Padang Lamun dan Fauna Ikan

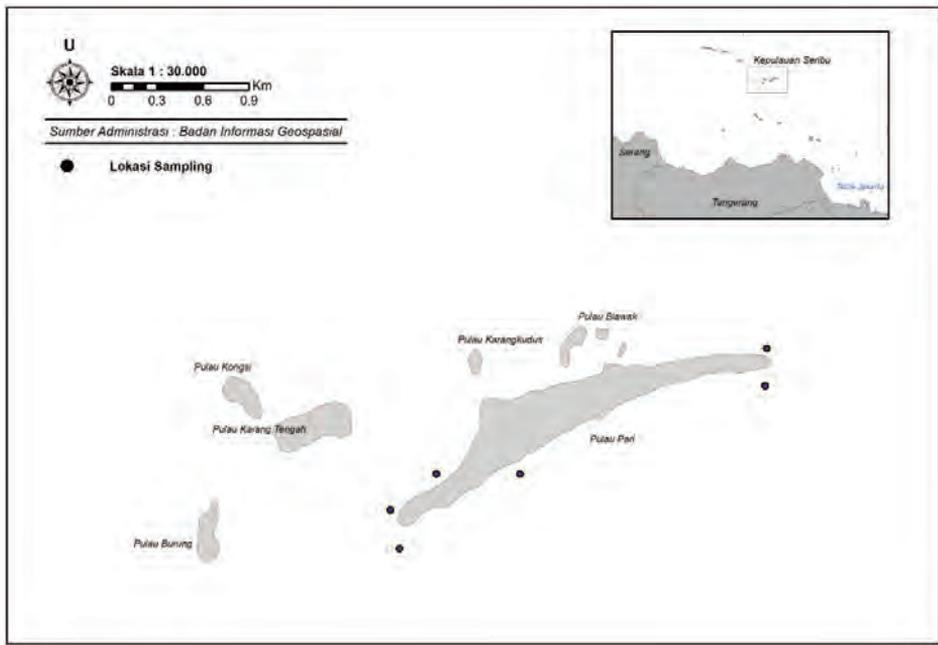
Padang lamun merupakan salah satu ekosistem di perairan dangkal yang memiliki banyak fungsi dan manfaat, baik secara ekologi maupun ekonomi. Ekosistem padang lamun merupakan penghasil produktivitas primer dan sekunder yang tinggi sehingga kelimpahan ikan dan biota invertebrata di ekosistem ini tinggi^[1]. Fungsi ekologi dari ekosistem ini adalah sebagai habitat, daerah asuhan (*nursery ground*), daerah pemijahan (*spawning ground*), tempat mencari makan (*feeding ground*), dan tempat berlindung dari predator^[1-5]. fungsi lainnya adalah sebagai penangkap sedimen, pendaur ulang zat hara, serta sumber makanan dan kebutuhan lain^[4]. Oleh karena itu, peranan ekosistem padang lamun sangat besar sebagai pendukung kehidupan biota laut, termasuk ikan.

Area padang lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, cukup luas dan menyebar di sekeliling pulau, dan dominansi terbesar berada di daerah pantai bagian selatan. Total ada tujuh jenis lamun dijumpai di Pulau Pari Kepulauan Seribu, yaitu *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium*, dan *Cymodocea serrulata* ^[6]. Luasnya area padang lamun dan beragamnya jenis lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menguatkan dugaan bahwa kelimpahan dan keragaman jenis ikan lamun di kawasan ini tinggi, dan tercatat sedikitnya ada 55 jenis



ikan lamun di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu pada 2009^[7]. Tulisan ini bertujuan memberikan tambahan informasi terbaru terkait keanekaragaman jenis dan potensi ikan lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Data dan informasi yang diperoleh bermanfaat sebagai bahan masukan dalam pengelolaan ekosistem padang lamun di pulau tersebut.

Kajian potensi ikan lamun di Pulau Pari Kepulauan Seribu diawali dengan mengoleksi sampel ikan lamun di enam lokasi sampling di padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta (Gambar 49) pada Mei 2018. Padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, didominasi oleh jenis *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* (Gambar 50).



Gambar 49. Peta Lokasi Sampling Ikan Lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[8]

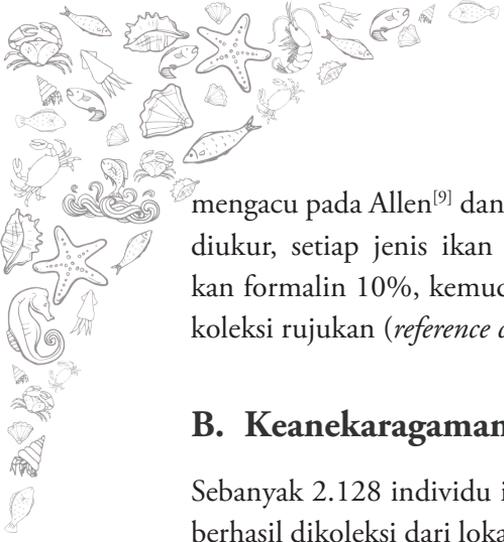
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 50. Padang lamun di Pulau Pari. A) Kondisi padang lamun saat surut dengan latar belakang alih fungsi lahan pantai untuk permukiman di Pulau Tengah; B) Pengoperasian jaring pantai di padang lamun.

Spesimen ikan lamun dikumpulkan pada saat air surut atau menjelang pasang menggunakan alat tangkap pukat pantai (*beach seine*) berukuran kecil dengan bukaan mulut 4 meter, badan pukat berukuran 3 meter dengan mata jaring berukuran 1–2,5 inci, dan bagian kantong sepanjang 1 meter dengan mata jaring berukuran 1 inci. Pukat ditarik secara tegak lurus oleh dua orang yang berada di sisi kiri dan kanan menuju arah pantai, dengan jarak tarikan 50–100 meter (Gambar 50B).

Ikan-ikan yang tertangkap kemudian dikumpulkan, dihitung jumlahnya, dan diidentifikasi hingga tingkat takson yang paling rendah (spesies) dengan



mengacu pada Allen^[9] dan Nakabo^[10]. Panjang baku [*standard length*/SL] ikan diukur, setiap jenis ikan difoto, lalu semua sampel diawetkan menggunakan formalin 10%, kemudian disimpan dalam alkohol 70% untuk dijadikan koleksi rujukan (*reference collection*) di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.

B. Keanekaragaman Jenis Ikan Lamun

Sebanyak 2.128 individu ikan lamun, yang terdiri atas 37 jenis dan 19 suku, berhasil dikoleksi dari lokasi sampling (Tabel 18). Suku Apogonidae memiliki jumlah jenis tertinggi, yaitu 5 jenis (14%) dari seluruh jenis ikan lamun yang terkoleksi, disusul Suku Labridae, dengan 4 jenis (11%). Suku Blennidae, Monacanthidae, Pomacentridae dan Siganidae masing-masing 3 jenis (8%). Suku Clupeidae, Gobiidae dan Syngnathidae masing-masing 2 jenis (5%), sedangkan sepuluh suku lainnya adalah Atherinidae, Centriscidae, Chaetodontidae, Gerreidae, Zenarchopteridae, Nemipteridae, Scaridae, Sphyrnaeidae, Synanceiidae, dan Terapontidae masing-masing 1 jenis (4%) (Gambar 51).

Suku Apogonidae hidup di berbagai jenis habitat, dari muara laut hingga ekosistem terumbu karang yang mengarah ke laut lepas^[9]. Oleh karena itu, kelompok ini juga banyak ditemukan di ekosistem padang lamun dan beberapa di antaranya hidup menetap di ekosistem tersebut. Umumnya, jenis ikan pada suku Apogonidae dibatasi pada zona ekologi yang sempit, berkaitan dengan kedalaman dan tipe substratnya^[9]. Sementara itu, sepuluh suku terendah merupakan kelompok-kelompok ikan yang hanya memanfaatkan ekosistem padang lamun di sebagian kecil fase hidupnya, misalnya sekadar untuk bermain atau mencari makan.

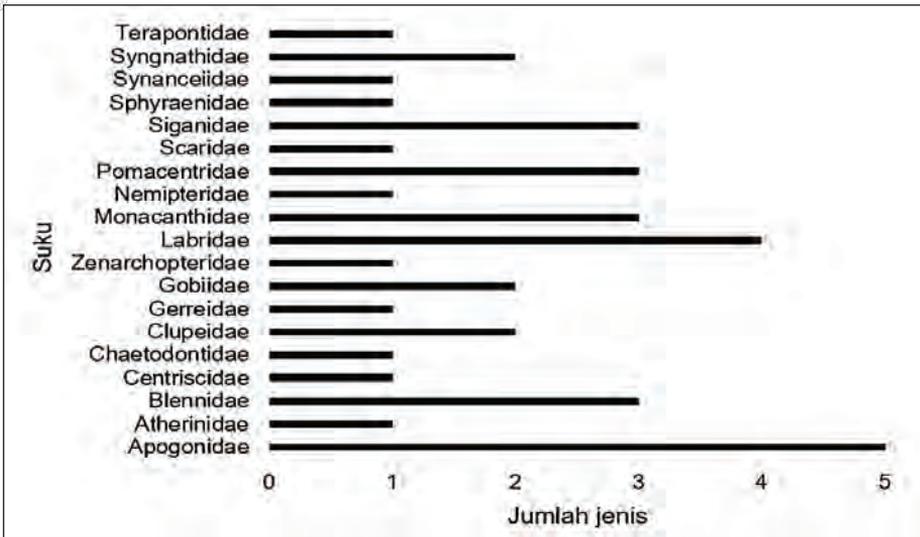
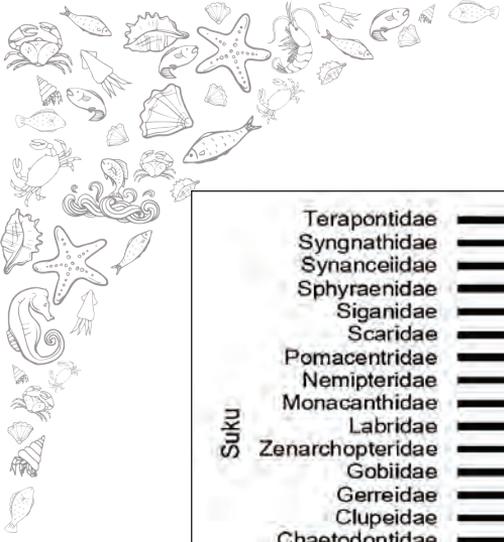
Enam jenis ikan lamun dengan jumlah individu paling dominan adalah *Zoramia leptacanthus*, *Ostorhinchus margaritophorus*, *Fibramia lateralis*, *Acreichthys tomentosus*, *Sphaeramia orbicularis*, dan *Cheilodipterus quinquelineatus* (Gambar 52). Nilai persentase masing-masing jenis adalah 31, 27, 20, 7, 4, dan 3% secara berurutan (Gambar 53). Keenam jenis tersebut mewakili 92% dari total jumlah individu ikan yang terkoleksi di padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sedangkan 8% sisanya terdiri atas 31 jenis ikan lain. Lima jenis ikan dengan jumlah individu tertinggi merupakan suku Apogonidae yang hidup secara bergerombol sehingga tertangkap dalam jumlah yang besar. Kelimpahan dan keragaman ikan yang tinggi pada ekosistem padang lamun

disebabkan oleh melimpahnya materi organik hasil dari produktivitas primer dan sekunder yang tinggi dari ekosistem tersebut^[1].

Tabel 18. Jenis ikan lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

No	Suku	No	Jenis	Jumlah (individu)
1	Apogonidae	1	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	59
	Apogonidae	2	<i>Fibramia lateralis</i>	426
	Apogonidae	3	<i>Ostorhinchus margaritophorus</i>	575
	Apogonidae	4	<i>Sphaeramia orbicularis</i>	94
	Apogonidae	5	<i>Zoramia leptacanthus</i>	662
2	Atherinidae	6	<i>Atherinomorus duodecimalis</i>	19
3	Blennidae	7	<i>Petroscirtes breviceps</i>	1
	Blennidae	8	<i>Petroscirtes mitratus</i>	18
	Blennidae	9	<i>Petroscirtes variabilis</i>	14
4	Centriscidae	10	<i>Aeoliscus strigatus</i>	3
5	Chaetodontidae	11	<i>Parachaetodon ocellatus</i>	1
6	Clupeidae	12	<i>Spratelloides delicatulus</i>	2
	Clupeidae	13	<i>Spratelloides gracilis</i>	2
7	Gerreidae	14	<i>Gerres oyena</i>	8
8	Gobiidae	15	<i>Amblygobius stethophthalmus</i>	2
	Gobiidae	16	<i>Fusigobius</i> sp.	2
9	Zenarchopteridae	17	<i>Zenarchopterus gilli</i>	2
10	Labridae	18	<i>Choerodon anchorago</i>	8
	Labridae	19	<i>Halichoeres argus</i>	22
	Labridae	20	<i>Halichoeres chloropterus</i>	8
	Labridae	21	<i>Stethojulis trilineata</i>	1
11	Monacanthidae	22	<i>Acreichthys tomentosus</i>	142
	Monacanthidae	23	<i>Monacanthus chinensis</i>	3
	Monacanthidae	24	<i>Pseudomonacanthus macrurus</i>	9
12	Nemipteridae	25	<i>Pentapodus bifasciatus</i>	1
13	Pomacentridae	26	<i>Dischistodus perspicillatus</i>	4
	Pomacentridae	27	<i>Dischistodus prosopotaenia</i>	1
	Pomacentridae	28	<i>Hemiglyphidodon plagiometopon</i>	6
14	Scaridae	29	<i>Scarus rivulatus</i>	5
15	Siganidae	30	<i>Siganus canaliculatus</i>	1
	Siganidae	31	<i>Siganus guttatus</i>	3
	Siganidae	32	<i>Siganus virgatus</i>	9
16	Sphyraenidae	33	<i>Sphyraena barracuda</i>	1
17	Synanceiidae	34	<i>Synanceia horrida</i>	1
18	Syngnathidae	35	<i>Syngnathoides biaculeatus</i>	8
	Syngnathidae	36	<i>Syngnathoides</i> sp.	2
19	Terapontidae	37	<i>Terapon theraps</i>	3
Jumlah total (individu)				2.128

Buku ini tidak diperjualbelikan.

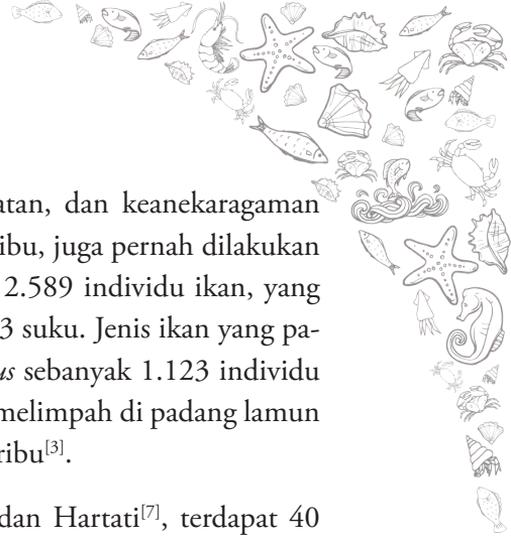


Gambar 51. Jumlah Jenis Ikan Berdasarkan Suku yang Dikoleksi di Pulau Pari, Kepulauan Seribu



Gambar 52. Enam jenis ikan lamun dengan jumlah individu paling banyak terkoleksi. A) *Cheilodipterus quinquelineatus*; B) *Zoramia leptacanthus*; C) *Sphaeramia orbicularis*; D) *Fibramia lateralis*; E) *Ostorbinchus margaritophorus*; F) *Acreichthys tomentosus*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

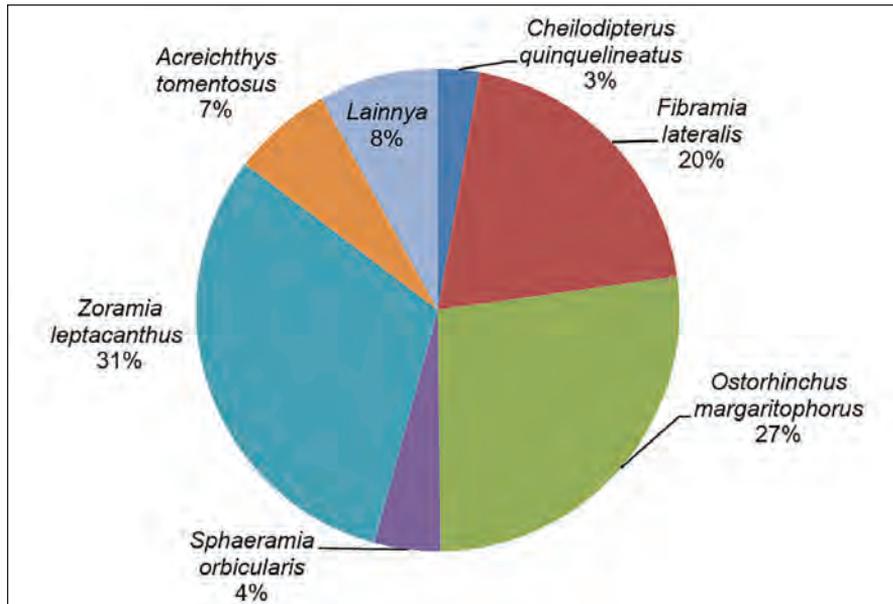
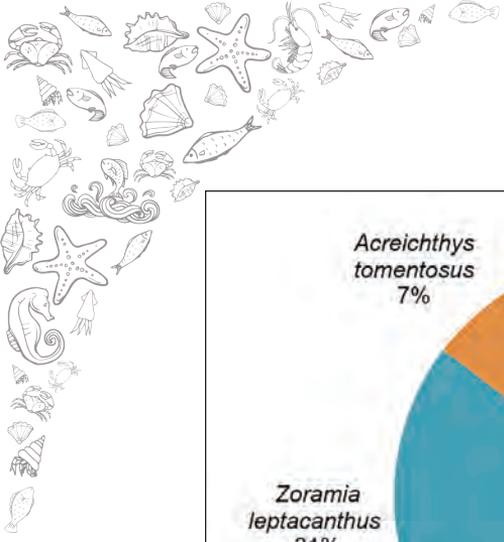


Penelitian mengenai komposisi jenis, kepadatan, dan keanekaragaman ikan lamun di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga pernah dilakukan oleh Edrus dan Hartati^[7]. Pada saat itu diperoleh 2.589 individu ikan, yang terdiri atas 55 jenis yang mewakili 42 marga dan 23 suku. Jenis ikan yang paling melimpah adalah *Ostorhinchus margaritophorus* sebanyak 1.123 individu^[7]. Jenis ikan ini juga merupakan ikan yang paling melimpah di padang lamun Pulau Burung, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[3].

Jika dibandingkan dengan penelitian Edrus dan Hartati^[7], terdapat 40 jenis ikan lamun yang tidak ditemukan pada penelitian ini, yaitu *Plotosus lineatus*, *Corythoichthys intestinalis*, *Papilloculiceps longiceps*, *Centrogenys vaigiensis*, *Cephalopholis* sp., *Cromileptes altivelis*, *Epinephelus merra*, *Pelates quadrilineatus*, *Scolopsis ciliata*, *Apogon albimaculosus* (valid sebagai *Ozichthys albimaculosus*), *Apogon ceramensis*, *Apogon* sp. 2, *Apogon* sp. 3, *Apogon* sp. 5, *Fowleria variegata*, *Lutjanus carponotatus*, *Lethrinus harax*, *Lethrinus lentjan*, *Lethrinus ornatus*, *Lethrinus* sp., *Upeneus tragula*, *Chaetodon rostratus* (valid sebagai *Chelmon rostratus*), *Amblyglyphidodon curacao*, *Dischistodus melanotus*, *Cheilinus trilobatus*, *Pseudojuloides* sp., *Thalassoma amblycephalum*, *Hipposcarus longiceps*, *Leptoscarus vaigiensis*, *Scarus ghobban*, *Amblygobius phalaena*, *Fusigobius longispinus*, *Istigobius ornatus*, *Siganus argenteus*, *Siganus fuscescens*, *Pardachirus pavoninus*, *Cantherhines fronticinctus*, *Arothron mappa*, *Triacanthus* sp. dan *Petroscirtes variabilis*.

Sebaliknya, ada 21 jenis ikan yang berhasil dikoleksi dalam kajian ini, tetapi tidak terkoleksi oleh Edrus dan Hartati^[7], yaitu *Fibramia lateralis*, *Zoramia leptacanthus*, *Atherinomorus duodecimalis*, *Petroscirtes breviceps*, *Petroscirtes mitratus*, *Spratelloides delicatulus*, *Spratelloides gracilis*, *Amplygobius stethophthalmus*, *Fusigobius* sp., *Zenarchopterus gilli*, *Stethojulis trilineata*, *Monacanthus chinensis*, *Pseudomonacanthus macrurus*, *Pentapodus bifasciatus*, *Dischistodus perspicillatus*, *Hemiglyphidodon plagiometopon*, *Scarus rivulatus*, *Sphyaena barracuda*, *Synanceia horrida*, *Syngnathoides* sp., dan *Terapon theraps*. Kajian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis ikan lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan gugusnya sebenarnya lebih tinggi daripada yang dilaporkan oleh Edrus dan Hartati^[7] ataupun hasil kajian ini. Perbedaan jumlah jenis ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti luasan area, jumlah tarikan, dan waktu koleksi ikan. Terdapat perbedaan signifikan terkait jumlah dan jenis ikan lamun antara siang dan malam hari^[11]. Perbedaan ini diduga akibat cukup banyaknya ikan yang bersifat nokturnal atau aktif di malam hari.

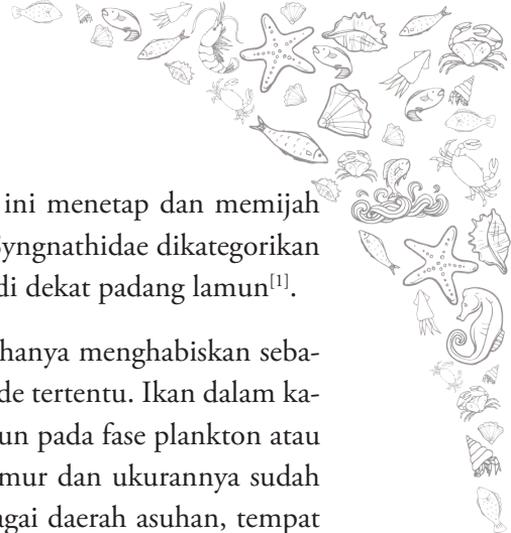
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 53. Persentase Individu Ikan Lamun Berdasarkan Jenis yang Terkoleksi dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Berdasarkan data jenis ikan lamun yang dikoleksi di Pulau Pari Kepulauan Seribu, 21 jenis di antaranya dapat dikategorikan sebagai ikan penghuni tetap padang lamun, sedangkan 16 jenis yang lain merupakan ikan penghuni musiman. Ikan penghuni tetap akan menghabiskan sebagian besar masa hidupnya di ekosistem ini dan biasanya memiliki ciri berukuran kecil dan kriptik^[12]. Ikan-ikan penghuni tetap pada umumnya makan dan memijah di ekosistem padang lamun. Dua puluh satu jenis ikan penghuni tetap ekosistem padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yaitu *Fibramia lateralis*, *Ostorhinchus margaritophorus*, *Cheilodipterus quinquelineatus*, *Zoramia leptacanthus*, *Sphaeramia orbicularis*, *Atherinomorus duodecimalis*, *Acreichthys tomentosus*, *Monacanthus chinensis*, *Pseudomonacanthus macrurus*, *Gerres oyena*, *Aeoliscus strigatus*, *Halichoeres argus*, *Halichoeres chloropterus*, *Amblygobius stethophthalmus*, *Fusigobius* sp., *Petroscirtes variabilis*, *Petroscirtes breviceps*, *Petroscirtes mitratus*, *Siganus canaliculatus*, *Syngnathoides biaculeatus* dan *Syngnathoides* sp.

Jenis *Sphaeramia orbicularis* ditemukan memiliki telur di dalam mulutnya. Jenis ikan tersebut merupakan tipe ikan *mouthbrooder*^[13]. Telur-telur *S.orbicularis* diinkubasi oleh induk jantan hingga delapan hari^[14]. Selain *S.orbicularis*, jenis *Ostorhinchus margaritophorus* juga sering ditemukan dengan telur di mulutnya dan selalu tertangkap dalam jumlah besar pada setiap kali

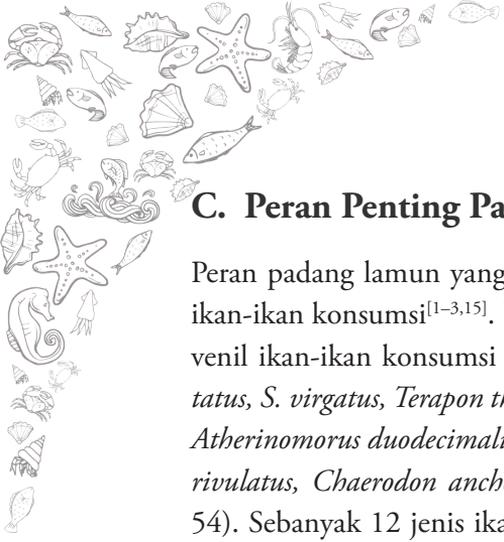


tarikan pukat. Hal ini membuktikan bahwa ikan ini menetap dan memijah di daerah padang lamun. Suku Antherinidae dan Syngnathidae dikategorikan juga sebagai ikan penghuni tetap karena memijah di dekat padang lamun^[1].

Ikan penghuni musiman (*temporary resident*) hanya menghabiskan sebagian kecil fase hidupnya atau menetap dalam periode tertentu. Ikan dalam kategori ini biasanya hidup di ekosistem padang lamun pada fase plankton atau juvenil dan akan bermigrasi ke habitat lain saat umur dan ukurannya sudah lebih besar^[15]. Padang lamun hanya dijadikan sebagai daerah asuhan, tempat mencari makan sementara, dan berlindung dari predator. Jenis ikan penghuni musiman ekosistem padang lamun di Pulau Pari, yaitu *Stethojulis trilineata*, *Synanceia horrida*, *Parachaetodon ocellatus* (Chaetodontidae), *Spratelloides delicatulus*, *Spratelloides gracilis*, *Zenarchopterus gilli*, *Choerodon anchorago*, *Pentapodus bifasciatus*, *Dischistodus perspicillatus*, *Dischistodus prosopotaenia*, *Hemiglyphidodon plagiometopon*, *Scarus rivulatus*, *Siganus guttatus*, *Siganus virgatus*, *Sphyaena barracuda*, dan *Terapon theraps*. Hasil kajian^[7] memperlihatkan bahwa ada 31 jenis ikan penghuni tetap, 14 jenis ikan tidak tetap, dan 11 jenis penghuni musiman.

Ikan-ikan penghuni musiman padang lamun sering ditemukan pula pada ekosistem terumbu karang dengan ukuran yang sudah lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa ada konektivitas antara ekosistem padang lamun dengan terumbu karang, serta mangrove, dan letak ketiga ekosistem tersebut di Pulau Pari sangat berdekatan. Hal ini sesuai dengan penelitian^[16] yang menyatakan bahwa tipe serta jarak terdekat dari berbagai habitat (seperti estuari, mangrove, dan terumbu karang) terhadap padang lamun akan berpengaruh pada kelimpahan dan komposisi relatif ikan.

Komposisi jenis dan kelimpahan ikan lamun selalu berfluktuasi setiap harinya karena ikan melakukan mobilisasi di padang lamun dan adanya pengaruh dari berbagai faktor, seperti kualitas perairan, kompleksitas habitat, musim pemijahan, rekrutmen, kematian alami, dan migrasi^[17-18]. Selain itu, kelimpahan ikan lamun yang tinggi juga berhubungan dengan habitat lamun itu sendiri. Ikan akan lebih melimpah pada ekosistem padang lamun, baik yang monospesifik atau multispesifik, daripada habitat yang tidak bervegetasi atau bersubstrat kosong^[1,4,19]. Pada habitat yang tidak bervegetasi, ikan-ikan cenderung didominasi oleh jenis-jenis yang menghindari predator dengan cara bergerombol atau berkamuflase^[20].



C. Peran Penting Padang Lamun bagi Ikan

Peran padang lamun yang sangat penting adalah sebagai daerah asuhan bagi ikan-ikan konsumsi^[1-3,15]. Hal ini dapat dilihat dari banyak ditemukannya juvenil ikan-ikan konsumsi di Pulau Pari, seperti *Siganus canaliculatus*, *S. guttatus*, *S. virgatus*, *Terapon theraps*, *Sphyaena barracuda*, *Spratelloides delicatulus*, *Atherinomorus duodecimalis*, *Spratelloides gracilis*, *Pentapodus bifasciatus*, *Scarus rivulatus*, *Chaerodon anchorago*, dan *Zenarchopterus gilli* (Tabel 19; Gambar 54). Sebanyak 12 jenis ikan tersebut, kecuali *Siganus canaliculatus*, akan berpindah dan hidup di ekosistem terumbu karang atau laut lepas pada saat stadia remaja. *S. canaliculatus* merupakan salah satu ikan yang melimpah di padang lamun dan dikategorikan sebagai penghuni tetap ekosistem ini^[4,21].

Tabel 19. Kisaran panjang baku juvenil ikan lamun ekonomis penting di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

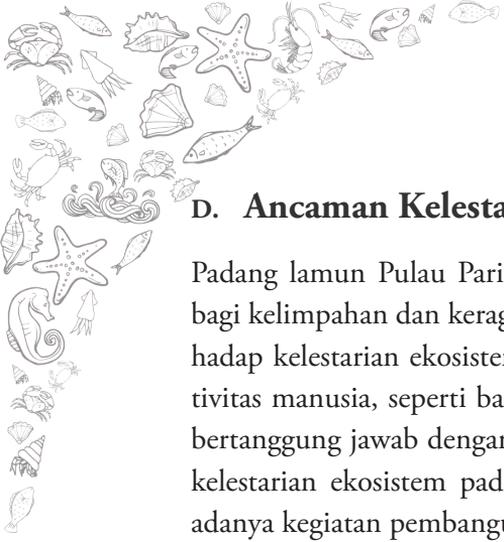
No	Suku	Jenis	Jumlah (individu)	Panjang baku (mm SL)
1	Antherinidae	<i>Atherinomorus duodecimalis</i>	19	25,2–66,4
2	Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus</i>	2	42,2–46,7
3	Clupeidae	<i>Spratelloides gracilis</i>	2	25,6–26,7
4	Zenarchopteridae	<i>Zenarchopterus gilli</i>	2	46,3–63
5	Labridae	<i>Choerodon anchorago</i>	8	21,5–123,2
6	Nemipteridae	<i>Pentapodus bifasciatus</i>	1	33,8
7	Scaridae	<i>Scarus rivulatus</i>	5	17,5–48,2
8	Siganidae	<i>Siganus canaliculatus</i>	1	
9	Siganidae	<i>Siganus guttatus</i>	3	22,7–25,9
10	Siganidae	<i>Siganus virgatus</i>	9	22,9–64,3
11	Sphyaenidae	<i>Sphyaena barracuda</i>	1	40,8
12	Terapontidae	<i>Terapon theraps</i>	3	22,2–27,6

Fungsi padang lamun selanjutnya adalah sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*) bagi juvenil maupun ikan-ikan dewasa. Melimpahnya fauna invertebrata di ekosistem ini menjadi salah satu alasan banyaknya juvenil ikan hidup di padang lamun^[22]. Ikan-ikan yang aktif pada malam hari, seperti suku Haemulidae dan Lutjanidae, diduga melakukan migrasi ke padang lamun untuk mencari makan. Selain itu, ikan-ikan yang hidup di ekosistem lain yang berdekatan dengan padang lamun juga sering memasuki area ini untuk mencari mangsa^[23]. Ikan-ikan herbivora, seperti *Scarus rivulatus*, memanfaatkan lamun secara langsung sebagai sumber makanannya, sedangkan ikan karnivora dan omnivora memakan zooplankton, krustasea, ikan, atau biota invertebrata lain yang hidup di ekosistem padang lamun. Banyaknya mangsa bagi ikan-

ikan tersebut berkaitan dengan adanya jaring-jaring makanan di ekosistem padang lamun, di mana serasah yang mengendap atau partikel-partikel serasah dalam air akan dimakan oleh fauna benthik yang merupakan mangsa bagi ikan karnivora dan omnivora^[4,16]. Padang lamun juga dimanfaatkan ikan sebagai tempat berlindung, daerah pemijahan, dan substrat menempelnya larva ikan.



Gambar 54. Beberapa jenis ikan konsumsi yang dijumpai di padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu. A) *Siganus canaliculatus*; B) *S. guttatus* (25.9 mm SL); C) *S. virgatus* (64.3 mm SL); D) *Terapon theraps* (26.1 mm SL); E) *Sphyaena barracuda* (40.8 mm SL); F) *Spratelloides delicatulus* (46.7 mm SL); G) *Atherinomorus duodecimalis* (46.9 mm SL); H) *Spratelloides gracilis* (26.7 mm SL); I) *Pentapodus bifasciatus* (33.8 mm SL); J) *Scarus rivulatus* (40.1 mm SL); K) *Choerodon anchorago* (76.4 mm SL); L) *Zenarchopterus gilli* (46.3 mm SL).



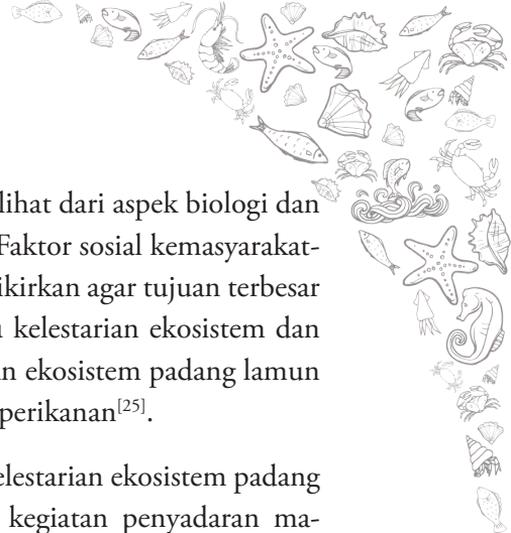
D. Ancaman Kelestarian Padang Lamun

Padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mempunyai peranan penting bagi kelimpahan dan keragaman jenis ikan. Saat ini, ada banyak ancaman terhadap kelestarian ekosistem ini, baik yang bersifat alami maupun akibat aktivitas manusia, seperti banyak sampah dan aktivitas wisatawan yang kurang bertanggung jawab dengan menginjak-injak lamun^[6]. Ancaman terbesar bagi kelestarian ekosistem padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, adalah adanya kegiatan pembangunan dan perubahan peruntukan lahan pantai yang telah menurunkan luasan lamun (Gambar 50A) serta reklamasi untuk perluasan pantai di gugusan Pulau Pari, yang juga meningkatkan sedimentasi. Sedimentasi berpengaruh pada tingginya tingkat kekeruhan sehingga mengurangi cahaya matahari yang menembus air dan berpengaruh negatif pada proses fotosintesis lamun. Selain itu, eutrofikasi dan pencemaran laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga merupakan ancaman bagi ekosistem padang lamun. Secara global, Indonesia telah kehilangan padang lamun sebesar 30–40% selama 50 tahun terakhir, dan 60% di antaranya berada di Pulau Jawa^[24]. Hal tersebut akibat adanya sedimentasi dan penambangan terumbu karang.

Ancaman-ancaman tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap keragaman jenis dan kelimpahan ikan lamun. Hal ini berkaitan dengan nilai penting dari sisi ekologi yang dimiliki oleh ekosistem ini, utamanya sebagai tempat hidup, mencari makan, dan daerah asuhan bagi fauna ikan. Selain itu, fakta bahwa ekosistem padang lamun dapat menghubungkan antara ikan di ekosistem mangrove, terumbu karang, dan ekosistem lainnya juga memberikan gambaran mengenai dampak yang akan terjadi jika ekosistem padang lamun hilang^[11]. Penurunan atau hilangnya ekosistem ini tidak hanya berpengaruh pada keanekaragaman hayati dan produktivitas perikanan di dalam ekosistem padang lamun itu sendiri, tetapi juga produktivitas perikanan di ekosistem terumbu karang dan mangrove, bahkan meluas hingga area di luar itu^[25].

E. Pengelolaan Ekosistem Padang Lamun

Kegiatan pengelolaan ekosistem padang lamun sangat kompleks dan melibatkan banyak aspek (biologi, ekologi, sosial, ekonomi, teknologi, dan institusi).



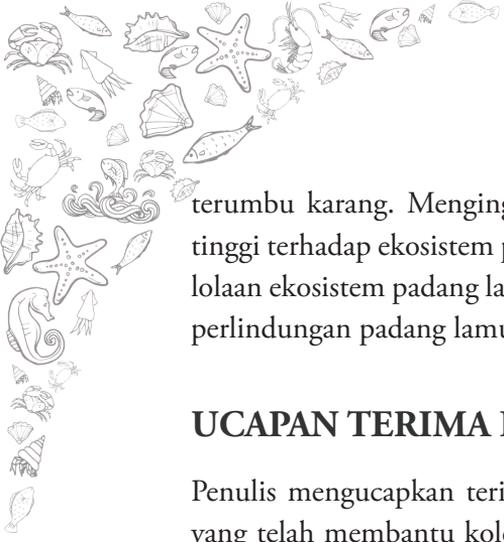
Kebijakan pengelolaan diharapkan tidak hanya melihat dari aspek biologi dan ekologi biota penyusun dan ekosistem itu sendiri. Faktor sosial kemasyarakatan dan pemanfaatan secara ekonomi juga perlu dipikirkan agar tujuan terbesar dari kegiatan pengelolaan itu dapat tercapai, yaitu kelestarian ekosistem dan kesejahteraan masyarakat. Pada saat ini, pengelolaan ekosistem padang lamun sangat diperlukan sebagai bagian dari pengelolaan perikanan^[25].

Peran serta masyarakat lokal untuk menjaga kelestarian ekosistem padang lamun di Pulau Pari perlu ditingkatkan melalui kegiatan penyadaran masyarakat, penyuluhan, atau pembentukan kelompok-kelompok pemerhati lingkungan hidup. Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) yang ada di Pulau Pari dapat berperan dengan memberikan edukasi kepada wisatawan agar tidak merusak lamun dan membuang sampah sembarangan. Keterlibatan komponen yang lain, seperti lembaga swadaya masyarakat (LSM), swasta, perguruan tinggi, dan institusi penelitian juga diperlukan sebagai nilai tambah untuk menerapkan konsep pengelolaan berbasis masyarakat.

Upaya lainnya dapat berupa pengembangan daerah perlindungan padang lamun, dan pada daerah tersebut ditetapkan pelarangan penangkapan ikan atau fauna lainnya. Daerah perlindungan padang lamun dibuat pada area dengan luasan tertentu, agar tidak mengganggu aktivitas dan memberikan dampak yang besar bagi masyarakat. Berdasarkan hasil penelitian, beberapa pilihan spot yang dapat dijadikan sebagai daerah perlindungan padang lamun adalah lokasi-lokasi koleksi ikan, yaitu di selatan Pulau Pari. Namun, implementasi dari upaya-upaya tersebut bukan perkara yang mudah. Peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat dan pemangku kepentingan lain akan pentingnya ekosistem padang lamun menjadi tantangan terbesar yang harus diselesaikan bersama^[25].

F. Kesimpulan

Ikan-ikan yang hidup di ekosistem padang lamun Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, lebih banyak berada dalam fase juvenil dan berukuran kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki peran yang sangat penting sebagai daerah pemijahan dan pengasuhan ikan. Selain itu, ekosistem ini juga merupakan tempat mencari makan bagi ikan-ikan konsumsi serta memiliki konektivitas yang tinggi dengan ekosistem di sekitarnya, seperti mangrove dan



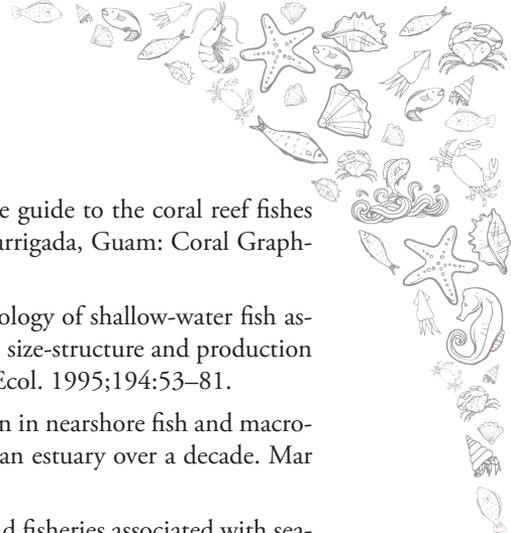
terumbu karang. Mengingat besarnya manfaat dan ancaman yang semakin tinggi terhadap ekosistem padang lamun, perlu dilakukan upaya-upaya pengelolaan ekosistem padang lamun secara lestari dan keberlanjutan, seperti daerah perlindungan padang lamun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Muhayar, Salim, dan Jamarudin yang telah membantu koleksi ikan di lapangan serta kepada Hilda Novianty selaku koordinator penelitian “Penyusunan Buku Bunga Rampai dengan tema Biodiversitas Pulau Pari”. Penelitian ini dibiayai oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) melalui SK NO. 0054/IPK.9/HK/I/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gillanders BM. Seagrasses, fish and fisheries. Dalam Larkum AWD dkk, editors. Seagrasses: biology, ecology and conservation. Springer; 2006. 503.
- [2] Kikuchi T. Japanese contributions on consumer ecology in eelgrass (*Zostera marina* L.) beds, with special reference to tropic relationships and resources in inshore fisheries. *Aquaculture*. 1974;4:145–160.
- [3] Hutomo M, Sularto M. The fishes of seagrass community on the west side of Burung Island (Pari Islands, Seribu Islands) and their variations in abundance. *Mar Res Indonesia*. 1977;17:147–172.
- [4] Hutomo M, Muhamad HA. Peranan lamun di lingkungan laut dangkal. *Oseana*. 1987;XII(1):13–23.
- [5] Adrim M. Asosiasi ikan di padang lamun. *Oseana*. 2006;XXXI(1):1–7.
- [6] Rahmawati S. Lamun. Dalam: Herandarudewi SMC, Sam W, Muhammad A, editor. Keanekaragaman hayati di Pulau Pari. Jakarta: LIPI Press; 2014. 17 pp.
- [7] Edrus IN, Hartati ST. Komposisi jenis, kepadatan, dan keanekaragaman juvenil ikan padang lamun gugus Pulau Pari. *Bawal*. 2013;5(1):9–22.
- [8] <http://www.google.com/maps> ; 11 Mei 2019
- [9] Allen GR, Mark VE. Reef fishes of the east indies Volume I–III. Hawaii: University of Hawai’i Press; 2012. 1292 pp.
- [10] Nakabo T. Fishes of Japan with pictorial keys to the species edition I–II. Tokai University Press; 2003. 1748 pp.
- [11] Unsworth RKF, De León PS, Garrard SL, Jompa J, Smith DJ, Bell JJ. High connectivity of Indo-pacific seagrass fish assemblages with mangrove and coral reef habitats. *Mar Ecol Prog Ser*. 2008;353:213–224.
- [12] Thresher RE. Reproduction in reef fishes. T.F.H. Publications. 1984.



- [13] Myers RF. Micronesian reef fishes: a comprehensive guide to the coral reef fishes of micronesia, 3rd revised and expanded edition. Barrigada, Guam: Coral Graphics. 1999.
- [14] Edgar GJ, Shaw C. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia. I. Species richness, size-structure and production of fishes in western port, Victoria. *J Exp Mar Biol Ecol.* 1995;194:53–81.
- [15] Jackson G, Jones GK. Spatial and temporal variation in nearshore fish and macroinvertebrate assemblages from a temperate Australian estuary over a decade. *Mar Ecol Prog Ser.* 1999;182:253–268.
- [16] Bell JD, Pollard DA. Ecology of fish assemblages and fisheries associated with seagrasses in biology of seagrasses: a treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australasian region. Elsevier; 1989. 565–609.
- [17] Rooker JR, Holt SA, Soto MA, Holt GJ. Post settlement pattern of habitat use by sciaenid fishes in subtropical seagrass meadows. *Estuaries.* 1998;21:318–327.
- [18] Tolan JM, Holt SA, Onuf CP. Distribution and community structure of ichthyoplankton in laguna madre seagrass meadows: potential impact of seagrass species change. *Estuaries.* 1997;20(2):450–64.
- [19] Rappe RA. Struktur komunitas ikan pada padang lamun yang berbeda di Pulau Barrang Lompo. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 2010;2(2):62–73.
- [20] Jenkins GP, May HMA, Wheatley MJ, Holloway MG. Comparisons of fish assemblages associated with seagrass and adjacent unvegetated habitats of ports Phillip bay and corner inlet, Victoria, Australia, with emphasis on commercial species. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science.* 1997;44(5):569–588.
- [21] Allen GR, Erdman MV. Reef fishes of the east indies Volume III. University of Hawai'i Press; 2012.436 pp.
- [22] Nuraini S, Carballo EC, van Densen WLT, Machiels MA, Lindeboom HJ, Nagelkerke LA. Utilization of seagrass habitats by juvenile groupers and snappers in Banten Bay, Banten Province, Indonesia. *Hydrobiologia.* 2007;591:85–98.
- [23] Nagelkerken I, Dorenbosch M, Verberk WCEP De La Morinière, Van Der Velde G. Day-night shifts of fishes between shallow-water biotopes of a Caribbean bay, with emphasis on the nocturnal feeding of haemulidae and lutjanidae. *Mar Ecol Prog Ser.* 2000;194:55–64.
- [24] Fortes. Management perspectives of coastal habitat links in the tropics, integrated management of the coastal fringe, Voluntary Service Overseas/Palauan Council for Sustainable Development 10. 1999.
- [25] Nadiarti, Riani E, Djuwita I, Budiharsono S, Purbayanto A, Asmus H 2. Challenging for seagrass management in indonesia. *Journal of Coastal Development.* 2012;15(3):234–242.





BAB XI

POTENSI MAMALIA LAUT

DI PERAIRAN GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

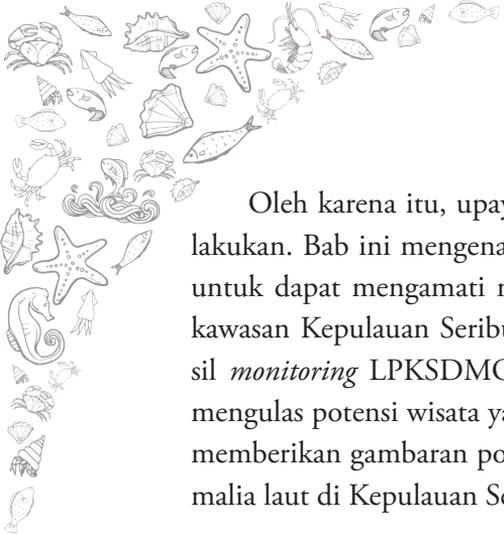
SEKAR M. C. HERANDARUDEWI

A. Apa Itu Mamalia Laut?

Keberadaan mamalia laut kadang tidak dikenali oleh masyarakat lokal yang mungkin memiliki interaksi yang minim dengan laut di sekitarnya. Hal ini juga dapat terjadi karena minimnya sosialisasi tentang biota laut di sekitar kita dan beralihnya penghidupan masyarakat pesisir ke pola yang lebih modern, dari murni nelayan menjadi pedagang dan sektor jasa lainnya.

Tak jarang mamalia laut sering disamakan dengan ikan berukuran besar. Pada beberapa kejadian paus terdampar, masyarakat dan media bahkan mengenali makhluk tersebut sebagai cumi-cumi raksasa, monster laut, bahkan sempat diduga gajah mina (makhluk mitologi berupa gajah yang dapat berenang).

Mamalia laut adalah biota laut yang berukuran besar, tetapi sering luput dalam pendataan suatu ekosistem karena dibutuhkan teknik tertentu untuk melakukan penilaian terhadap populasinya di alam. Sebagai kerabat dekat manusia dalam kelas mamalia, keberadaan mamalia laut dapat menjadi *sentinel* atau “penjaga” kita. Artinya, kita dapat menilai dampak lingkungan perairan dengan melihat dampaknya pada mamalia laut karena apa pun yang buruk untuk mereka (mamalia) di lingkungan perairan kita, akan berdampak sama terhadap kita (manusia).



Oleh karena itu, upaya mengenali mamalia laut di sekitar kita perlu dilakukan. Bab ini mengenalkan mamalia laut kepada pembaca. beberapa cara untuk dapat mengamati mereka di habitatnya, keanekaragaman jenisnya di kawasan Kepulauan Seribu—yang dirujuk dari berbagai sumber tulisan, hasil *monitoring* LPKSDMO, dan wawancara dengan masyarakat lokal, serta mengulas potensi wisata yang dapat dikembangkan. Semoga tulisan ini dapat memberikan gambaran potensi wisata kelautan berbasis keragaman jenis mamalia laut di Kepulauan Seribu bagi para pembaca.

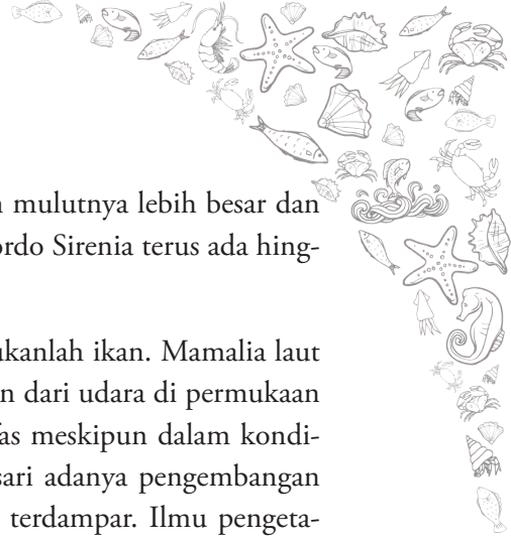
B. Mengenal Mamalia Laut

Mamalia laut adalah kelompok hewan laut yang masuk dalam kingdom animalia, phylum chordata, kelas mamalia, dan super ordo *Cetartiodactyla*. *Cetartiodactyla* terdiri dari ordo *Cetacea* (kelompok paus, lumba-lumba, porpoise) dan ordo *Sirenia* (kelompok manatee dan dugong). Ordo *Cetacea* terbagi menjadi dua kelompok besar, sub-ordo *Odontoceti* (bergigi) dan sub-ordo *Mysticeti* (ber-*baleen*). *Baleen* adalah organ yang menempel pada langit-langit mulut ordo *Mysticeti*. *Baleen* berfungsi sebagai filter dalam proses memakan plankton dan kril. Organ ini terbuat dari zat keratin dan memiliki bentuk yang berbeda-beda.

Seperti mamalia pada umumnya, mamalia laut berkelenjar susu (menyusui anaknya), melahirkan, memiliki rambut, dan bernapas dengan paru-paru. Kelenjar susu pada mamalia laut ordo *Cetacea* terletak di bagian perut bawah, dekat dengan celah kelamin. Pada kelompok ordo *Sirenia*, kelenjar susu terletak di bagian dada di dekat sirip dadanya.

Umumnya anak mamalia laut lahir dengan posisi ekor yang keluar lebih dulu. Segera setelah ia lahir, induknya atau betina lain akan segera mendorongnya ke permukaan air untuk mengambil napas untuk pertama kalinya. Tidak lama setelah lahir, bayi mamalia laut yang sehat akan segera berenang dengan sendirinya dan menyusui pada induknya.

Ciri rambut pada ordo *Cetacea* sulit diamati karena hanya terdapat pada bagian moncongnya ketika individu berusia muda. Rambut-rambut ini disebut dengan *whisker* dan berfungsi sebagai sensor pergerakan target mangsa, berbeda dengan rambut pada ordo *Sirenia* yang terdapat hampir di seluruh

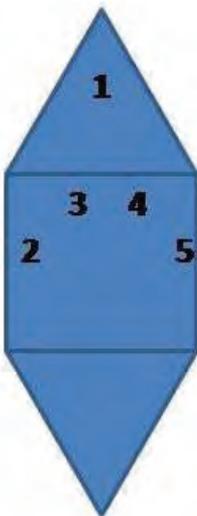


permukaan kulitnya. Rambut-rambut pada bagian mulutnya lebih besar dan banyak dan disebut *bristle*. Rambut-rambut pada ordo Sirenia terus ada hingga individu tumbuh dewasa dan menua.

Meskipun hidup di perairan, mamalia laut bukanlah ikan. Mamalia laut bernapas dengan paru-paru dan menghirup oksigen dari udara di permukaan air. Dengan demikian mereka masih dapat bernafas meskipun dalam kondisi terdampar (diluar air). Hal inilah yang mendasari adanya pengembangan teknik-teknik pertolongan pertama pada kejadian terdampar. Ilmu pengetahuan tentang hal tersebut juga dapat dikembangkan sebagai potensi memberdayakan masyarakat lokal di masa depan.

C. Mengamati Mamalia Laut

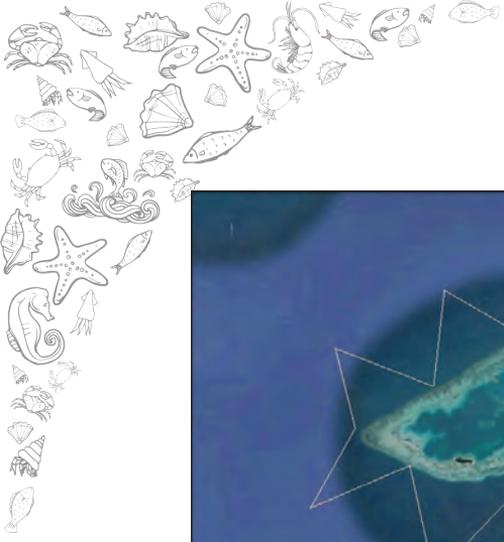
Keberadaan dan distribusi mamalia laut dapat diamati melalui survei menggunakan metode wawancara kuesioner, survei dengan menggunakan kapal (Gambar 55, 56, 57, 58), survei dengan menggunakan pesawat, survei dengan menggunakan pesawat tanpa awak (drone, fix wing, dan sebagainya), hingga survei akustik. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri.



Keterangan Gambar:

- Posisi (1) : Navigator dan pencatat.
- Posisi (2) : Mengamati dengan binokular seluas 90° dari utara ke barat.
- Posisi (3) : Mengamati tanpa binokular seluas 180° dari barat ke timur
- Posisi (4) : Mengamati tanpa binokular seluas 180° dari barat ke timur (juga memegang kamera tele untuk mendokumentasikan observasi ketika terjadi perjumpaan).
- Posisi (5) : Mengamati dengan binokular seluas 90° dari utara ke timur.

Gambar 55. Skema Posisi Surveyor Mamalia Laut dengan Menggunakan Kapal



Gambar 56. Skema transek gigi yang digunakan dalam survei mamalia laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, untuk memantau distribusi mamalia laut di wilayah dengan kedalaman yang bergradasi^[1].



Gambar 57. Pelaksanaan Survei Mamalia Laut dengan Kapal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

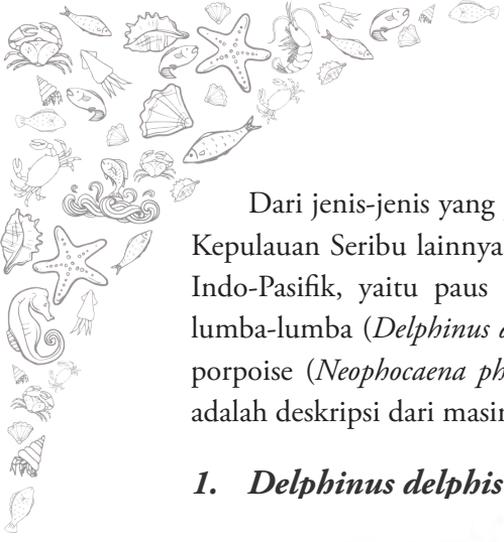


Gambar 58. Eksplorasi Wilayah Target dengan Kamera Lensa Tele dan Kamera Antiair

D. Jenis-Jenis Mamalia Laut di Wilayah Gugusan Pulau Pari dan Daerah Kepulauan Seribu Lainnya

Sebuah artikel tahun 1988 mencatat 12 jenis lumba-lumba yang ada di perairan Indo-Malaya^[2]. Di Indonesia sendiri telah tercatat 35 jenis mamalia laut mencakup paus, lumba-lumba, porpoise, dan dugong—tidak ada jenis manatee di Indonesia^[3,4]. Di kawasan Kepulauan Seribu, Jakarta, masih sangat minim kajian yang dilakukan khusus untuk mengobservasi mamalia laut^[5,8]. Sejak 2013, Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi LIPI melakukan beberapa survei ke masyarakat dan mencatat serta menangani beberapa kasus terdampar yang dapat menjadi sumber catatan keberadaan mamalia laut di wilayah Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Dari jenis-jenis yang pernah tercatat di Gugusan Pulau Pari dan wilayah Kepulauan Seribu lainnya, ada tujuh jenis yang umum dijumpai di perairan Indo-Pasifik, yaitu paus (*Pseudorca crassidens* dan *Physeter macrocephalus*), lumba-lumba (*Delphinus delphis*, *Stenella longirostris*, dan *Tursiops truncatus*), porpoise (*Neophocaena phocaenoides*), dan duyung (*Dugong dugon*). Berikut adalah deskripsi dari masing-masing jenis.

1. *Delphinus delphis* /Lumba-lumba moncong pendek



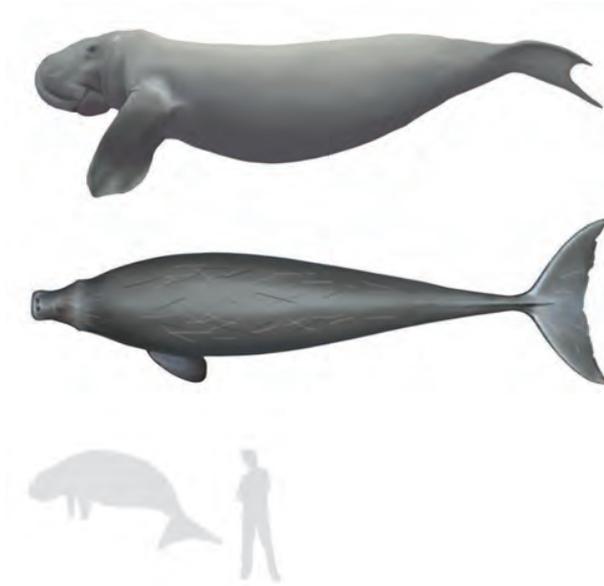
Sumber foto: S. Kusmana (2013)

Gambar 59. Ilustrasi *Delphinus delphis*/Lumba-lumba Moncong Pendek

- Nama umum** : Lumba-lumba moncong pendek
- Ordo** : Cetacea
- Sub ordo** : Odontoceti
- Famili** : Delphinidae
- Genus** : *Delphinus*
- Spesies** : *Delphinus delphis*
- Deskripsi** : Moncong relatif pendek dan melon membulat
Sirip punggung tinggi, triangular, membentuk bulan sabit dan meruncing
Warna tubuh atas gelap, terdapat corak jam pasir pada sisi tubuh
Panjang tubuh maksimum 2,7 m^[3]
- Habitat di Kepulauan Seribu** : Pulau Opak sebelah timur, Pulau Kaliage Besar sebelah, Gusung Mungu, dan Pulau Semut^{[5][8]}
- Distribusi di Indonesia** : Natuna, Sumatera, Kalimantan timur^[3]
- Status** : Berisiko rendah^[7]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. *Dugong dugon* / Duyung



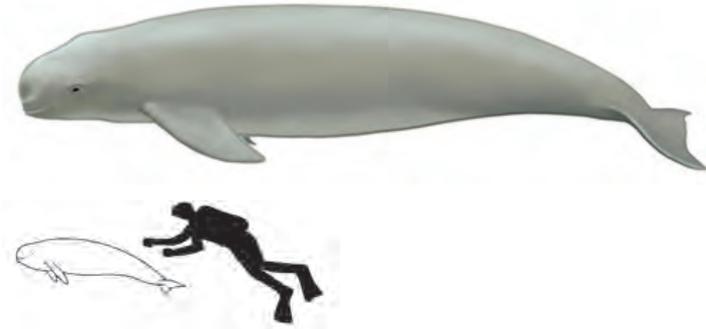
Sumber foto: S. Kusmana (2013)

Gambar 60. Ilustrasi *Dugong dugon*/Duyung

Nama umum	:	Duyung
Ordo	:	Sirenia
Famili	:	Dugongidae
Genus	:	Dugong
Species	:	<i>Dugong dugon</i>
Deskripsi	:	Bagian moncong memiliki <i>rostral disk</i> yang mendatar, pupil mata berwarna gelap dengan bola mata berwarna putih pucat. Tubuh berwarna abu-abu pucat hingga merah muda pada tubuh bagian bawah. Individu jantan dewasa biasanya memiliki bekas-bekas luka pada tubuhnya. Organ ekstremitas berbentuk seperti dayung. Ekor memiliki belahan tengah ekor seperti ekor paus. Panjang tubuh maksimum 4,1m ^[3]
Habitat di Kepulauan Seribu	:	Antara pulau Burung dengan Pulau Pari
Distribusi di Indonesia	:	Sumatra, Jawa, Bali, NTB, NTT, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Papua ^{[3][9]}
Status	:	Rentan ^[7]



3. *Neophocaena phocaenoides* / Indo-Pacific Finless Porpoise



Sumber foto: S. Kusmana (2013)

Gambar 61. Ilustrasi *Neophocaena phocaenoides*/Indo-Pacific Finless Porpoise

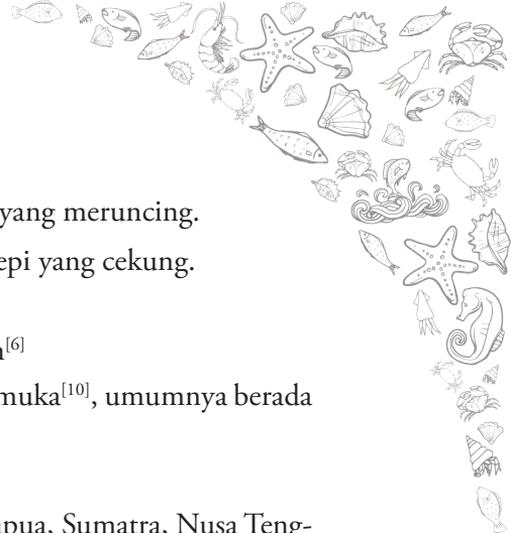


Foto: Sekar Mira CH

Gambar 62. *Neophocaena phocaenoides*/Indo-Pacific Finless Porpoise yang Terdampar di Pulau Pramuka Tahun 2015

- Nama umum : Indo-pacific finless porpoise, lumba-lumba tanpa sirip
- Ordo : Cetacea
- Subordo : Odontoceti
- Famili : Phocoenidae
- Genus : *Neophocaena*
- Spesies : *Neophocaena phocaenoides*
- Deskripsi : Tidak memiliki sirip punggung, tidak bermoncong, melon terlihat bulat dan menggantung, garis mulut membentuk garis naik tajam dari moncong ke arah dahi, mata bulat kecil berwarna hitam.
Warna abu-abu dengan warna pucat di daerah tenggorokan dan kelamin.

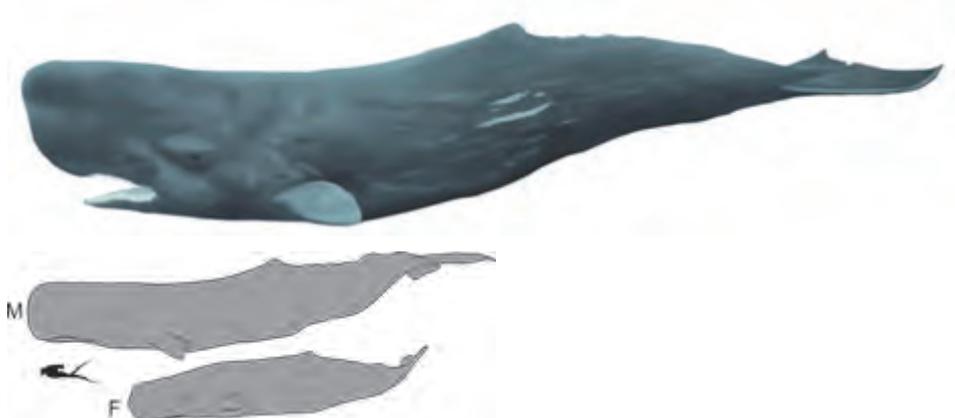
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sirip dada lebar dengan ujung yang meruncing.
 Ekor agak luas dengan ujung tepi yang cekung.
 Tersebar di pesisir dan sungai.
 Panjang tubuh maksimum 2 m^[6]

- Habitat di Kepulauan Seribu : Pernah terdampar di Pulau Pramuka^[10], umumnya berada hingga kedalaman 50m^[7]
- Distribusi di Indonesia : Kalimantan, Jawa, Maluku, Papua, Sumatra, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Timor^[3]
- Status : Rentan punah^[7]

4. *Physeter macrocephalus* / Paus sperma



Sumber: S. Kusmana (2013)

Gambar 63. Ilustrasi *Physeter macrocephalus*/Paus Sperma

- Nama umum : Paus sperma
- Ordo : Cetacea
- Subordo : Odontoceti
- Famili : Physeteridae
- Genus : *Physeter*
- Spesies : *Physeter macrocephalus*
- Deskripsi : Bentuk kepala yang khas seperti kotak, lubang napas yang letaknya relatif condong ke sisi kiri tubuh.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Kulit keriput gelap, warna tubuh secara keseluruhan abu-abu kehitaman, sedangkan di sekitar mulut dan di bagian bawah tubuh berwarna keputihan
Sirip punggung berbentuk segitiga kecil atau tonjolan yang terletak pada $2/3$ panjang punggung.
Sirip dada yang sangat pendek dan kecil, ekor berbentuk segitiga
Panjang tubuh maksimum 18,3m^[6]

- Habitat di : -
Kepulauan Seribu
Distribusi di : Sumatra, Bali, Kalimantan Timur, Jawa, Maluku, Papua, Indonesia Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Timor, Sulawesi^[3]
Status : Rentan^[7]

Pada 2013, ada seekor paus sperma yang terdampar di Rawa Gembong, Bekasi. Setelah mati, bangkainya ditarik dengan kapal TNI AL ke perairan Pulau Kotok, Kepulauan Seribu, dan ditenggelamkan di sana. Setelah dua bulan, rangkanya diangkat kembali dan dirangkai, kemudian diletakkan di Pulau Untung Jawa untuk menjadi wahana edukasi para wisatawan yang berkunjung.

Pada tulisan ini, paus sperma termasuk mamalia laut yang pernah tercatat di Kepulauan Seribu karena kejadian paus sperma yang terdampar tadi. Menurut Sahri^[11], paus sperma umumnya dapat dijumpai di daerah dengan kedalaman 500–700m, sedangkan kedalaman di antara pulau-pulau di Kepulauan Seribu tidak mencapai 100m.

5. *Pseudorca crassidens* / Paus pembunuh palsu



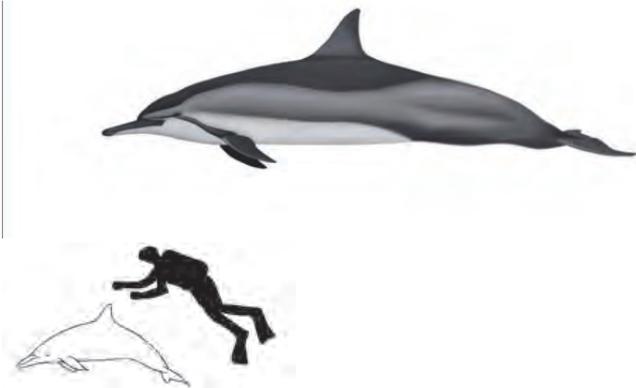
Sumber: S. Kusmana (2013)

Gambar 64. Ilustrasi *Pseudorca crassidens*/Paus Pembunuh Palsu

- Nama umum : Paus pembunuh palsu
Ordo : Cetacea
Subordo : Odontoceti
Famili : Delphinidae
Genus : *Pseudorca*
Spesies : *Pseudorca crassidens*
Deskripsi : Tubuhnya memanjang, berwarna gelap dengan bagian dada berwarna putih, dan tidak bermoncong
Sirip dada membentuk siku dan sangat kukuh, terletak cenderung di bagian depan tubuh
Sirip punggung tegak *falcate* pada pertengahan punggung
Rahang atas sedikit lebih maju daripada rahang bawah
Panjang tubuh maksimum 6,1m^[4]
Habitat di Kepulauan Seribu : Pulau Payung sebelah selatan^{[5][8]}
Distribusi di Indonesia : Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Timur, Maluku, Papua^[3]
Status : Kurang data^[7]



6. *Stenella longirostris* / Lumba-lumba spinner/ pemintal



Sumber: S. Kusmana (2013)

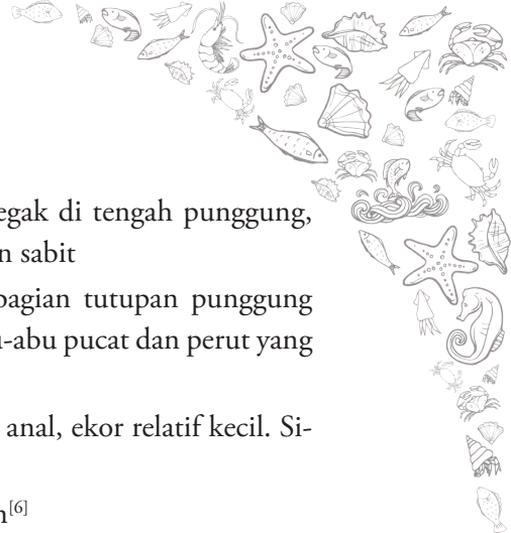
Gambar 65. *Stenella longirostris*/Lumba-lumba *Spinner*/Pemintal



Sumber Foto: Sekar Mira CH, Achmad Rezza, Nur Hasyim, Muhayar, Salim, Izaak (2018)

Gambar 66. Lumba-lumba Pemintal (*Spinner*) di Laut Lepas

- Nama umum : Lumba-lumba pemintal (*spinner*)
Ordo : Cetacea
Subordo : Odontoceti
Famili : Delphinidae
Genus : *Stenella*
Species : *Stenella longirostri*
Deskripsi : Tubuh relatif berukuran sedang dan ramping
Bentuk kepala memanjang, bentuk moncong yang ramping dan memiliki lipatan moncong yang jelas



Sirip punggung yang tinggi, tegak di tengah punggung, berbentuk triangular atau bulan sabit

Tubuh memiliki tiga warna, bagian tutupan punggung yang gelap, bagian sisi yang abu-abu pucat dan perut yang keputihan

Memiliki lunas terletak setelah anal, ekor relatif kecil. Sirip dada meruncing.

Panjang tubuh maksimal 2,4 m^[6]

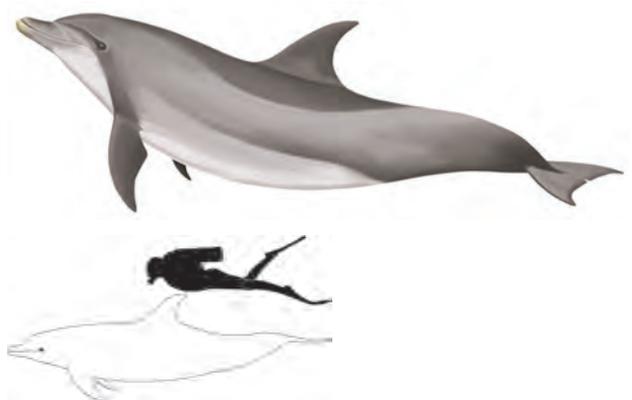
Habitat di Kepulauan Seribu : Pulau Payung sebelah utara, Karang Baronang, dan Pulau Pari^{[5][8]}

Distribusi di Indonesia : Sumatra, Jawa, Bali, NTB, NTT, Kalimantan Timur, Sulawesi, Maluku, Papua^[3]

Status : Kurang data^[7]

Stenella longirostris mudah dijumpai di sekitar Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Melalui wawancara dengan nelayan dan masyarakat di sana, diketahui bahwa jenis tersebut sering terlihat pada Juli, Januari, dan Desember. Beberapa nelayan menyatakan bahwa *Stenella longirostris* umumnya bergerak mengikuti pergerakan ikan mangsanya (tongkol/ *Euthynnus affinis*).

7. *Tursiops truncatus* / Lumba-lumba hidung botol



Sumber foto: S. Kusmana (2013)

Gambar 67. Ilustrasi *Tursiops truncatus*/Lumba-lumba Hidung Botol

Buku ini tidak diperjualbelikan.

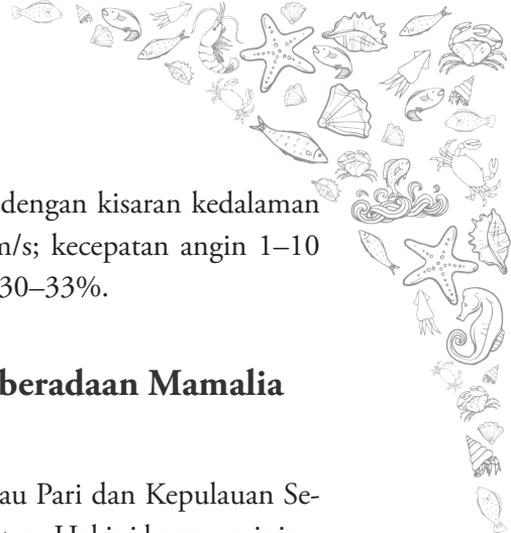


Sumber Foto: Nanci Long (2013)

Gambar 68. Foto Lumba-lumba Hidung Botol di Perairan Lepas

- Nama umum : Lumba-lumba hidung botol
Ordo : Cetacea
Subordo : Odontoceti
Famili : Delphinidae
Genus : *Tursiops*
Deskripsi : Sirip punggung tinggi, membentuk sabit yang melengkung
Memiliki lipatan moncong yang berbatas jelas
Tubuh memiliki tiga warna, bagian tutupan punggung yang gelap, bagian sisi yang abu-abu pucat dan perut yang keputihan
Strip pada mata kadang tidak terlalu terlihat
Panjang tubuh maksimum 4,1m^[6]
- Habitat di Kepulauan Seribu : Pulau Payung sebelah utara, Pulau Kelapa sebelah barat, Pulau Opak sebelah timur, Pulau Kaliage Besar sebelah selatan, Gusung Mungu, Karang Baronang, Goba Tipis, Gosong Mengke, Pulau Panggang sebelah selatan, Karang Lebar sebelah timur, Karang Congkak sebelah timur dan Pulau Semut^{[5][8]}.
- Distribusi di Indonesia : Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Timur, Sulawesi, Maluku, Papua^[3]
- Status : Tidak terancam^[7]

Menurut Wahyudi^[8], jenis-jenis seperti paus pembunuh palsu (*Pseudorca crassidens*), lumba-lumba hidung botol (*Tursiops truncatus*), lumba-lumba paruh panjang (*Stenella longirostris*), dan lumba-lumba biasa



(*Delphinus delphis*) dapat dijumpai di daerah dengan kisaran kedalaman 2,1–84,5m; kecepatan arus 0,0207–0,2098 m/s; kecepatan angin 1–10 knot; suhu permukaan 26–32C; dan salinitas 30–33%.

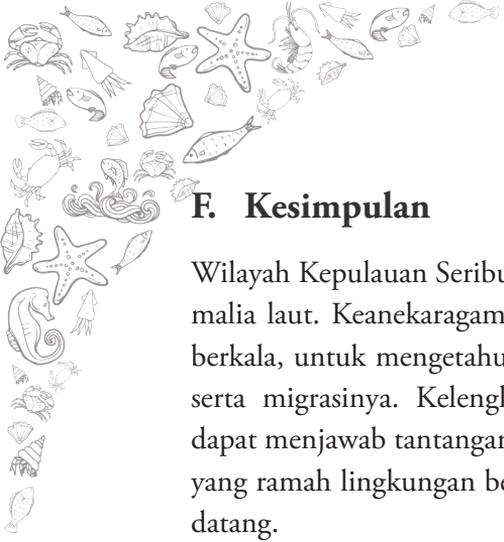
E. Pemanfaatan Berkelanjutan dari Keberadaan Mamalia Laut

Keberadaan mamalia laut di wilayah Gugusan Pulau Pari dan Kepulauan Seribu lainnya belum dimanfaatkan secara berkelanjutan. Hal ini karena minimnya pengetahuan tentang mamalia laut di masyarakat lokal Kepulauan Seribu. Survei tentang keberadaan jenis-jenis mamalia laut di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada 2018 menunjukkan bahwa kebanyakan masyarakat masih menyebut paus dan lumba-lumba dengan sebutan ikan, Demikian pula hanya beberapa orang yang dapat membedakan jenis mamalia laut yang satu dengan yang lainnya.

Di Indonesia, ada beberapa tempat yang telah memanfaatkan keberadaan mamalia laut sebagai potensi wisata yang berkelanjutan, contohnya di Pantai Lovina, Bali, dan Pantai Kiluan, Lampung. Lokasi Kepulauan Seribu yang terletak di dekat ibu kota sebenarnya sangat strategis untuk mengembangkan eko-wisata. Dengan eko-wisata atau wisata yang ramah lingkungan, diharapkan wisata dan kelestarian alam dapat berjalan beriringan.

Jika *monitoring* mamalia laut secara berkala dilakukan, siklus perpindahan atau penampakan dari masing-masing jenis di lokasi tertentu dapat diketahui. Jika lokasi dapat dinilai aman bagi pengunjung, wisata menonton lumba-lumba (*dolphin/whale watching*) dapat dirancang. Dalam merancang suatu eko-wisata, tentu ada nilai-nilai kehati-hatian yang harus diperhatikan, seperti banyaknya wisatawan yang berkunjung dalam satu waktu, jumlah kapal yang mendekati ke populasi target mamalia laut, jarak kapal terdekat dari biota target, dan cara berinteraksi dengan mamalia laut yang diperbolehkan.

Dengan adanya peraturan yang diterapkan dalam berinteraksi saat melihat mamalia laut diharapkan wisata *dolphin/whale watching* dapat dilakukan secara berkelanjutan. Jika dibandingkan dengan pemanfaatan secara langsung sebagai konsumsi, tentu nilai mamalia laut dapat meningkat berkali lipat sebagai sumber wisata. Hal ini diharapkan juga dapat turut mendorong perkembangan perekonomian masyarakat pesisir Kepulauan Seribu.



F. Kesimpulan

Wilayah Kepulauan Seribu telah didata memiliki paling tidak tujuh jenis mamalia laut. Keanekaragaman hayati ini perlu dikaji dalam *monitoring* secara berkala, untuk mengetahui distribusi sebaran, populasi, dan pola pergerakan serta migrasinya. Kelengkapan data hasil *monitoring* tersebut diharapkan dapat menjawab tantangan pemanfaatan berkelanjutan sebagai wisata edukasi yang ramah lingkungan berupa *dolphin/whale watching* pada masa yang akan datang.

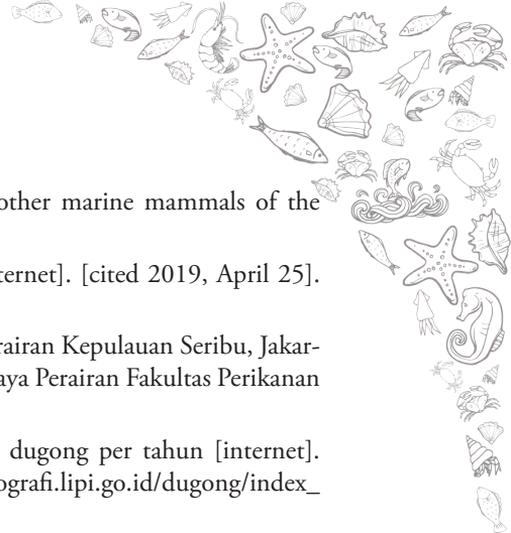
Kepedulian terhadap upaya pengamatan dan *monitoring* populasi mamalia laut di kawasan Kepulauan Seribu selayaknya didorong oleh berbagai pihak, khususnya pemegang kewenangan, seperti Pemerintah Daerah DKI Jakarta. LIPI dan komunitas akademisi selayaknya membantu pelaksanaan pengamatan populasi tersebut. Dengan tergalinya potensi wisata edukasi kelautan terkait mamalia laut ini, diharapkan dapat menjembatani masalah kelestarian dan pemberdayaan masyarakat lokal di pesisir Kepulauan Seribu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan dari Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI tahun anggaran 2018 pada kegiatan Penyusunan Draft Bunga Rampai dengan No. SK. 0054/IPK.9/HK/I/2018 dan teman-teman teknisi yang telah membantu pengamatan mamalia laut di perairan Pulau Pari yakni Ahmad Rezza Dzumalex, Nurhasim, Muhayar, dan Salim.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.google.com/maps>; tanggal 21september 2018
- [2] Sudjoko B. Jenis lumba-lumba (Dolphin) yang terdapat di perairan Indomalaya. *Oseana*. 1988;13(2):73–84.
- [3] Mira S. Pengenalan jenis-jenis mamalia laut Indonesia. Jakarta: Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan, Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2013.78.
- [4] Mira S, Mustika PL, Kreb D, Thamrin TS, Muttaqin E. Pedoman penanganan mamalia laut terdampar. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan; 2012. 38.
- [5] Wardiatno Y, Irfangi C, Hestirianoto T. Dolphins encountered in Kepulauan Seribu. *Ilmu Kelautan*. 2010;15(4):201–213.

- 
- [6] Shirihai H, Jarret B 2006. Whales, dolphins, and other marine mammals of the world. Pricenton University Press; 2006. 38.
- [7] IUCN. The IUCN red list of threatened species [internet]. [cited 2019, April 25]. Available from: <https://www.iucnredlist.org/>.
- [8] Wahyudi D. Karakteristik habitat mamalia laut di perairan Kepulauan Seribu, Jakarta Utara. Bogor: Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB; 2010. 43.
- [9] Database Dugong DSCP Indonesia. Grafik Jumlah dugong per tahun [internet]. [cited 2019 Apr 25]. Available from: http://db.oseanografi.lipi.go.id/dugong/index_user.php.
- [10] Herandarudewi SMC 2014. Personal documentation.
- [11] Sahri A 2019. Personal communication.





BAB XII

KEBERADAAN MAKRO ALGA

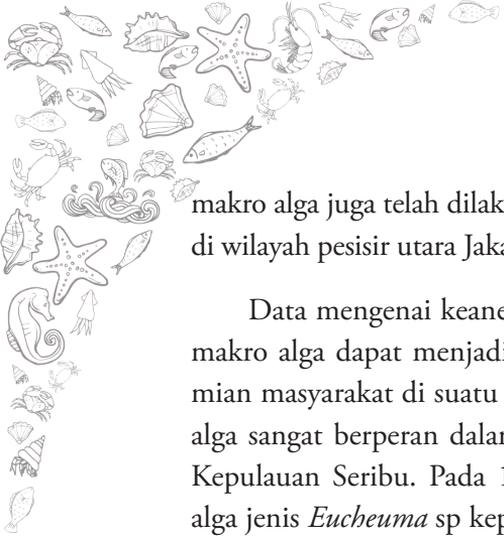
DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

SEKAR M. C. HERANDARUDEWI DAN HILDA NOVIANTY

A. Pentingnya Nilai Makro Alga

Makro alga merupakan komponen ekosistem perairan laut yang cukup besar, tetapi belum semua jenisnya dimanfaatkan. Makro alga dapat hidup di berbagai ekosistem perairan laut, seperti ekosistem padang lamun dan ekosistem terumbu karang. Tumbuhan laut ini dapat hidup dari lingkungan pasang surut hingga yang selalu terendam air. Selain sebagai komponen ekosistem perairan laut, makro alga diketahui memiliki nilai manfaat secara ekologis dalam kehidupan manusia.

Manfaat makro alga secara ekologis adalah sebagai penyedia habitat untuk beberapa jenis biota laut, seperti jenis krustasea, moluska, ekinodermata, ikan, maupun alga kecil yang lainnya. Selain itu, bentuk makro alga yang rimbun mampu memberikan perlindungan terhadap ombak dan menjadi makanan bagi biota laut lainnya^[1]. Keberadaan makro alga juga memberikan manfaat bagi kehidupan manusia, yakni sebagai sumber pangan dan non-pangan (kosmetik, farmasi, industri tekstil, dan cat). Jenis yang telah diketahui bermanfaat bagi manusia adalah makro alga merah (Rhodophyta), makro alga cokelat (Phaeophyta), dan makro alga hijau (Chlorophyta). Nilai pemanfaatan makro alga didapat dari komponen senyawa yang terkandung, seperti alginat, karagenan, dan antioksidan. Makro alga yang telah diketahui nilai pemanfaatannya juga telah diupayakan untuk dibudidayakan sehingga ketersediaannya untuk diperdagangkan tidak tergantung stok di alam. Upaya budi daya



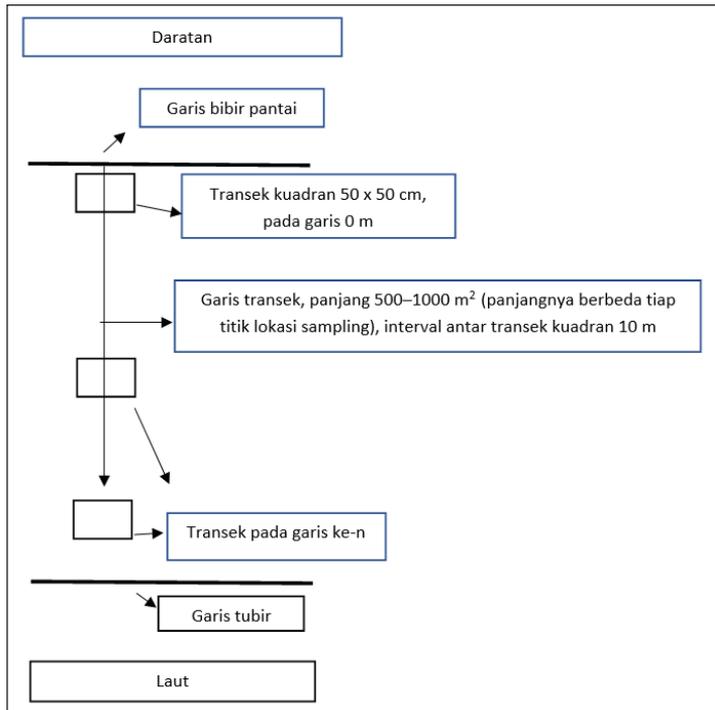
makro alga juga telah dilakukan di berbagai wilayah pesisir Indonesia, terutama di wilayah pesisir utara Jakarta, yakni Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Data mengenai keanekaragaman jenis makro alga masih minim padahal makro alga dapat menjadi komoditas penting dalam memajukan perekonomian masyarakat di suatu wilayah. Fakta sejarah menunjukkan bahwa makro alga sangat berperan dalam peningkatan taraf hidup masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Pada 1960-an, LIPI memperkenalkan budi daya makro alga jenis *Eucheuma* sp kepada masyarakat Pulau Pari, dan setelah itu, banyak masyarakat di sana yang berhasil meningkatkan penghidupannya. Permintaan makro alga jenis ini (*Eucheuma* sp) sangat tinggi di pasaran dan mudah untuk dibudidayakan. Oleh sebab itu, makro alga jenis ini menjadi produk unggulan non-perikanan. Berdasarkan pentingnya keberadaan makro alga bagi ekosistem lingkungan perairan dan kehidupan manusia, diperlukan pendataan jenis makro alga yang tersebar di Indonesia, khususnya di wilayah Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Bab ini diawali dengan makro alga sebagai bagian dari ekosistem di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, eksplorasi makro alga di Indonesia, kandungan zat potensial dalam makro alga, hingga ancaman terhadap makro alga dengan adanya penurunan kualitas perairan. Pengumpulan data didapatkan dari hasil sampling di Pulau Pari dan studi literatur. Kegiatan sampling dilakukan dengan metode transek garis menggunakan transek kuadran ukuran 50 x 50 cm di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan titik lokasi sampling:

1. Pulau Pari bagian timur (3 titik lokasi, yaitu E-5,854497 S106,63154700; E- 5,85415600 S106,62884200; E-5,85449700 S106,63154700)
2. Pulau Pari bagian barat (3 titik lokasi, yaitu E-5,863224 S106,611816; E-5,863959 S106,60942; E-5,863203 S106,610743)

Kegiatan sampling dilakukan pada saat air laut surut dengan menggelar garis transek tegak lurus dari bibir pantai hingga ke garis tubir (arah laut) (Gambar 69). Data yang didapat dianalisis secara deskriptif kualitatif. Makro alga yang berada dalam transek kuadran diambil dan dibersihkan dari substrat dan kotoran, kemudian dimasukkan ke kantong plastik yang telah diberi label. Selanjutnya, makro alga dibawa ke laboratoriuun untuk didokumentasi dan diidentifikasi menggunakan buku pengenalan jenis makro alga di Indonesia^[2].

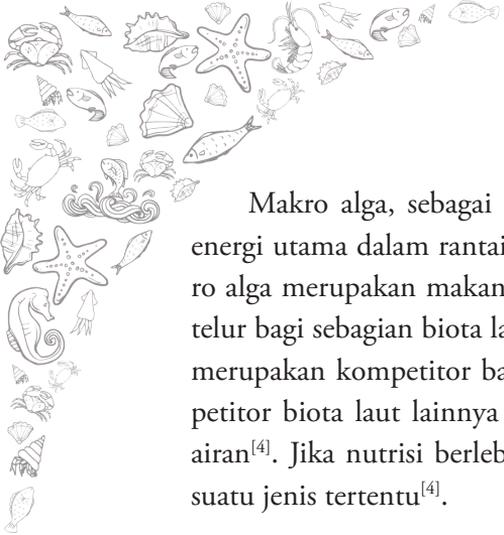


Gambar 69. Metode Garis Transek

Tulisan ini bertujuan agar masyarakat di Indonesia, khususnya di Pulau Pari, dapat mengetahui keragaman jenis makro alga di wilayah tempat tinggalnya. Selain itu, tulisan ini bertujuan menyadarkan masyarakat bahwa keragaman jenis makro alga adalah berkah yang banyak manfaatnya dan dapat dikembangkan secara berkelanjutan. Semoga masyarakat dapat mengembangkan budi daya makro alga yang dapat menopang perekonomian mereka pada masa mendatang.

B. Makro Alga sebagai Bagian dari Ekosistem di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Makro alga adalah tumbuhan tingkat rendah (tanpa daun, batang, dan akar sejati) yang multiseluler dan umum dijumpai di perairan, baik tawar maupun asin (laut). Makro alga adalah alga multiseluler yang umum dijumpai di paparan terumbu (*reef flat*). Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dikelilingi oleh *reef flat* yang membentang dengan rentang paling pendek 227 meter di sebelah selatan, hingga 1.209 meter di sebelah utara.

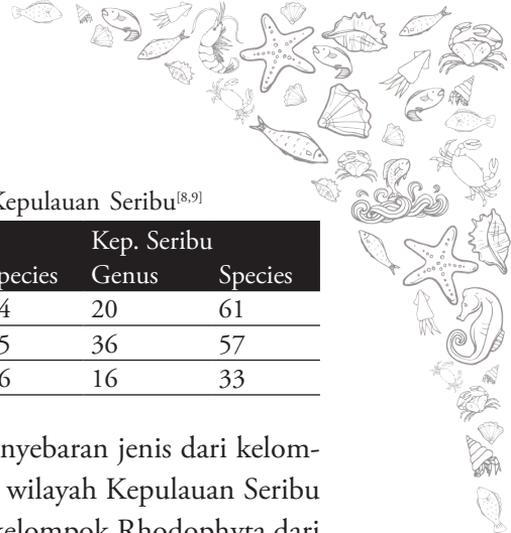


Makro alga, sebagai bagian dari ekosistem, adalah produsen penghasil energi utama dalam rantai makanan di ekosistem perairan laut. Koloni makro alga merupakan makanan bagi beberapa biota laut, tempat menempelkan telur bagi sebagian biota lainnya, dan tempat asuh anakan^[3]. Makro alga juga merupakan kompetitor bagi karang dalam hal penggunaan ruang dan kompetitor biota laut lainnya dalam penggunaan nutrisi organik di kolom perairan^[4]. Jika nutrisi berlebih di perairan (eutrifikasi), dapat terjadi dominasi suatu jenis tertentu^[4].

C. Eksplorasi Makro Alga di Indonesia

Mencari rekam jejak keanekaragaman makro alga, khususnya di Pulau Pari, tidaklah mudah. Hanya ada beberapa catatan studi tentang makro alga yang wilayahnya mencakup juga wilayah Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Sebagai pembanding, kami rujuk juga beberapa tulisan ilmiah tentang keragaman makro alga di Indonesia, Pulau Jawa, dan Kepulauan Seribu yang mencakup Pulau Pari itu sendiri. Beberapa hasil referensi dapat dirangkum sebagai berikut.

Eksplorasi makro alga di Indonesia diawali oleh seorang pemerhati makro alga dari Belanda bernama Anna van Bosse melalui ekspedisi Siboga yang dilaksanakan pada 1899 hingga 1900^[5]. Catatan hasil eksplorasi Anna menjadi catatan eksistensi makro alga yang pertama di Indonesia. Beliau sebenarnya menjadi bagian ekspedisi dalam rangka menemani suaminya yang merupakan pimpinan ekspedisi, yakni Max Wilhelm Carl Weber. Dari berbagai eksplorasi tersebut, tercatat ada 101 jenis makro alga di Kepulauan Seribu pada 1977, dengan biomassa Rhodophyta 1542g BB/m², Phaeophyta 2719 gBB/m², dan Chlorophyta 1370 gBB/m²^[6]. Pada 1978, Soegiarto dkk.^[7] dan Atmadja serta Prud'homme van Reine^[8,9] membuat daftar makro alga yang ada di Indonesia (Tabel 20, 21, 22, 23). Tabel 20 menunjukkan jumlah dan penyebaran makro alga yang dibagi menjadi tiga jenis, yaitu Chlorophyta (makro alga hijau), Rhodophyta (makro alga merah), Phaeophyta (makro alga cokelat kepirangan). Jumlah makro alga di wilayah Indonesia menunjukkan berapa banyak makro alga secara keseluruhan, sedangkan jumlah makro alga di wilayah Jawa dan Kepulauan Seribu menunjukkan jumlah penyebaran kategori yang ada. Kategori tersebut terbagi menjadi kategori famili (suku), genus (marga), dan spesies (jenis).



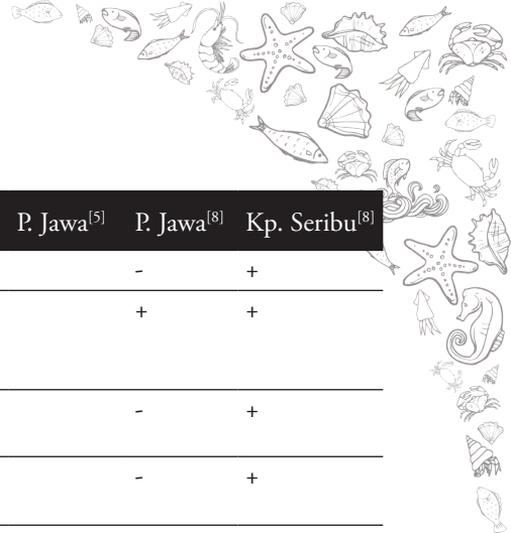
Tabel 20. Jumlah Makro Alga di Indonesia, Jawa, dan Kepulauan Seribu^[8,9]

Filum	Indonesia			Jawa		Kep. Seribu	
	Family	Genus	Species	Genus	Species	Genus	Species
Chlorophyta	24	48	201	17	44	20	61
Rhodophyta	53	189	564	52	85	36	57
Phaeophyta	36	79	339	8	26	16	33

Pada tabel 20, dapat dilihat bahwa jumlah penyebaran jenis dari kelompok Chlorophyta dan Phaeophyta lebih banyak di wilayah Kepulauan Seribu dibandingkan wilayah lain di Pulau Jawa, kecuali kelompok Rhodophyta dari total jenis yang ada di seluruh wilayah Indonesia, begitu juga dengan perbandingan jumlah penyebaran suku dari makro alga. Jumlah penyebaran yang berbeda ini disebabkan oleh letak geografis dan kondisi lingkungan perairan yang berbeda. Di wilayah Pulau Pari, makro alga dapat digolongkan dalam dua kelompok besar, yaitu makro alga jenis lokal (*indigenous species*) dan jenis pendatang (*introduced species*)^[10]. Pada 2010, Achmad Kadi menyatakan ada 31 jenis makro alga lokal dan 15 jenis makro alga pendatang di Pulau Pari, sedangkan data 2014 mencatat ada 16 genus makro alga yang mudah dijumpai di Pulau Pari yang terdiri dari 6 genus Chlorophyta, 6 genus Rhodophyta, dan 4 genus Phaeophyta^[4].

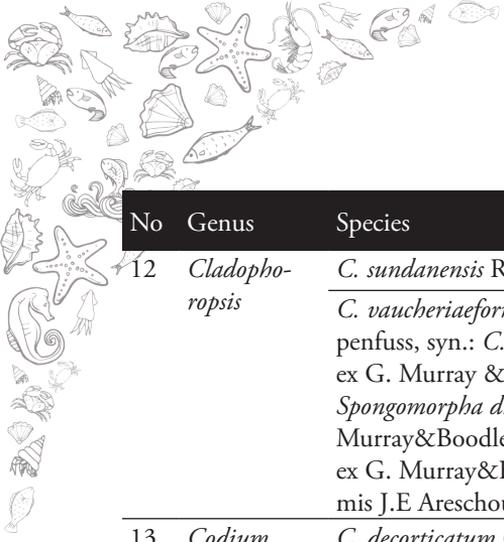
Beberapa tahun terakhir ini, LPKSDMO melakukan kajian stok makro alga sebagai peninjauan ketersediaan biomassa dari berbagai jenis makro alga di Pulau Pari Kepulauan, Seribu. Dari sumber^[4] dan beberapa laporan tahun 2015, 2017, dan 2018 yang belum terpublikasi, diketahui jenis-jenis makro alga sebagaimana tercantum dalam tabel 24. Adapun data penyebaran makro alga di Pulau Jawa, Kepulauan Seribu, dan Pulau Pari yang termasuk wilayah Kepulauan Seribu, Jakarta Utara, dapat dilihat pada tabel 21, 22, 23, 24. Tabel 21 menunjukkan bahwa ada 28 marga makro alga hijau (Chlorophyta) yang tersebar di perairan Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu, sebanyak 20 marga (genus) di antaranya tersebar di perairan Kepulauan Seribu, dan 19 marga (genus) tersebar di perairan Pulau Jawa. Dari 28 marga tersebut, yang paling banyak jenis (spesiesnya) adalah dari marga *Caulerpa*, *Chaetomorpha*, *Halimeda*, dan *Ulva*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



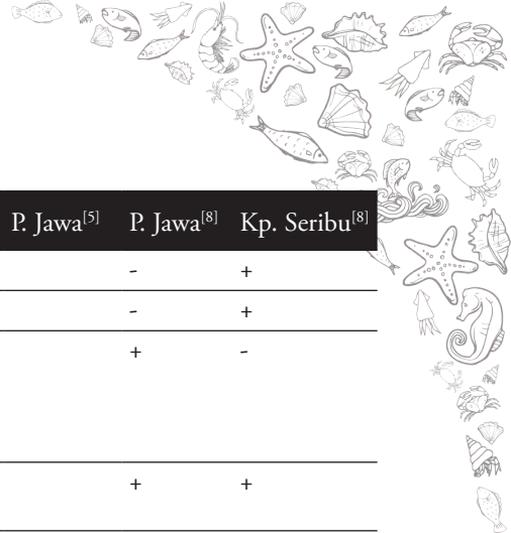
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[8]	Kp. Seribu ^[8]
		<i>C. parvifolia</i> Harvey		-	+
		<i>C. peltata</i> J.V. Lamouroux var. <i>peltata</i> , syn.:		+	+
		<i>C. racemosa</i> var. <i>Laetevirens</i> (Montagne) weber-van Bosse			
		<i>C. peltata</i> var. <i>macrodisca</i> (Decaisne) Weber- van Bosse		-	+
		<i>C. pennata</i> J. Agardh syn.: <i>C. lessonii</i> (Bory) Svedelius, <i>C. plumulifera</i> Zanardini		-	+
		<i>C. prolifera</i> (Forsskal) J.V. Lamouroux		-	+
		<i>C. racemosa</i> var. <i>clavifera</i> (C. Agardh) weber- van Bosse		+	-
		<i>C. racemosa</i> var. <i>lamourouxii</i> (Turner) Weber-van Bosse		-	+
		<i>C. racemosa</i> var. <i>macrophysa</i> (Kutzing) W.R. taylor		-	+
		<i>C. racemosa</i> var. <i>occidentalis</i> (J. Agardh) Borgesen		-	+
		<i>C. racemosa</i> var. <i>macra</i> Weber-van Bosse		-	+
		<i>C. scalpelliformis</i> (R. Brown ex Turner) C. Agardh		-	+
		<i>C. sedoides</i> C. Agardh		+	-
		<i>C. serrulata</i> (Forsskal) J. agardh, syn. <i>C.</i> <i>freycinetii</i> C. Agardh		-	+
		<i>C. serrulata</i> F. <i>spiralis</i> (Weber-van Bosse) Gilbert		+	-
		<i>C. sertularoides</i> (S.G. Gmelin) M.A. Howe F. <i>brevipes</i> (J. agardh) Svedelius		-	+
		<i>C. taxifolia</i> (H. West) C. Agardh		-	+
		<i>C. verticillata</i> J. Agardh		+	-
10	<i>Chaetomorpha</i>	<i>C. aerea</i> (Dillwyn) Kutzing Syn. <i>C. linum</i> (O.F. Muller) Kutzing		-	+
		<i>C. crassa</i> (Agardh) Kutzing		+	+
		<i>C. gracilis</i> Kutzing		+	-
		<i>C. indica</i> (Kutzing) Kutzing		+	-
		<i>C. inflata</i> Kutzing		+	-
		<i>C. javanica</i> Kutzing		+	-
11	<i>Cladophora</i>	<i>C. aokii</i> Yamada		+	-
		<i>C. herpestica</i> (Montagne) Kutzing, syn.:		+	-
		<i>Cladophoropsis javanica</i> (Kutzing) P.C. Silva, <i>Cladophoropsis zollingeri</i> (Kutzing) Reinbold			
		<i>C. prolifera</i> (Roth) Kutzing		-	+

Buku ini tidak diperjualbelikan.



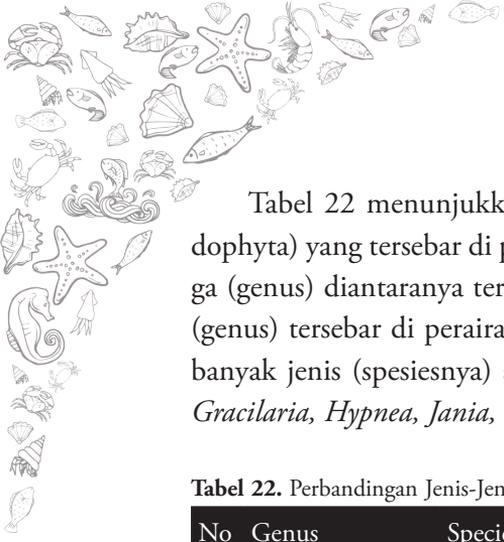
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[8]	Kp. Seribu ^[8]
12	<i>Cladophoropsis</i>	<i>C. sundanensis</i> Reinbold		+	-
		<i>C. vaucheriaeformis</i> (J.E Areschoug) Papenfuss, syn.: <i>C. neocaledonica</i> (Grunow ex G. Murray & Boodle) Papenfuss, <i>Spongomorpha dichotoma</i> (Zanardini) G. Murray & Boodle, <i>S. neocaledonica</i> (Grunow ex G. Murray & Boodle), <i>S. vaucheriaeformis</i> J.E Areschoug		+	+
13	<i>Codium</i>	<i>C. decorticatum</i> (Woodward) M.A. Howe, syn. <i>C. elongatum</i> (Turner) C. Agardh		-	+
		<i>C. edule</i> P.C. Silva		-	+
		<i>C. fragile</i> (Suringar) Hariot		-	+
		<i>C. tenue</i> (Kützinger) Kützinger		+	-
		<i>C. tomentosum</i> (Hudson) Stackhouse		-	+
14	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>D. cavernosa</i> (Forsskal) Borgesen		-	+
		<i>D. intermedia</i> Weber-van Bosse		-	+
		<i>D. versluisii</i> Weber-van Bosse		+	+
15	<i>Enteromorpha</i>	<i>E. compressa</i>	+ Jawa		
		<i>E. intestinalis</i>	+ Jawa		
		<i>E. prolifera</i> v <i>tubulosa</i>	+ Jakarta		
16	<i>Halimeda</i>	<i>H. borneensis</i> W.R. Taylor		-	+
		<i>H. cuneata</i> K. Hering		-	+
		<i>H. discoidea</i> Decaisne		+	+
		<i>H. gigas</i> W.R. Taylor		-	+
		<i>H. gracilis</i> Harvey ex. J. Agardh		-	+
		<i>H. heteromorpha</i> N'Yeurt		-	+
		<i>H. macroloba</i> Decaisne		-	+
		<i>H. macrophysa</i> Askenasy		-	+
		<i>H. micronesica</i> Yamada		-	+
		<i>H. minima</i> (W.R. Taylor) Hillis & Colinvaux		-	+
		<i>H. opuntia</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux var. <i>elongata</i> (E.S. Barton) E.S. Barton, syn. <i>Halimeda copiosa</i> Goreau & E.A. Graham <i>F. elongata</i> (E.S. Barton) Hillis & Colinvaux		-	+
		<i>H. tuna</i> (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux <i>F. platydisca</i> (Decaisne) E.S. Barton & <i>F. albertisii</i> Piccone		-	+
		17	<i>Microdictyon</i>	<i>M. japonicum</i> Setchell	

Buku ini tidak diperjualbelikan.



No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[8]	Kp. Seribu ^[8]
18	<i>Neomeris</i>	<i>N. annulata</i> Dickie		-	+
		<i>N. vanbosseae</i> M.A. Howe		-	+
19	<i>Phyllocladion</i>	<i>P. anastomosans</i> (Harvey) Kraft&M.J. Wynne, syn.: <i>Struvea anastomosans</i> (Harvey) Piccone&Grunow ex Piccone, <i>S. delicatula</i> Kutzing		+	-
20	<i>Rhipidosiphon</i>	<i>R. javensis</i> Montagne, syn. <i>Udotea javensis</i> (Montagne) A. Gepp&E.S. Gepp		+	+
21	<i>Rhizoclonium</i>	<i>R. africanum</i> Kutzing, syn.: <i>R. hookeri</i> Kutzing		+	-
		<i>R. tortuosum</i> (Dillwyn) Kutzing		+	-
22	<i>Siphonocladus</i>	<i>S. forsskalii</i> (Kutzing) Bornet ex De Toni syn. <i>Cladophora forsskalii</i> (Kutzing) Zanardini		+	-
23	<i>Tydemania</i>	<i>T. expeditionis</i> Weber-van Bosse		-	+
24	<i>Udotea</i>	<i>U. conglutinata</i> (J. Ellis&Solander) J.V. Lamouroux		-	+
25	<i>Ulva</i>	<i>U. clathrata</i> (Roth) C. Agardh, syn.: <i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Greville, <i>E. crinita</i> Nees, <i>E. muscoides</i> (Clementey Rubio) Cremades,		+	-
		<i>U. compressa</i> var. <i>abbreviata</i> (Kutzing) inedit, syn. <i>Enteromorpha compressa</i> var. <i>abbreviata</i> Kutzing		+	-
		<i>U. intestinalis</i> Linnaeus, syn.: <i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus) Link		-	+
		<i>U. lactuca</i> Linnaeus	+ Jawa	+	+
		<i>U. procera</i> (K.Ahlner) Hayden et al., syn.: <i>Enteromorpha procera</i> . K. Ahlner		+	-
		<i>U. rigida</i> F. <i>laciniata</i> J. Agardh, syn. <i>U. lactuca</i> F. <i>laciniata</i> (J. Agardh) de Toni		+	-
		<i>U. reticulata</i> Forsskal		-	+
26	<i>Valonia</i>	<i>V. aegagropila</i> C. Agardh		+	-
		<i>V. macrophysa</i> Kutzing		+	+
		<i>V. utricularis</i> (Roth) C. Agardh		+	+
27	<i>Valoniopsis</i>	<i>V. pachynema</i> (G. martens) Borgesen, syn. <i>Valonia pachynema</i> (G. Martens) Weber-van Bosse		+	-
28	<i>Ventricaria</i>	<i>V. ventricosa</i> (J. Agardh) J.L. Olsen&J.A. West Syn. <i>Valonia ventricosa</i> J. Agardh		-	+

Buku ini tidak diperjualbelikan.

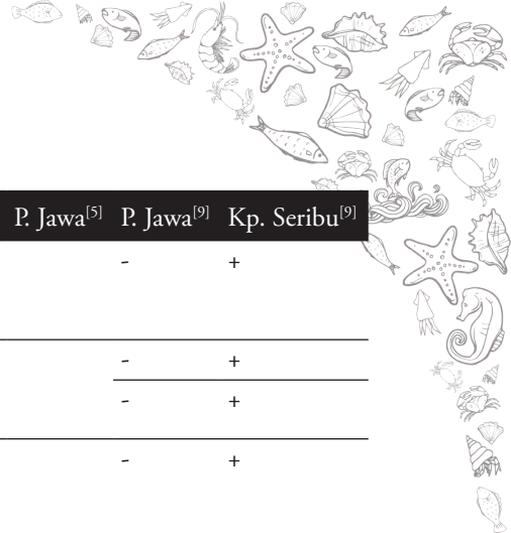


Tabel 22 menunjukkan bahwa ada 69 marga makro alga merah (Rhodophyta) yang tersebar di perairan Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu, 35 marga (genus) diantaranya tersebar di perairan Kepulauan Seribu, dan 51 marga (genus) tersebar di perairan Pulau Jawa. Dari 69 marga tersebut yang paling banyak jenis (spesiesnya) adalah dari marga *Eucheuma*, *Gelidiella*, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Jania*, dan *Laurencia*.

Tabel 22. Perbandingan Jenis-Jenis Makro Alga Rhodophyta di Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu

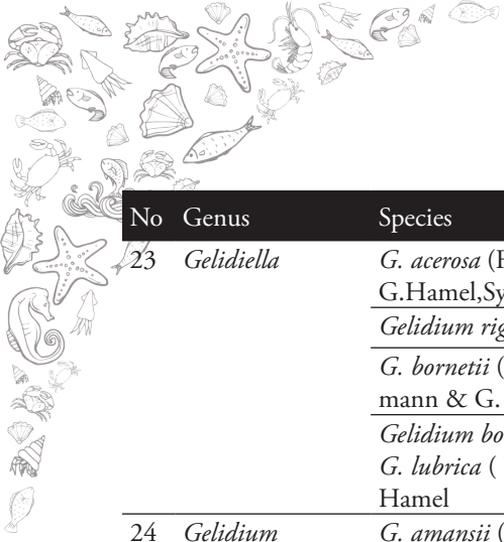
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
1	<i>Acanthophora</i>	<i>A. dendroides</i> Harvey		+	+
		<i>A. spicifera</i> (Vahl) Borgesen, Syn.:		+	-
		<i>A. thierryi</i> J.V. Lamouroux, syn.:		+	-
		<i>A. orientalis</i> J. Agardh		+	-
2	<i>Actinotrichia</i>	<i>A. fragilis</i> (forsskal) Borgesen, syn.:		-	+
		<i>A. rigida</i> (J.V. Lamouroux) Decaisne		-	+
3	<i>Amphiroa</i>	<i>A. foliacea</i> J.V. Lamouroux		+	+
		<i>A. fragilissima</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux		-	+
4	<i>Bostrychia</i>	<i>B. tenella</i> (J.V. Lamouroux) J. Agardh, syn.:		+	-
		<i>Amphibia tenella</i> (Vahl) Weber-van Bosse		+	-
		<i>B. radicans</i>	+ Jawa		
5	<i>Callophyllis</i>	<i>C. rangiferina</i> (R. Brown ex Turner) Womersley, syn.:		+	-
		<i>Hypnea rangiferina</i> (r. Brown ex Turner) Greville		+	-
6	<i>Caloglossa</i>	<i>C. ogasawaraensis</i> Okamura		+	-
7	<i>Carpopeltis</i>	<i>C. phyllophora</i> (J. D. Hooker & Harvey) F. Schmitz		+	-
8	<i>Catenella</i>	<i>C. impudica</i> (Montagne) J. Agardh	+ Jawa	+	-
9	<i>Catenellocolax</i>	<i>C. leeuwenii</i> Weber _ van Bosse		+	-
10	<i>Ceramium</i>	<i>C. deslongchampsii</i> Chauvin ex Duby		-	+
11	<i>Ceratodictyon</i>	<i>C. spongiosum</i> Zanardini		-	+
12	<i>Chondracanthus</i>	<i>Chondracanthus chauvini</i> (Bory de Saint Vincent) Kutzing, syn.:		+	-
		<i>Gigartina chauvini</i> (Bory de Saint Vincent) J. Agardh, incl. Var. javanica Sonder		+	-
13	<i>Chondria</i>	<i>C. dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh		-	+

Buku ini tidak diperjualbelikan.

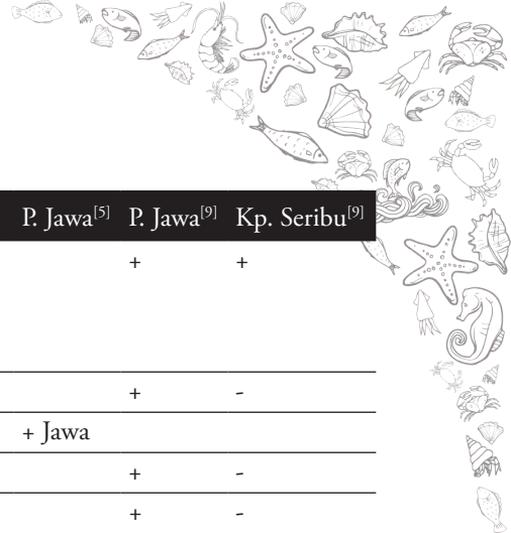


No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
14	<i>Chondrophyucus</i>	<i>C. cartilagineus</i> (Yamada) D.J. Garbary & J.T. Harper, <i>C. ceylanicus</i> (J. Agardh) M.J. Wynne et al. ,syn.:		-	+
		<i>C. parvipapillatus</i> (C.K. Tseng)		-	+
		D.J.Garbary & J.T. Harper, syn.: <i>Laurencia parvipapillata</i> C.K. Tseng		-	+
15	<i>Cottoniella</i>	<i>C. filamentosa</i> (M.A. Howe) Borgesen, syn.: <i>Saraconema filamentosa</i> M.A. Howe		-	+
16	<i>Cryptopleura</i>	<i>C. ramosa</i> (Hudson) L. Newton, syn.: <i>Nitophyllum uncinatum</i> (Turner) J. Agardh		+	-
17	<i>Dasya</i>	<i>D. anastomosans</i> (weber - van Bosse) M.J. Wynne, syn.:		-	+
18	<i>Dichotomaria</i>	<i>D. divarucata</i> (Kinnaeus) huisman & R.A. Townsend.,syn.:		+	-
		<i>Galaxaura cohaerens</i> Kjellman		+	-
		<i>D. marginata</i> (J.Ellis & Solander) Lamarck, syn.: <i>Galaxaura marginata</i> (J.Ellis & Solander) J.V. Lamouroux		+	-
		<i>Galaxaura clavigera</i> Kjellman <i>Galaxaura veprecula</i> Kjllman,			-
19	<i>Endosiphonia</i>	<i>E. spiniligera</i> Zanardini		+	-
20	<i>Euclidean</i>	<i>E. dichotomum</i> Weber _ van Bosse		+	-
		<i>E. edule</i> (kutzling) Weber - van Bosse	+ Kep. Seribu	-	+
		<i>E. Spinosum</i> (Linnaeus)J. Agardh, syn.:		-	+
		<i>E. denticulatum</i> (N.L. Burman) F.S. Collins et Hervey		-	+
		<i>E. vermiculare</i> (Kutzing) Weber - Van Bosse		+	-
		<i>E. Serra</i>	+ Jawa		
21	<i>Euptilocladia</i>	<i>E. spongiosa</i> Wallaston		-	+
22	<i>Galaxaura</i>	<i>G. rugosa</i> (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux, syn.:		+	-
		HG. Anaulata J.V. Lamouroux, <i>G. contigua</i> Kjellman, <i>G. cuculligera</i> Kjellman, <i>G. elongata</i> C. Agardh, <i>G. subfruticulosa</i> Chou, <i>G. subverticillata</i> Kjellman		+	-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

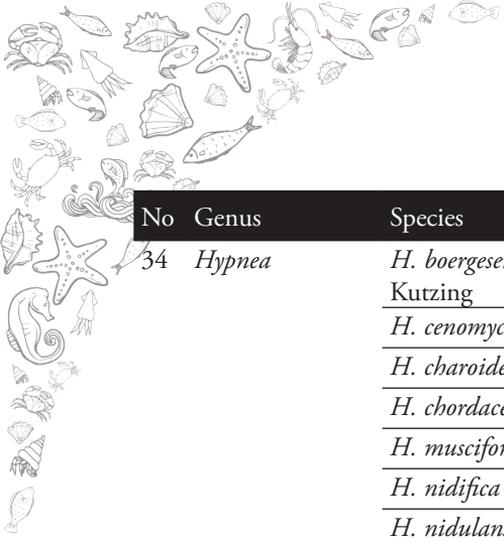


No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
23	<i>Gelidiella</i>	<i>G. acerosa</i> (Forsskal) Feldmann & G.Hamel, Syn.:		-	+
		<i>Gelidium rigidum</i> (C. Agardh) Greville		-	+
		<i>G. bornetii</i> (Weber - van Bosse) Feldmann & G. Hamel, syn.:		+	-
		<i>Gelidium bornetii</i> Weber - van Bosse, : <i>G. lubrica</i> (Kutzing) Feldmann & G. Hamel		+	-
24	<i>Gelidium</i>	<i>G. amansii</i> (J.V. Lamouroux) J.V. Lamouroux		+	-
		<i>G. capense</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva, syn.:		+	-
		<i>G. cartilagineum</i> (Linnaeus) Grunow			
		<i>G. crinale</i> var. <i>Perpusillum</i> Piccone & Grunow		+	-
		<i>G. corneum</i> (Hudsob) J.V. Lamouroux		+	-
		<i>G. minusculum</i> (Weber-van Bosce) R. Norris		+	-
		<i>G. puillum</i> (Stackhouse) Le Jolis		+	-
		<i>G. spinosum</i> (S.G Gmelin) P.C. Silva. Syn.: <i>G.latifolium</i> Bornet ex Hauck		+	-
		<i>G. zollingeri</i> Sonder		+	-
	<i>G. Latifolium</i>	+ Jawa			
25	<i>Gibsmithia</i>	<i>G.hawaiiensis</i> Doty		-	+
26	<i>Gracilaria</i>	<i>G. arcuata</i> Zanardini	+ Jawa	+	+
		<i>G. blodgettii</i> Harvey	+ Jawa	+	-
		<i>G. canaliculata</i> Sonder, syn.: <i>G. crassa</i> J.Agardh		+	-
		<i>G. coronopifolia</i> J.Agardh		+	+
		<i>G. crassa</i>	+ Jawa		
		<i>G. Eucheumoides</i>	+ Jawa, Kep. Seribu		
		<i>G. gracilis</i> (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F.Farnham, syn.:		+	+
		<i>G.confervoides</i> (Linnaeus) Greville, <i>G. verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss			
		<i>G. hauckii</i> P.C. Silvia, syn: <i>G.radicans</i> Hauck		+	-
<i>G. incurvata</i> Okamura		-	+		
	<i>G. Lichenoides</i>	+ Jawa			



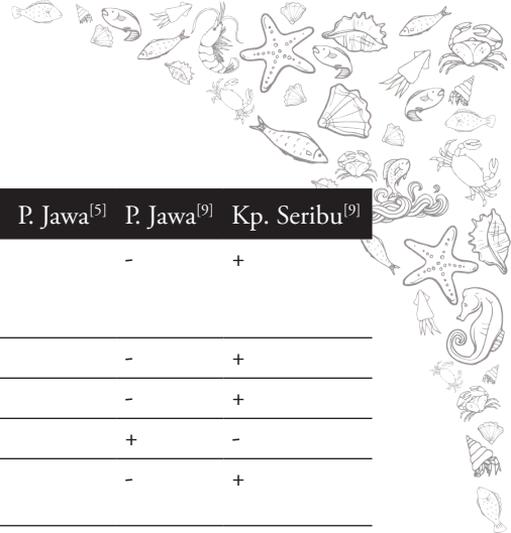
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
		<i>G. salicornia</i> (C.Agardh) E.Y. Dawson, syn.: <i>Corallopsis cacalia</i> J.Agardh, <i>C.</i> <i>concrescens</i> Reinbold, <i>C. sagraeana</i> Mon- tagne, <i>C.salicornia</i> C.Agardh		+	+
		<i>G. textorii</i> (Suringar) De Toni		+	-
27	<i>Gracilariocolax</i>	<i>G. filicina</i>	+ Jawa		
		<i>G. henriettae</i> Weber-van Bosse		+	-
		<i>G. infidelis</i> (Weber-van Bosse) Gerung & Yamamoto, syn.: <i>G.infidelis</i> (weber- van Bosce) Weber-van Bosse, <i>Gracilari-</i> <i>ophila gardneri</i> var.infidelis weber- vanBosse		+	-
28	<i>Grateloupia</i>	<i>G. belangeri</i> (Bory de Saint-Vincent) De Clerck et al.,syn: <i>Cyrtymenia hieroglyphica</i> (J.agardh)F.Schmitz		+	-
		<i>G. filicina</i> (J.V. Lamouroux) C. Agardh		+	-
		<i>G. filicina</i> var.elongata Kutzing		+	-
29	<i>Gymnogongrus</i>	<i>G. dilatatus</i> (turner)J. Agardh,syn.: <i>Actinoccus latior</i> F. Schmitz		+	-
30	<i>Halymenia</i>	<i>H. dilatata</i> Zanardini		-	+
		<i>H. durvillei</i> Bory de Saint-Vincent		+	+
		<i>H. formosa</i> (Harvey ex Kutzing) weber- van Bosse, syn.: <i>H. durvillei</i> var. formosa (Harvey ex Kutzing)Weber-van Bosse		-	+
		<i>H. tenuispina</i> Kutzing		+	+
31	<i>Herpochondria</i>	<i>H. kampenii</i> Weber-van Bosse		+	-
32	<i>Hildenbrandia</i>	<i>H. rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini, syn.: <i>H.prototypus</i> Nardo		+	-
		<i>H. reinboldii</i> (Weber-van Bosse&Foslie) Foslie, syn.: <i>Porolithon reinbol-</i> <i>dii</i> (weber-vanBosse & Foslie) M. Lemoine, <i>Goniolithon reinboldii</i> (Weber-vanBosse&Foslie)Weber-van Bosse&Foslie		+	+
33	<i>Hydropuntia</i>	<i>H. edulis</i> (S.G. Gmelin) Gurgel&Fredericq, syn.: <i>H. fastigiata</i> (Chang&Xia) M.J. Wynne, <i>Gracilaria</i> <i>edulis</i> (S.G.Gmelin) P.C. Silvia, <i>Gracilaria lichenoides</i> Greville, <i>Polycaver-</i> <i>nosa fastigiata</i> Chang&Xia		+	+
		<i>H. eucheumatoides</i> (Harvey) Gurgel&Fredericq, syn.: <i>Gracilaria</i> <i>eucheumatoides</i> Harvey		+	+

Buku ini tidak diperjualbelikan.



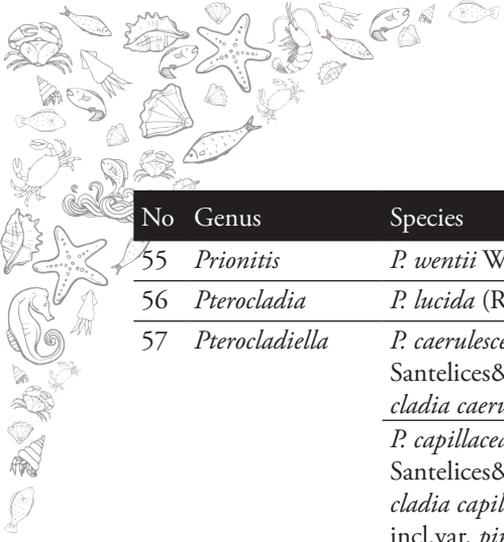
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
34	<i>Hypnea</i>	<i>H. boergesenii</i> T. Tanaka, syn.: <i>H. asperi</i> Kutzing	-	+	
		<i>H. cenomyce</i> J. Agardh	-	+	
		<i>H. charoides</i> J.V. Lamouroux	-	+	
		<i>H. chordacea</i> Kutzing	-	+	
		<i>H. musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux	-	+	
		<i>H. nidifica</i> J. Agardh	-	+	
		<i>H. nidulans</i> Setchell	+	+	
		<i>H. nigrescens</i> Greville ex J. Agardh	+	-	
		<i>H. pannosa</i> J. Agardh	-	+	
		<i>H. rugulosa</i> Montagne	+	-	
		<i>H. spinella</i> (C. Agardh) kutzing, syn.: <i>H. cervicornis</i> J. Agardh.:	+	+	
	<i>H. valentiae</i> (Turner) Montagne	-	+		
35	<i>Izziella</i>	<i>Izziella orientalis</i> (J. Agardh) Huisman & Schild, syn.: <i>Liagora orientalis</i> J. Agardh	+	-	
36	<i>Jania</i>	<i>J. acutiloba</i> (Decaisne) J.H. Kim, Guiry & H.-G. Choi, syn.: <i>Cheilosporum acutilobum</i> (Decaisne) Piccone, <i>C. jungermannioides</i> Ruprecht ex Areschoug	+	-	
		<i>J. adhaerens</i> J.V. Lamouroux	+	-	
		<i>J. crassa</i> J.V. Lamouroux	+	+	
		<i>J. cultrata</i> (Harvey) J.H. Kim, Guiry & H.-G. Choi, syn.: <i>Cheilosporum cultratum</i> (Harvey) Areschoug	+	-	
		<i>J. lamourouxiana</i> (Decaisne) J.H. Kim, Guiry & H.-G. Choi, syn.: <i>Cheilosporum sagittatum</i> (J.V. Lamouroux) Areschoug	+	-	
		<i>J. rubens</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux	-	+	
37	<i>Kappaphycus</i>	<i>K. striatus</i> (F. Schmitz) Doty ex P.C. Silvia, syn.: <i>Eucheuma striatum</i> F. Schmitz	+	-	
38	<i>Laurencia</i>	<i>L. decumbens</i> Kutzing, syn.: <i>L. pygmaea</i> Weber-van Bosse	+	-	
		<i>L. filiformis</i> (C. Agardh) Montagne, syn. <i>L. forsteri</i> (Mertens ex Turner) Greville and its vars, viz. var. <i>delicatula</i> (Sonder) De Wildeman, syn.: <i>L. delicatula</i> Sonder	+	-	

Buku ini tidak diperjualbelikan.



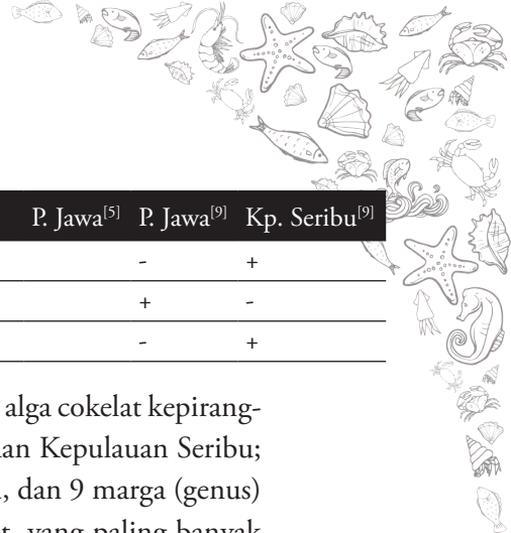
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
		<i>L. glandulifera</i> (Kutzing) Kutzing, syn.: <i>L. obtusa</i> var. <i>glandulifera</i> (Kutzing) Kutzing		-	+
		<i>L. intricata</i> J.V. Lamouroux		-	+
		<i>L. nidifica</i> J. Agardh		-	+
		<i>L. rigida</i> J. Agardh		+	-
39	<i>Leveillea</i>	<i>L. jungermannioides</i> (Hering&Martens) Harvey		-	+
40	<i>Liagora</i>	<i>L. australasica</i> Sonder		+	-
		<i>L. ceranoides</i> J.V. Lamouroux, syn.: <i>L. leprosa</i> J. Agardh, <i>L. pulverulenta</i> J. Agardh		-	+
41	<i>Lithophyllum</i>	<i>L. moluccense</i> (Foslie), syn.: <i>L. pygmaeum</i> (Heydrich) Heydrich		-	+
42	<i>Lophosiphonia</i>	<i>L. obscura</i> (C. Agardh) Falkenberg		+	-
43	<i>Mesophyllum</i>	<i>M. mesomorphum</i> (Foslie) W.M. Adey, syn.: <i>Lithothamnion mesomorphum</i> Foslie		-	+
44	<i>Neogoniolithon</i>	<i>N. brassica-florida</i> (Harvey) Setchell& L.R. Mason, syn.: <i>Lithophyllum frutes-</i> <i>cens</i> (Foslie) M Lemoine, <i>Lithophyllum</i> <i>fosliei</i> (Heydrich) Heydrich, <i>Goniolithon</i> <i>frutescens</i> Foslie, <i>Goniolithon laccadivi-</i> <i>cum</i> (Foslie) Foslie		-	+
45	<i>Neurymenia</i>	<i>Neurymenia</i> sp.		-	+
46	<i>Palisada</i>	<i>P. poiteaui</i> var. <i>gemmaifera</i> (Harvey) Sen- tietz, Fujii&Diaz, syn.: <i>Laurencia poitei</i> var. <i>gemmaifera</i> (Harvey) Yamada		+	-
47	<i>Palmaria</i>	<i>Palmaria palmata</i> (Linnaeus) Kuntze, syn. : <i>Rhodymenia palmata</i> (Linnaeus) Greville		+	-
48	<i>Periphykon</i>	<i>P. beckeri</i> Weber-van Bosse		+	-
49	<i>Phymatolithon</i>	<i>P. repandrum</i> (Foslie) Wilks&Woelkerling, syn.: <i>Lithotham-</i> <i>nion asperulum</i> (Foslie) Foslie		-	+
50	<i>Plocamium</i>	<i>P. cornutum</i> (turner) Harvey		+	-
51	<i>Polyopes</i>	<i>P. ligulatus</i> (Harvey ex Kutzing) De Toni		+	-
52	<i>Polysiphonia</i>	<i>P. flexicaulis</i> (Harvey) F.S. Collins		-	+
53	<i>Porphyroglossum</i>	<i>P. zollingeri</i> kutzing		+	-
54	<i>Portieria</i>	<i>P. hornemannii</i> (Lyngbye) P.C. Silva, syn.: <i>Chondrococcus hornemannii</i> (Lyn- gbye) Schmitz, <i>Desmia hornemannii</i> Lyngbye		-	+

Buku ini tidak diperjualbelikan.



No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
55	<i>Prionitis</i>	<i>P. wentii</i> Weber-van Bosse		+	-
56	<i>Pterocladia</i>	<i>P. lucida</i> (R. Brown ex Turner) J. Agardh		+	-
57	<i>Pterocradiella</i>	<i>P. caeruleascens</i> (Kutzing) Santelices&Hommersand, syn.: <i>Pterocladia caeruleascens</i> (Kutzing) santelices		+	+
		<i>P. capillacea</i> (S.G. Gmelin) B. Santelices&Hommersand syn.: <i>Pterocladia capillacea</i> (S.G. Gmelin) Borner incl.var. <i>pinnatum</i>		+	-
58	<i>Pterosiphonia</i>	<i>P. javanica</i> (G.Martens) De Toni		+	-
59	<i>Ptilophora</i>	<i>P. scalaramosa</i> (Kraft) R.E. Norris, syn.: <i>Beckerella scalaramosa</i> Kraft		+	-
60	<i>Rhodymenia</i>	<i>R. javanica</i> Sonder		+	-
61	<i>Sarcodia</i>	<i>S. montagneana</i> (J.D. Hooker&Harvey) J.Agardh	+ Jawa	+	-
62	<i>Spongites</i>	<i>S.yendoii</i> (Foslie) Y.M. Chamberlain, syn.: <i>Lithophyllum natalense</i> Foslie, : <i>L.yendoii</i> forma <i>malaysicum</i> Foslie		+	-
63	<i>Sporolithon</i>	<i>S. erythraeum</i> (Rothpletz) Kylin, syn.: <i>Archaeolithothamnion erythraeum</i> (Rothpletz) Foslie,		+	-
64	<i>Tolypocladiella</i>	<i>T. condensata</i> (Weber-van Bosse) P.C. silva, syn.: <i>Roschera condensata</i> Weber-van Bosse		-	+
		<i>T. glomerulata</i> (C. Agardh) F. Schmitz, syn. : <i>Roschera glomerulata</i> (C. ahardh) Weber-van Bosse, <i>Polysiphonia inflata</i> G. Martens		+	-
65	<i>Trichogloea</i>	<i>T. requienii</i> (Montagne) Kutzing		+	-
66	<i>Tricleocarpa</i>	<i>T. cylindrica</i> (J. Ellis&Solander) Huisman&Borowitzka, syn.: <i>Galaxaura cylindrica</i> (J. Ellis&Solander) J.V. Lamouroux: <i>Galaxaura fastigiata</i> Decaisne		-	+
		<i>T. fragilis</i> (Linnaeus) Huisman&R.A. Townsend, syn.: <i>T. oblongata</i> (Ellis&Solander) Huisman&Borowitzka,syn.: <i>Galaxaura dimorpha</i> Kjellman, <i>Galaxaura fragilis</i> (Lamarck) J.V. Lamouroux, <i>Galaxaura oblongata</i> (Ellis&Sollander) J.V. Lamouroux		+	+

Buku ini tidak diperjualbelikan.



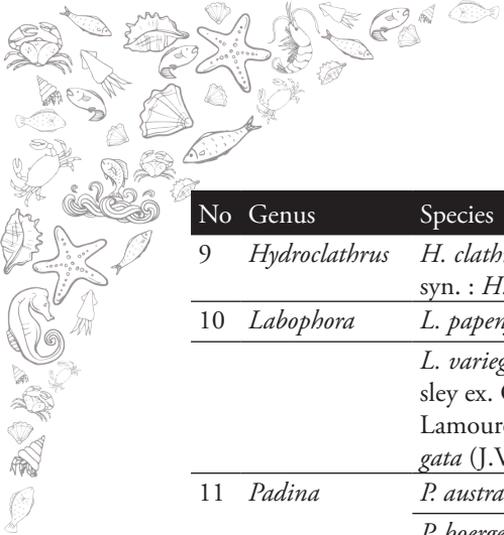
No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[9]	Kp. Seribu ^[9]
67	<i>Vanvoorstia</i>	<i>V. spectabilis</i> Harvey		-	+
68	<i>Weberella</i>	<i>W. micans</i> Hauptfleisch		+	-
69	<i>Zellera</i>	<i>Z. tawallina</i> G. Martens		-	+

Tabel 23 menunjukkan bahwa ada 17 marga makro alga cokelat kepirangan (Phaeophyta) yang tersebar di perairan Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu; 15 marga (genus) tersebar di perairan Kepulauan Seribu, dan 9 marga (genus) tersebar di perairan Pulau Jawa. Dari 17 marga tersebut, yang paling banyak jenis (spesiesnya) adalah dari marga *Padina*, *Sargassum*, dan *Turbinaria*.

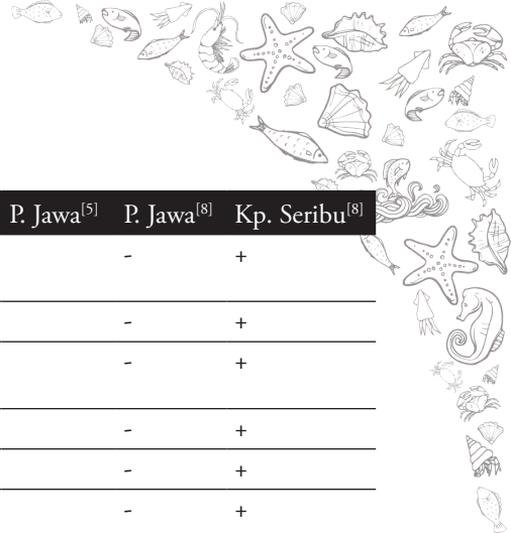
Tabel 23. Perbandingan Jenis-Jenis Makro Alga Phaeophyta di Pulau Jawa dan Kepulauan Seribu

No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[8]	Kp. Seribu ^[8]
1	<i>Canistrocarpus</i>	<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kutzing) De Paula&De Clerck, syn.: <i>Dictyota. cervicornis</i> Kutzing, <i>D. pardalis</i> Kutzing, <i>D. crenulata</i> J. Agardh, <i>D. barteyresiana</i> var <i>ciliolata</i> , Kutzing		-	+
		<i>Canistrocarpus magneanus</i> (De Clerck&Coppejans) De Paula&De Clerck, syn. <i>Dictyota magneana</i> De Clerck&Coppejans		-	+
2	<i>Colpomenia</i>	<i>C. sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbes&Solier		+	+
3	<i>Chnoospora</i>	<i>C. Pacifica</i>	+ Jawa		
4	<i>Cystoseira</i>	<i>C. trinodis</i> (Forsskal) C.Agardh, syn. <i>Cystophyllum muricatum</i> (C.Agardh) J. Agardh		-	+
		<i>Cystoseira sp</i>		-	+
5	<i>Dictyopteris</i>	<i>D. repens</i> (Okamura) Borgesen		-	+
6	<i>Dictyota</i>	<i>D. dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux var <i>dichotoma</i> , syn. <i>D. apiculata</i> J. Agardh		+	+
		<i>Dictyota friabilis</i> Setchell. Syn.: <i>D. ceylanica</i> Kutzing var <i>rotundata</i> Weber-van Bosse. <i>D. cf. humifusa</i> Horning, Schnetter&Coppejans		-	+
7	<i>Halopteris</i>	<i>H. funicularis</i> (montagne) Kutzing, syn. <i>Stypocaulon funiculare</i> (Montagne) Kutzing		+	-
8	<i>Hormophysa</i>	<i>H. cuneiformis</i> (J.F. Gmelin) P.C. Silva, syn.: <i>H. triquetra</i> (C. Agardh) Kutzing, <i>Cystoseira latifrons</i> (Kutzing) De Toni, <i>Cystoseira prolifera</i> J, Agardh		+	-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

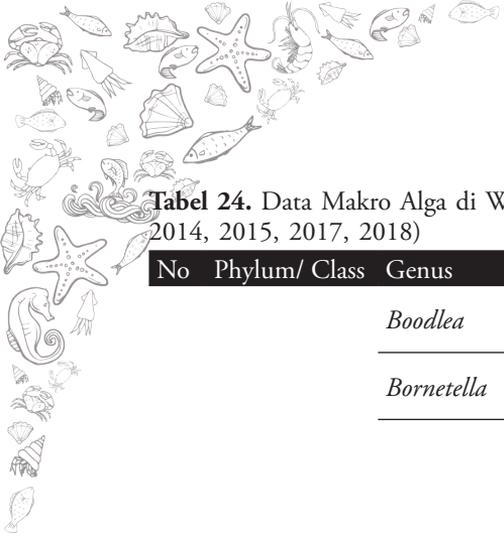


No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[8]	Kp. Seribu ^[8]
9	<i>Hydroclathrus</i>	<i>H. clathratus</i> (C. Agardh) M.A. Howe, syn. : <i>H. cancellatus</i> Bory	+ Jawa	+	+
10	<i>Labophora</i>	<i>L. papenfussii</i> (W.R. Taylor) Farghaly		-	+
		<i>L. variegata</i> (J.V. Lamouroux) Womersley ex. Oliveira, syn.: <i>P. variegata</i> (J.V. Lamouroux) Papenfuss, <i>Zonaria variegata</i> (J.V. Lamouroux) C. Agardh		-	+
11	<i>Padina</i>	<i>P. australis</i> Hauck	+ Jawa	+	+
		<i>P. boergesenii</i> Allender&Kraft		-	+
		<i>P. boryana</i> Thivy ex. W.R. Taylor, syn. <i>P. tenuis</i> Bory, <i>P. commersonii</i> Bory		+	+
		<i>P. minor</i> Yamada		+	+
		<i>P. sanctae-crucis</i> Borgesen, syn. <i>P. japonica</i> Yamada		-	+
12	<i>Rosenvingea</i>	<i>R. fastigiata</i> (Zanardini) Borgesen, syn. <i>Asperococcus fastigiata</i> Zanardini		-	+
		<i>R. intricata</i> (J. Agardh) Borgesen, syn. <i>Asperococcus intricatus</i> J. Agardh		-	+
13	<i>Sargassum</i>	<i>S. bacciferum</i> (Turner) C. Agardh		+	+
		<i>S. belangeri</i> Bory		+	-
		<i>S. gracillimum</i> Reinbold		-	+
		<i>S. hemiphylloides</i> Kutzing		+	-
		var. <i>plagiophylloides</i> Grunow		+	-
		<i>S. Hystrix</i> J. Agardh		+	-
		<i>S. ilicifolium</i> (Turner) C. Agardh, syn. : <i>S. brevifolium</i> Greville, <i>S. cristaeifolium</i> C. Agardh, <i>S. duplicatum</i> (J. Agardh) J. Agardh, <i>S. sandei</i> Reinbold		+	+
		var. <i>microdon</i> Grunow		+	-
		<i>F. porosissimum</i> Grunow		+	-
		var. <i>microtis</i> Grunow		+	-
		<i>S. molleri</i> Reinbold		-	+
		var <i>remissum</i> Grunow		+	-
		<i>S. polycystum</i> C. Agardh, syn.: <i>S. ambiguum</i> Sonder, <i>S. myriocystum</i> J. Agardh, <i>S. opacum</i> J. Agardh		+	+
		<i>S. spathulaefolium</i> J. Agardh		+	-
		<i>F. cuneatum</i> Grunow		+	-
		<i>S. siliquosum</i>	+ Jawa		



No	Genus	Species	P. Jawa ^[5]	P. Jawa ^[8]	Kp. Seribu ^[8]
13	<i>Sphacelaria</i>	<i>S. rigidula</i> Kutzing, syn. <i>S. fureigera</i> Kutzing	-	-	+
		<i>S. tribuloides</i> Meneghini	-	-	+
14	<i>Stilophora</i>	<i>S. tenella</i> (Esper) P.C. Silva, syn. <i>S. rhizoides</i> (C. Agardh) J. Agardh	-	-	+
15	<i>Styopodium</i>	<i>S. flabelliforme</i> Weber-van Bosse	-	-	+
		<i>S. multipartitum</i> (Suhr) P.C. Silva	-	-	+
16	<i>Taonia</i>	<i>T. pseudociliata</i> (J.V. Lamouroux) Nizamuddin&Godeh, syn.: <i>Dictyota ciliolata</i> J.V. Lamouroux, <i>Dictyota mertensii</i> (Martius) Kutzing	-	-	+
17	<i>Turbinaria</i>	<i>T. conoides</i> (J. Agardh) Kutzing	+	+	+
		<i>T. decurrens</i> Bory de Saint-Vincent	-	-	+
		<i>T. murrayana</i> E.S. Barton	+	+	+
		<i>T. ornata</i> (Turner) J. Agardh	+	+	+
		<i>T. trialata</i> (J. Agardh) Kutzing, syn. <i>T. heterophylla</i> Kutzing	+	+	-
		<i>T. vulgaris</i> J.Agardh	+	+	-

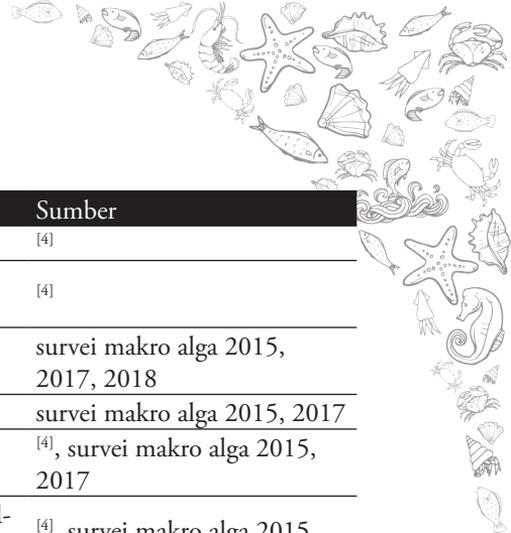
Tabel 24 menunjukkan jumlah penyebaran marga dan jenis dari kelompok makro alga hijau (Chlorophyta), merah (Rhodophyta) dan cokelat kepirangan (Phaeophyta) yang diambil dari kegiatan survei di Pulau Pari pada 2015–2018. Berdasarkan data tersebut, di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, ditemukan kelompok makro alga hijau sebanyak 10 marga (genus) dengan 19 jenis spesies, sementara dari kelompok makro alga merah terdapat 11 marga (genus) dengan 25 jenis spesies, dan dari kelompok makro alga cokelat kepirangan terdapat 6 marga (genus) dengan 18 jenis spesies.



Tabel 24. Data Makro Alga di Wilayah Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Tahun 2014, 2015, 2017, 2018)

No	Phylum/ Class	Genus	Spesies	Sumber
		<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea</i> sp	[4], Survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Bornetella</i>	<i>B. nitida</i> Munier-Chalmas ex Sonder	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>C. cupressoides</i> (Vahl) C. Agardh	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Caulerpa</i>	<i>C. racemosa</i> var <i>microphyrsa</i> Weber-van Bosse	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>C. serrulata</i> (Forsskal) J. Agardh	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>C. sertularioides</i> (S. G. Gmelin) M.A. Howe	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha crassa</i>	survei makro alga 2015, 2018
		<i>Codium</i>	<i>Codium intricatum</i>	survei makro alga 2015, 2017, 2018
1	Chlorophyta		<i>D. cavernosa</i> (Forsskal) Borgesen	[4], survei makro alga 2018
		<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria sericea</i>	survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>H. opuntia</i> (Linnaeus) Lamououx	[4], survei makro alga 2015, 2018
		<i>Halimeda</i>	<i>H. micronesica</i>	survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>H. macroloba</i>	survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Valonia</i>	<i>V. ventricosa</i> J Agardh	[4]
			<i>V. ventricosa</i> Ginnani	[4]
			<i>Valonia</i> sp	survei makro alga 2017, 2018
		<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>	survei makro alga 2015, 2017
			<i>Boergesenia</i> sp	survei makro alga 2015, 2018
		<i>Udotea</i>	<i>Udotea</i> sp	survei makro alga 2015

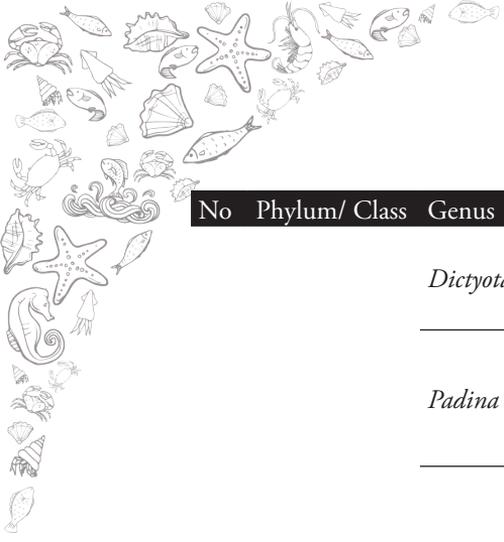
Buku ini tidak diperjualbelikan.



No	Phylum/ Class	Genus	Spesies	Sumber
			<i>A. dendroides</i> Harvey	[4]
		<i>Acanthophora</i>	<i>A. spicifera</i> (Vahl) Borge- sen	[4]
			<i>Acanthophora</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Eucheuma</i>	<i>Eucheuma</i> sp	survei makro alga 2015, 2017
		<i>Galaxaura</i>	<i>G. rugosa</i> Lamouroux	[4], survei makro alga 2015, 2017
		<i>Gelidiella</i>	<i>G. acerosa</i> (Forsskal) Feld- mann & G.Hame	[4], survei makro alga 2015
			<i>Gelidiella</i> sp	survei makro alga 2015, 2018
		<i>Gelidium</i>	<i>Gelidium</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>G. salicornia</i> (C. Agardh) E.Y.Dawso	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>G. edulis</i>	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Gracilaria</i>	<i>G. foliifera</i>	[4]
			<i>G. arcuata</i> Zanardini	[4]
			<i>G. coronopifolia</i> J. Agardh	[4]
			<i>Gracilaria gracilis</i>	survei makro alga 2017
			<i>Gracilaria</i> sp	survei makro alga 2017
			<i>H. nidulans</i>	[4]
			<i>H. boergesenii</i> T. Tanaka	[4]
		<i>Hypnea</i>	<i>H. spinella</i> (C. agardh) Kutzing	[4]
			<i>Hypnea</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018
			<i>L. intricata</i> J.V. Lamour- oux	[4], survei makro alga 2015
		<i>Laurencia</i>	<i>L. nidifica</i> J. Agardh	[4], survei makro alga 2015
			<i>L. papillosa</i> (C. agardh) Greville	[4], survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Amphiroa</i>	<i>Amphiroa</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Condrococcus</i>	<i>Condrococcus bornemannii</i>	survei makro alga 2018
		<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux)P.C. Silva	survei makro alga 2017

2 Rhodophyta

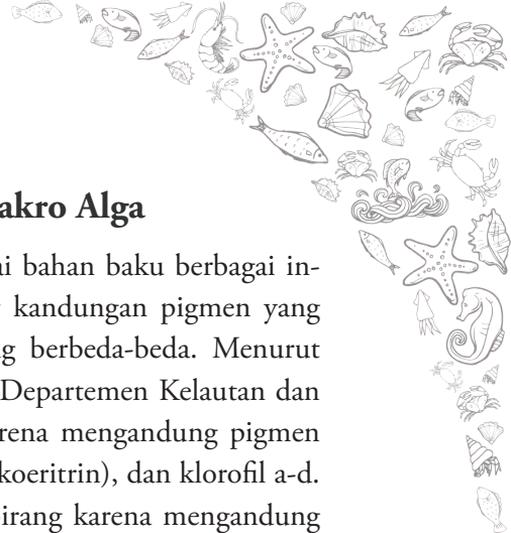
Buku ini tidak diperjualbelikan.



No	Phylum/ Class	Genus	Spesies	Sumber
3	Phaeophyceae	<i>Dictyota</i>	<i>D. dichotoma</i>	[4]
			<i>D. bartayresii</i> Lamouroux	[4]
			<i>Dictyota</i> sp	survei makro alga 2015, 2018
		<i>Padina</i>	<i>Padina australis</i> Hauck	[4]
			<i>Padina tenuis</i> Bory	[4]
			<i>Padina</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Sargassum</i>	<i>S. binderi</i>	[4], survei makro alga 2015, 2017
			<i>S. echinocarpum</i>	[4]
			<i>S. polycystum</i>	[4], survei makro alga 2015, 2017
			<i>S. duplicatum</i> J Agardh	[4]
			<i>Sargassum</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018
		<i>Turbinaria</i>	<i>T. conoides</i>	[4], survei makro alga 2015
			<i>T. decurrens</i>	[4]
			<i>T. murayana</i>	[4]
			<i>T. ornata</i> (Turner) J. Agardh	[4], survei makro alga 2015
<i>Turbinaria</i> sp	survei makro alga 2017			
<i>Hormophysa</i>	<i>Hormophysa</i> sp	survei makro alga 2015, 2017, 2018		
<i>Hidroclathrus</i>	<i>Hidroclathrus clathratus</i> (C. Agard) W. Howe	survei makro alga 2015		

Hasil studi literasi dan survei di lapangan dapat memberi gambaran keanekaragaman jenis yang mungkin dapat ditemui di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Namun, karena studi eksploratif tersebut tidak ada yang menyertakan pencatatan faktor lain yang merupakan karakteristik lingkungan perairan (misalnya suhu, pH, salinitas, dan kecepatan arus), tidak dapat dilakukan analisis lanjutan mengenai faktor lingkungan apa yang kiranya berkorelasi dengan perubahan keanekaragaman jenis yang ada. Selain itu, pengetahuan tentang keanekaragaman jenis juga harus ditambah dengan pengetahuan tentang kandungan dan manfaat dari jenis-jenis makro alga, agar masyarakat dapat memilih target komoditas yang akan dikembangkan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



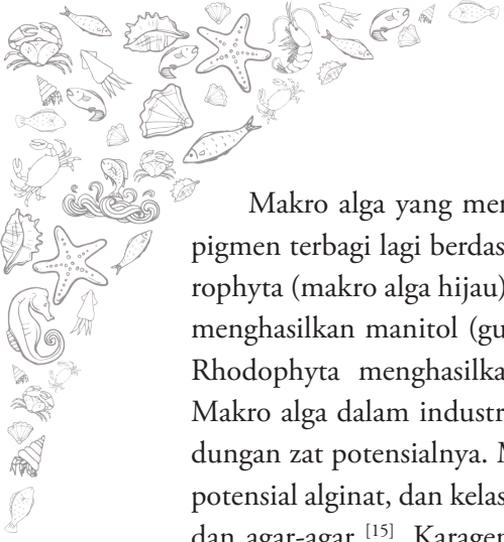
D. Kandungan Zat Potensial Dalam Makro Alga

Makro alga sangat bernilai secara ekonomi sebagai bahan baku berbagai industri. Masing-masing jenisnya memiliki sumber kandungan pigmen yang berbeda sehingga memunculkan warna fisik yang berbeda-beda. Menurut tim riset Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan^[11], Rhodophyta disebut alga merah karena mengandung pigmen fotosintetik berupa karotin, xantofil, fikobilin (r-fikoeritrin), dan klorofil a-d. Sementara itu, Phaeophyta disebut alga cokelat-pirang karena mengandung pigmen fotosintetik karotin, fukosantin, klorofil a-c. Chlorophyta disebut alga hijau karena mengandung pigmen fotosintetik khlorofil a-b, karoten, xantofil, dan lutein.

Kandungan pigmen yang berbeda yang dimiliki tiap jenis kelas makro alga juga menyebabkan perbedaan kandungan unsur mikro pada jenis kelas Rhodophyta dan Phaeophyta, seperti yang terlihat pada Tabel 25^[12]. Selain perbedaan kandungan unsur mikro, besar kandungan protein tiap jenis kelas juga berbeda. Kandungan protein makro alga cokelat sebesar 5–15%, makro alga hijau sebesar 10–30%, dan makro alga merah sebesar 34–47%^[13]. Adapun kandungan gizi makro alga adalah serat 30–40% dan lemak 1–5%, gizi mikro untuk iodin 1500–8000 ppm, kalsium 7%, vitamin C (500–3000 mg/kg), vitamin E, Vitamin B12^[13]. Kandungan serat yang tinggi dan polisakarida dapat menurunkan kadar lipid dan kolesterol, sementara vitamin E berperan sebagai antioksidan untuk penderita diabetes, obesitas, jantung, kolesterol, dan penyakit degeneratif lainnya.

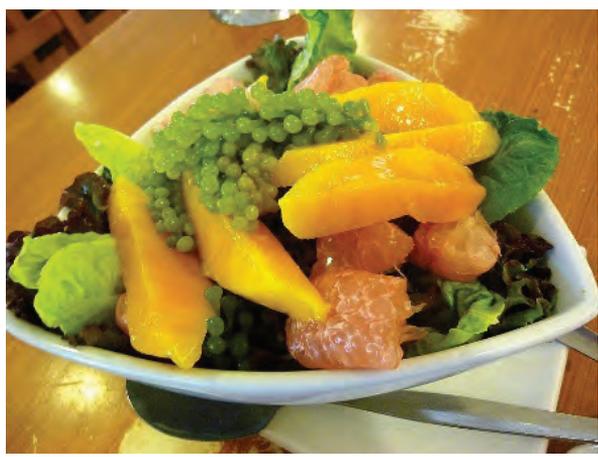
Tabel 25. Kandungan Unsur-Unsur Mikro pada Makro Alga Merah dan Cokelat^[12]

Unsur	Kisaran Kandungan (% Berat Kering)	
	Makro Alga Merah	Makro Alga Cokelat
Klor	1,5–3,5	9,8–15,0
Kalium	1,0–2,2	6,4–7,8
Natrium	1,0–7,9	2,6–3,8
Magnesium	0,3–1,0	1,0–1,9
Belerang	0,5–1,8	0,7–2,1
Silikon	0,2–0,3	0,5–0,6
Fosfor	0,2–0,3	0,3–0,6
Kalsium	0,4–1,5	0,2–0,3
Besi	0,1–0,15	0,1–0,2
Iodium	0,1–0,15	0,1–0,8
Brom	0,005	0,03–0,14



Makro alga yang mengandung kandungan gizi (makro dan mikro) dan pigmen terbagi lagi berdasarkan hasil fotosintesisnya. Hasil fotosintesis Chlorophyta (makro alga hijau) menghasilkan pati (starch) dan lemak; Phaeophyta menghasilkan manitol (gula alkohol), laminaria, selulosa, algin, fukoin; dan Rhodophyta menghasilkan floridin, starch, monoglyserate, floridoside^[14]. Makro alga dalam industri pangan dan non-pangan dibagi berdasarkan kandungan zat potensialnya. Makro alga dari kelas Phaeophyta menghasilkan zat potensial alginat, dan kelas Rhodophyta menghasilkan zat potensial karagenan dan agar-agar^[15]. Karagenan merupakan kandungan makro alga yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali dari spesies Rhodophyta yang berfungsi sebagai pengental, pengemulsi, pensuspensi, dan faktor penstabil. Dalam industri pangan, karagenan dapat digunakan dalam proses pembuatan kopi, bir, sosis, salad, es krim, susu kental, cokelat, dan jeli. Dalam industri non-pangan, zat ini digunakan sebagai bahan pembuat obat sirup, tablet, pasta gigi, shampo, tekstil, cat air, kertas, penyegar udara, keramik, kertas printer, dan karpet^[16]. Agar-agar dihasilkan dari kelas Rhodophyta dari jenisnya *Gracilaria*.

Senyawa agar-agar berfungsi sebagai pengental, stabilisator, dan pengemulsi yang digunakan pada produk makanan, kosmetik, salep, *cream*, sabun pembersih, pengalengan ikan, keramik, tekstil, kertas, semir sepatu, odol, dan pertumbuhan bakteri/khamir^[17]. Alginat yang diekstrak dari Phaeophyta memiliki sifat penstabil emulsi pada produk es krim, pensuspensi pada susu cokelat, pengatur kekentalan pada yoghurt, pengental pada tekstil, pengatur keseragaman dan kehalusan permukaan kertas, pengontrol penetrasi dan stabilitas lem, serta pengatur pelepasan lambat bahan kimia pada pupuk dan obat-obatan^[18]. Gambar alur produk turunan makro alga dapat dilihat pada gambar 71. Walaupun makro alga yang diketahui bernilai ekonomi masih tergolong dari kelas Rhodophyta dan Phaeophyta, makro alga Chlorophyta, seperti *Caulerpa*, telah dikenal masyarakat pesisir sebagai pangan sayuran, seperti salad, lalapan, atau urap (Gambar 70)^[19,20]. Menurut Djapiala, Montolalu, dan Mentang, *Caulerpa* memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami yang aman untuk dikonsumsi^[21].

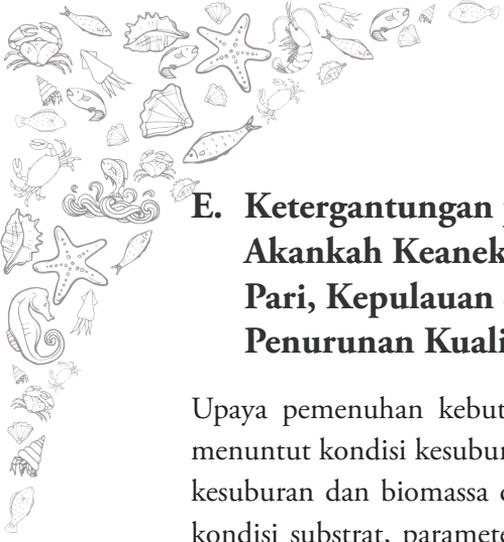


Gambar 70. Makanan dari Makro Alga *Caulerpa* sp (Salad dan Urap) ^[19,20]



Gambar 71. Pohon Alur Turunan Produk Makro Alga ^[22]

Buku ini tidak diperjualbelikan.



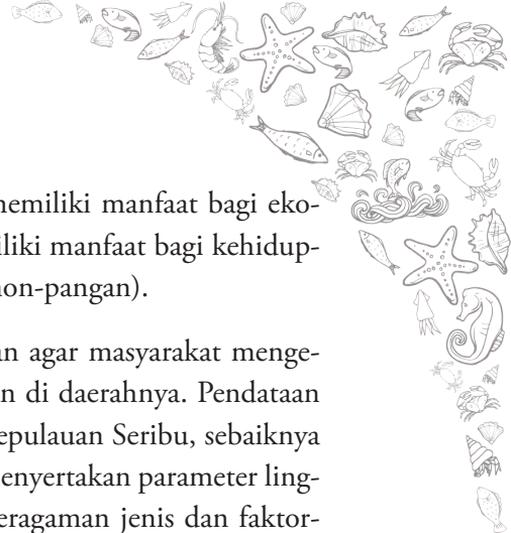
E. Ketergantungan pada Kondisi Kesehatan Perairan Laut: Akankah Keanekaragaman Jenis Makro Alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Bertahan Menghadapi Penurunan Kualitas Perairan?

Upaya pemenuhan kebutuhan suplai makro alga untuk berbagai industri menuntut kondisi kesuburan dan biomassa makro alga harus terjaga. Kondisi kesuburan dan biomassa dari jenis-jenis makro alga sangat tergantung pada kondisi substrat, parameter lingkungan, dan musim^[6]. Pada 2004, Achmad Kadi mengamati terjadinya penurunan jumlah jenis dan biomassa pada makro alga di Kepulauan Seribu, yang diduga disebabkan dengan adanya pencemaran air dari limbah Jakarta di daratan utama^[23]. Dalam lingkup wilayah Indonesia barat yang mencakup Kepulauan Karimunjawa, Seribu, Selat Sunda, Teluk Lampung, Selat Karimata, Bangka-Belitung, Riau, Natuna, dan Anambas, memang tercatat penurunan jumlah jenis makro alga, dari 50–101 jenis pada 1977–1980 menjadi 30–45 jenis pada 1999–2004^[7,8].

Jika kita dapat merekam kondisi makro alga di Pulau Pari secara berkala dengan *monitoring* yang teratur, kita dapat mempelajari pola distribusi dan biomassa dari makro alga, baik sebagai prediksi prospek biomassa, maupun indikator lingkungan perairan. Jika kondisi perairan semakin ekstrem, hanya akan ada beberapa jenis makro alga yang dapat bertahan karena setiap jenis memiliki *range* toleransi lingkungan yang berbeda-beda. Pada kondisi perairan tertentu, jenis-jenis yang dapat bertahan dapat menjadi dominan, bahkan invansif, dan hal ini akan mengganggu keseimbangan komposisi jenis makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

F. Kesimpulan

Beragamnya jenis makro alga di wilayah Indonesia menunjukkan bahwa perairan pantai pesisir Indonesia memiliki potensi yang sangat besar bagi pertumbuhan makro alga. Indonesia memiliki 210 jenis spesies makro alga hijau (Chlorophyta), 564 jenis spesies makro alga merah (Rhodophyta), dan 339 jenis spesies makro alga cokelat (Phaeophyta). Dari keseluruhan jenis makro alga di Indonesia, yang ditemukan di wilayah Pulau Pari Kepulauan Seribu (Tabel 24) ada 62 jenis spesies dari tiga kelompok makro alga (Chlorophyta,



Rhodophyta, Phaeophyta). Makro alga tersebut memiliki manfaat bagi ekosistem perairan dan beberapa jenis diketahui memiliki manfaat bagi kehidupan manusia (sebagai sumber industri pangan dan non-pangan).

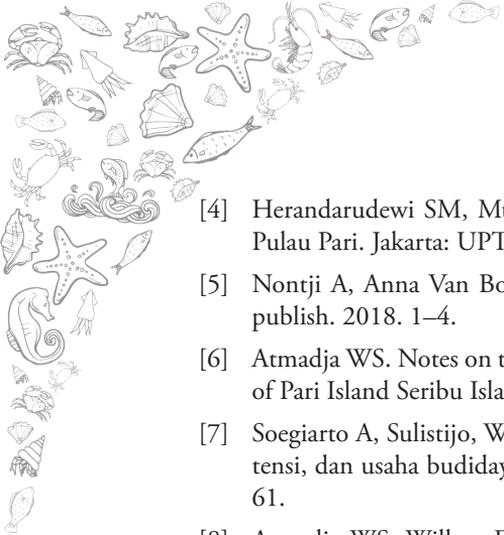
Pendataan jenis makro alga sangat dibutuhkan agar masyarakat mengenal jenis-jenis makro alga yang dapat dimanfaatkan di daerahnya. Pendataan keanekaragaman jenis makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebaiknya dilakukan secara berkala dan berkelanjutan, juga menyertakan parameter lingkungan perairan sehingga tren kelimpahan dari keragaman jenis dan faktor-faktor lingkungan yang memengaruhinya dapat diketahui. Dengan pendataan seperti itu, pola pemanenan dapat diatur. Dengan pola panen atau pemanfaatan yang tepat dan terus menjaga kualitas perairan, maka pemanfaatan makro alga secara berkelanjutan dapat dilakukan secara optimal. Pada akhirnya, kita berharap hal ini dapat menjadi penyokong perekonomian masyarakat di pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan daerah lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

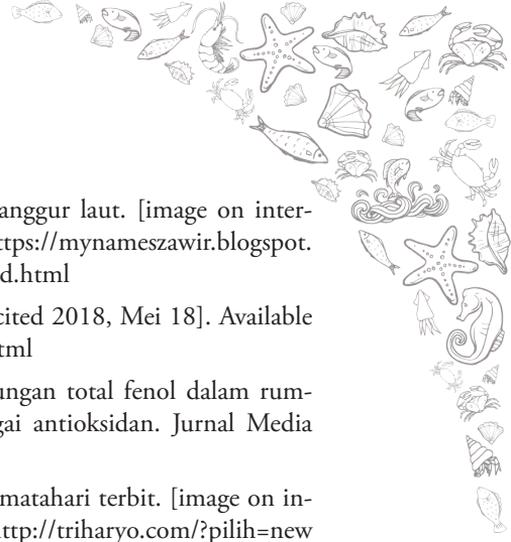
Penulis mengucapkan terima kasih kepada kawan-kawan teknisi, yaitu Suhardi, Achmad Mansur, Niken Rahayu Sepa, Ahmad Rezza Dzumalex, Izaak Nikijuluw, Muhayar, Salim, Saiman, Jamarudin, dan Saiful yang telah membantu dalam pengumpulan data lapangan pada kegiatan survei makro alga di Pulau Pari Kepulauan Seribu dan atas pendanaan dari Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI tahun anggaran 2018 pada kegiatan Penyusunan Draft Bunga Rampai dengan No. SK. 0054/IPK.9/HK/I/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marianingsih P, Amelia E, Suroto, T. Inventarisasi dan identifikasi makroalga di perairan Pulau Untung Jawa. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung [Internet]. 2013 [cited 2019 Mei 6]. Available from : <http://fmipa.unila.ac.id/index.php/semirata/article/download/>
- [2] Atmadja WS, Ahmad K, Sulistijo, Rachmaniar S. Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI; 1996. 191.
- [3] Sulistijo. Algae. Dalam: Wahyudi AJ, editor. Modul pelatihan taksonomi biota laut. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; 2014. 13–37.



- [4] Herandarudewi SM, Muhammad A, Sam W, editors. Keanekaragaman hayati di Pulau Pari. Jakarta: UPT LPKSDMO Pulau Pari PPO LIPI; 2014. 318.
- [5] Nontji A, Anna Van Bosse (1852–1942): Perintis kajian algologi indonesia. Unpublish. 2018. 1–4.
- [6] Atmadja WS. Notes on the distribution of red algae (Rhodophyta) on the coral reef of Pari Island Seribu Islands. Jakarta: LON-LIPI; 1977. 21.
- [7] Soegiarto A, Sulistijo, Wanda SA, Mubarak H. Rumput laut (Algae): manfaat, potensi, dan usaha budidayanya. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI; 1978. 61.
- [8] Atmadja WS, Willem FPR. Checklist of the seaweed species biodiversity of Indonesia: with their distribution and classification: green algae (Chlorophyta) and brown algae (Phaeophyceae, Ochrophyta). Jakarta: Indonesian Institute of Sciences (LIPI); 2014.59.
- [9] Atmadja WS, Willem FPR. Checklist of the seaweed species biodiversity of Indonesia: with their distribution and classification:red algae (Rhodophyceae). Jakarta: Indonesian Institute of Sciences (LIPI); 2010.72.
- [10] Kadi A. Rumput laut jenis lokal dan jenis pendatang di paparan terumbu karang Pulau Pari Jakarta Utara. ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences. 2010 November 3;14(1):1–5.
- [11] Ahda A, Surono A, Santoso IB, dkk. Profil rumput laut Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. 169.
- [12] Santosa, Andasuryani, Kurniawan D. Karakteristik tepung rumput laut (*Euचेuma cottonii*). National Conference of Applied Sciences, Engineering, Business and Information Technology, Politeknik Negeri Padang: 15–16 Oktober 2016. 346–361.
- [13] Suparmi, Sahri A. Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. Sultan Agung. Juni–Agustus 2009;44(118): 95–116.
- [14] Loupatty VD. Nori nutrient analysis from seaweed of *Porphyra marcosi* in Maluku Ocean. EKSAKTA. 2014;14(2):34–48.
- [15] Brownlee IA, Fairclough AC, Hall AC, Paxman JR. The potential health benefits of seaweed and seaweed extract. Dalam: Pomin VH, editor. Seaweed: ecology, nutrient composition and medical uses. Marine Biology: Earth Sciences in the 21st Century. New York: Nova Science Publishers; 2012. 119–136.
- [16] Ega L, Lopulalan CGC, Meiyasa F. Kajian mutu karaginan rumput laut *Euचेuma cottonii* berdasarkan sifat fisika kimia pada tingkat konsentrasi Kalium hidroksida (KOH) yang Berbeda. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 2016;5(2):38–44.
- [17] Itung M, Marthen DP. Pengolahan pasca panen rumput laut jenis *euचेuma* dan *gracilaria* untuk tujuan ekspor. Marina Chimica Acta.2003;4(1) 5–8.
- [18] Basmal J, Utomo BSB, Tazwir, dkk. Membuat alginat dari rumput laut *sargassum*. Jakarta: Penebar Swadaya; 2013. 92.



- [19] Zawir Z. Salad aneh bin unik dari Natuna, salad anggur laut. [image on internet]. 2014 [cited 2018 Mei 16]. Available from: <https://mynameszawir.blogspot.co.id/2014/11/salad-aneh-bin-unik-dari-natuna-salad.html>
- [20] Al Jafara J. Urap latoh. [image on internet]. 2013 [cited 2018, Mei 18]. Available from: <https://www.jiah.my.id/2017/09/urap-latoh.html>
- [21] Djapiala FY, Montolalu LADY, Mentang F. Kandungan total fenol dalam rumput laut *Caulerpa racemosa* yang berpotensi sebagai antioksidan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 2013;1(2):1–5.
- [22] Soesilo T. Industri matahari terbenam dan Industri matahari terbit. [image on internet]. 2014 [cited 2018 Mei 16]. Available from: <http://triharyo.com/?pilih=news&aksi=lihat&id=380>
- [23] Kadi A. Potensi rumput laut di beberapa perairan pantai Indonesia. *Oseana*. 2004;29(4):25–36.



Buku Perikanan



BAGIAN KEDUA

KONDISI LINGKUNGAN GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

- BAB XIII Pencemaran di Pulau Pari, Kepulauan Seribu
 Yeti Darmayati
- BAB XIV Dinamika Oseanografi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu
 Corry Corvianawatie dan Dewi Surinati
- BAB XV Sistem Karbonat Laut di Perairan Sekitar Ekosistem Pesisir
 Pulau Pari, Kepulauan Seribu
 Afdal, A'an Johan Wahyudi, Hanif Budi Prayitno, dan Hanny
 Meirinawati





BAB XIII

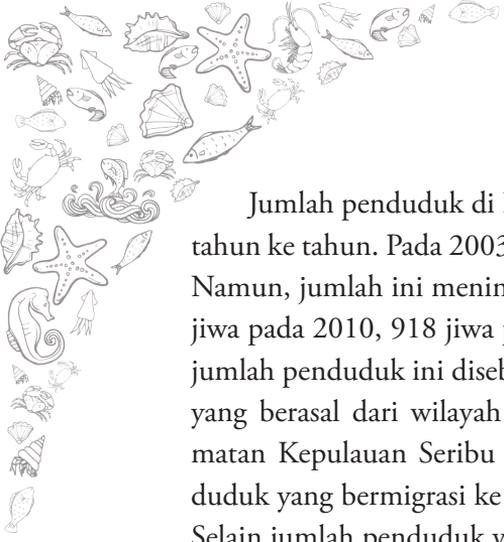
PENCEMARAN DI PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU

YETI DARMAAYATI

A. Pencemaran Laut

Pulau Pari merupakan pseudo-atoll di perairan Kepulauan Seribu yang berpenduduk agak padat dan terus berkembang. Namun, kawasan ini mengalami penurunan kualitas, baik akibat perubahan fungsi lahan maupun pencemaran. Pencemaran merupakan salah satu ancaman utama bagi keberlangsungan fungsi ekologis suatu kawasan. Hal ini akan menurunkan produktivitas kawasan dan pada akhirnya mengurangi tingkat kesejahteraan masyarakat penghuni kawasan tersebut. Dekatnya jarak Pulau Pari ke Teluk Jakarta, peningkatan jumlah penduduk dan tingkat hunian akibat aktivitas pariwisata, serta dekatnya perairan dengan jalur navigasi adalah faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

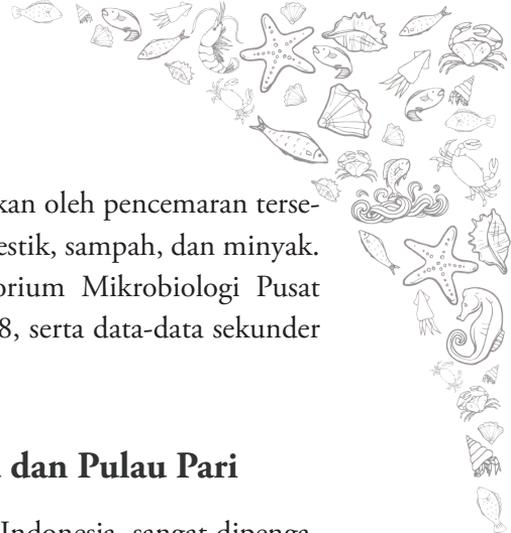
Dekatnya jarak Jakarta-Pulau Pari menyebabkan perairan pulau ini menjadi relatif lebih tercemar dibandingkan perairan pulau-pulau di bagian utaranya. Hal ini dapat dipahami karena aliran massa air yang mengandung bahan cemar dari daratan Jakarta dan sekitarnya akan mencapai kawasan ini dalam kondisi yang belum terlalu banyak berubah. Tinjauan dari berbagai studi^[1] menunjukkan bahwa data kandungan zat hara, logam berat tertentu, PCB, dan mikroba di beberapa titik pesisir Teluk Jakarta sudah melebihi nilai baku mutunya.



Jumlah penduduk di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada 2003, jumlah penduduk di sana tercatat hanya 691 jiwa. Namun, jumlah ini meningkat secara gradual dari tahun ke tahun, yakni 697 jiwa pada 2010, 918 jiwa pada 2012, dan 1078 jiwa pada 2016. Peningkatan jumlah penduduk ini disebabkan oleh faktor kelahiran dan migrasi penduduk yang berasal dari wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya. Data statistik Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan (2016) menunjukkan bahwa jumlah penduduk yang bermigrasi ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mencapai 43 jiwa^[2]. Selain jumlah penduduk yang menetap, daya tarik wisata terhadap Pulau Pari Kepulauan Seribu juga telah mendorong terjadinya mobilisasi jumlah manusia untuk tinggal sementara di pulau ini. Jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tercatat rata-rata 1482 orang/bulan^[3], dalam waktu lima tahun terakhir rata-rata berjumlah 61.769 orang/tahun^[4]. Aktivitas penduduk lokal dan para wisatawan berpotensi memberi tekanan pada lingkungan karena dapat meningkatkan volume sampah dan buangan domestik ke perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Limbah domestik dan sampah yang tidak diolah (dari penduduk dan pendatang) di Pulau Pari dan Pulau Tengah akan menurunkan kualitas perairan.

Perubahan penggunaan lahan darat dan perairan secara nyata dapat teramati di Pulau Pari dan Pulau Tengah. Pantai Perawan dan Pantai Bintang di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berubah menjadi ruang terbuka yang paling banyak diakses oleh wisatawan. Pulau Tengah yang sebelumnya tak berpenghuni dan tertutupi hutan mangrove yang lebat, saat ini dikelilingi oleh resort mewah yang dibangun di atas lahan reklamasi. Perubahan penggunaan lahan juga berpotensi meningkatkan tekanan terhadap ekosistem Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pembangunan kawasan tersebut dan aktivitas wisatawan pengguna resort tersebut.

Aktivitas di laut merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi tingkat pencemaran di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Transportasi laut yang cukup sibuk dan aktivitas pengeboran minyak di bagian utara Kepulauan Seribu berpotensi untuk mencemari perairan ini. Hal ini bisa diakibatkan oleh kecelakaan kapal ataupun tumpahan minyak saat melakukan kegiatan eksplorasi atau proses pencucian tangki ilegal di tengah laut. Tulisan ini membahas perkembangan kualitas perairan Kepulauan Seribu secara umum, khususnya pencemaran yang terjadi di Pulau Pari Kepulauan Seribu saat ini

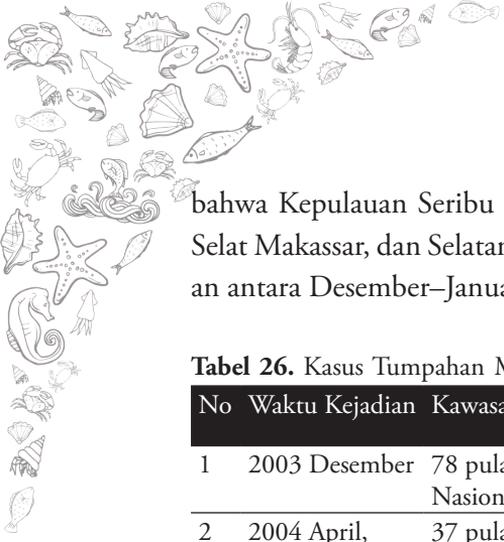


dan upaya meminimalisasi dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran tersebut. Pencemaran yang dibahas terkait limbah domestik, sampah, dan minyak. Adapun data diperoleh dari penelitian Laboratorium Mikrobiologi Pusat Penelitian Oseanografi LIPI dari tahun 2003–2018, serta data-data sekunder dari berbagai sumber.

B. Kualitas Perairan Kepulauan Seribu dan Pulau Pari

Kepulauan Seribu, yang terletak di utara ibu kota Indonesia, sangat dipengaruhi oleh DKI Jakarta dan kota-kota pendukung di sekitarnya (Bodetabek) dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu aspeknya adalah kualitas perairan. Secara umum, kualitas perairan Kepulauan Seribu masih baik, tetapi nilai *chemical oxygen demand* (COD)-nya sudah melewati nilai baku mutu. Dalam dua dekade terakhir ini, kualitas perairan Kepulauan Seribu mulai mengalami penurunan akibat semakin meningkatnya beban pencemaran dari Teluk Jakarta. Perairan sebelah selatan paling terpengaruh oleh perairan Teluk Jakarta sehingga tingkat kecerahannya lebih rendah dan konsentrasi logam beratnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan perairan bagian tengah dan sebelah utara^[5]. Studi kerentanan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pulau-pulau di Kepulauan Seribu memiliki kerentanan yang tinggi dan sangat tinggi. Terumbu karang di banyak pulau yang dekat dengan tiga sungai utama (Cisadane, Ciliwung, dan Citarum) atau pulau yang berpenghuni telah mengalami degradasi dengan tingkat yang parah^[6].

Kepulauan Seribu adalah salah satu kawasan yang rentan terkena pencemaran minyak. Hal ini disebabkan oleh keberadaan anjungan minyak lepas pantai, alur navigasi untuk berbagai kapal yang keluar/masuk Pelabuhan Tanjung Priuk, transportasi laut untuk masyarakat dan wisatawan, serta minyak dari *run off* pesisir Jakarta yang terbawa aliran air. Data tahun 2004 menunjukkan bahwa di kawasan ini ada 140 ladang minyak, 33 tanker melintas di Selat Sunda, dan 44 tanker yang lewat menuju Balongan^[7]. Oleh karenanya, diduga kejadian tumpahan minyak mungkin sudah terjadi sejak dahulu, tetapi baru mulai terekam dari tahun 2003^[8], dan terus berlanjut hingga sekarang (Tabel 26). Tumpahan minyak terjadi hampir setiap tahun dalam volume, frekuensi kejadian, dan dampak yang beragam. Penyebabnya adalah kecelakaan kapal atau kebocoran dalam proses eksplorasi dan pembuangan ilegal di tengah laut. Studi pencemaran minyak tahun 1984 menunjukkan

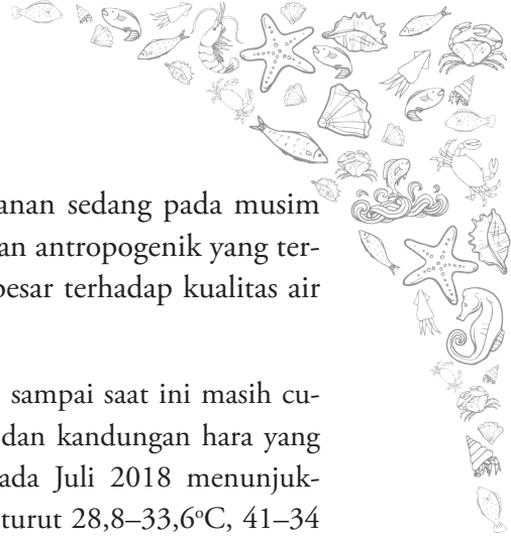


bahwa Kepulauan Seribu 200 kali lebih tercemar daripada Kepulauan Riau, Selat Makassar, dan Selatan Jawa^[9], dan umumnya terjadi pada musim peralihan antara Desember–Januari dan April–Mei^[10,11].

Tabel 26. Kasus Tumpahan Minyak di Teluk Jakarta 2003–2018^[12,13]

No	Waktu Kejadian	Kawasan yang Terdampak	Keterangan
1	2003 Desember	78 pulau termasuk Kawasan Taman Nasional Laut Kep. Seribu	
2	2004 April, Mei, Oktober, November	37 pulau termasuk perairan sebelah timur laut Pulau Pramuka dan Pulau Paniki. Pulau Kelapa dan Pramuka. Pulau Kelapa dan Pramuka Pulau Kotok	gumpalan minyak mentah setebal 4 sampai 5 sentimeter membentuk hamparan 1 hingga 2 kilometer di sekitar Pulau Kotok.
3	2006, Februari	Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu	
4	2008, Oktober	P. Pari, P. Tikus, P. Burung dan P. Payung	Lapisan minyak 1–20 cm, sehari 6000 kg yang terkumpul
5	2011, Februari, Maret dan Agustus	Pulau Putri, Pulau Payung, Pulau Tidung Kecil dan Pulau Tidung Besar.	Luas permukaan laut tertutup minyak di Pulau Payung sekitar 100 m ² dengan ketebalan mencapai 0,5 cm
6	2015	Pulau Pari, Pulau Bakor, Pulau Untung Jawa, dan Pulau Lancang.	Kapal karam
7	2016	Pulau Pramuka, Pulau Panggang dan Pulau Karya.	
8	2017, Oktober Nopember	P. Pari P. Panggang, P. Semak Daun, P. Air dan pulau sekitarnya yang terkena limbah	
9	2018, Maret dan April	P. Pari	mencemari pesisir pantai yang ada di Pulau Pari sepanjang 10 meter 30 karung minyak

Pulau Pari merupakan salah satu pulau destinasi wisata yang terletak di Kepulauan Seribu Selatan. Jaraknya dari daratan Jakarta hanya 31,4 km saja. Dari satu sisi menguntungkan karena wisatawan dapat dengan mudah mencapainya. Di sisi lain, hal ini menyebabkan kawasan perairan ini sangat rentan terhadap pengaruh antropogenik dari Teluk Jakarta. Pulau Pari

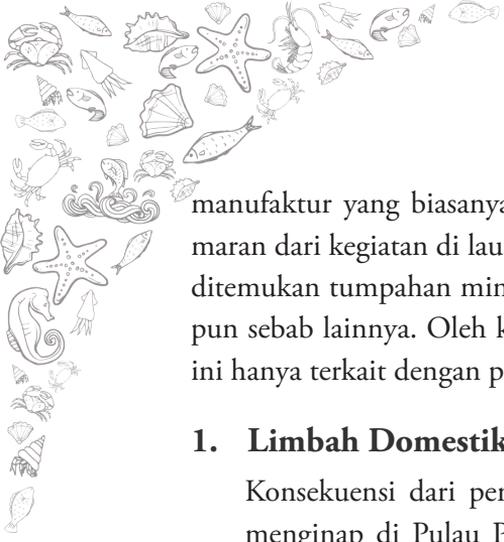


Kepulauan Seribu memiliki nilai indeks kerentanan sedang pada musim kering dan tinggi pada musim hujan^[14]. Gangguan antropogenik yang terjadi pada musim hujan akan berdampak lebih besar terhadap kualitas air daripada pada musim kering.

Kualitas air di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sampai saat ini masih cukup baik, dengan tingkat kejernihan yang tinggi dan kandungan hara yang memadai. Data fisika-kimia hasil pengukuran pada Juli 2018 menunjukkan kisaran suhu, salinitas, pH dan DO berturut-turut 28,8–33,6°C, 41–34 ppt, 7,69–8,07 dan 3,93–5,25 mg/L (data belum dipublikasikan). Data Mei 2016 menunjukkan bahwa kandungan nitrat, nitrit, dan amoniak di perairan tersebut berkisar antara 0,029–0,084 mg/L; 0–0,6 mg/L dan 0,007–0,23 mg/L. Kandungan fosfat dan silikatnya berkisar antara 0,003–0,006 mg/L dan 0,294–6,371 mg/L. Nilai kandungan oksigen terlarut (DO) di perairan Pulau Pari berkisar antara 4,57–8,01 mg/L dengan kadar rata-rata 5,72 mg/L. Secara umum, kandungan hara dan DO masih cukup baik. Namun, hal yang agak mengkhawatirkan adalah bahwa 3 titik pengamatan (Pulau Burung, Pulau Tikus dan Pantai Perawan) menunjukkan nilai DO yang sedikit di bawah ambang batas yang ditetapkan dalam baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu 5,0 mg/L. Di samping itu, kandungan nitrat di perairan Pulau Burung sudah sedikit melampaui ambang batas yang diizinkan dalam Permen LH 2004^[15]. Hal ini menunjukkan adanya penurunan kualitas perairan yang mungkin disebabkan oleh gangguan antropogenik, seperti aktivitas pariwisata dan tumpahan minyak yang terus berulang di perairan ini.

C. Pencemaran

Tingkat pencemaran yang terjadi di Pulau Pari Kepulauan Seribu dari waktu ke waktu semakin meningkat. Hal ini karena beban pencemaran semakin tinggi sejalan dengan peningkatan aktivitas penduduk dalam industri pariwisata dan aktivitas pelayaran di perairan ini. Sumber pencemaran dapat berasal dari darat (*land-based pollution*), kegiatan di laut (*marine-based pollution*) dan dari udara (*atmospheric deposition*). Pencemaran dari darat sangat potensial mengancam perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, karena limbah cair dan padat dari rumah tangga tidak dikelola dengan baik. Pencemaran dari udara mungkin ada, tetapi tidak signifikan karena di pulau ini tidak ada aktivitas industri



manufaktur yang biasanya menghasilkan limbah dalam bentuk uap. Pencemaran dari kegiatan di laut cukup mengkhawatirkan, terutama dari seringnya ditemukan tumpahan minyak, baik yang diakibatkan oleh kapal karam ataupun sebab lainnya. Oleh karena itu, pencemaran yang dibahas dalam tulisan ini hanya terkait dengan pencemaran domestik, sampah, dan minyak.

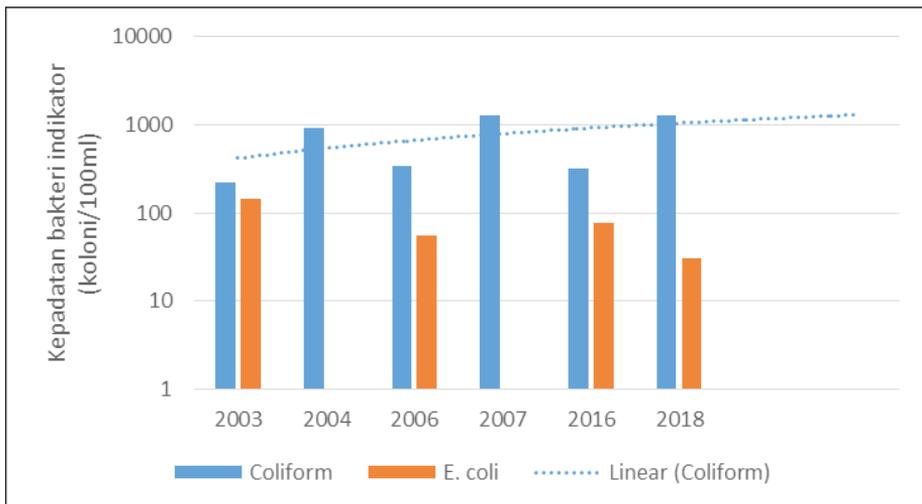
1. Limbah Domestik

Konsekuensi dari peningkatan jumlah penduduk dan pendatang yang menginap di Pulau Pari Kepulauan Seribu adalah peningkatan limbah rumah tangga (domestik). Limbah domestik umumnya terdiri atas tinja/feses, air kemih, buangan air limbah lain (kamar mandi, cucian, dan dapur). Jika limbah ini dikelola dengan baik, pembuangan sisa limbah ke laut tidak akan menimbulkan pencemaran. Akibatnya, sumber daya perairan dan kesehatan masyarakat akan terjaga. Namun, jika pengelolannya kurang baik, perairan pesisir akan tercemar mikroorganisme yang bersifat patogenik dan manusia yang memanfaatkan perairan pesisir tersebut akan mengalami masalah. Hal ini terjadi karena mikroorganisme asal usus/urine manusia dan binatang berdarah panas yang terbawa oleh limbah domestik akan masuk ke perairan pesisir dan laut dan berkembang di perairan pesisir yang subur. Jika limbah ini mengandung bakteri, parasit atau virus yang bersifat patogen tentunya akan sangat membahayakan. Bagi organisme laut, limbah tersebut dapat menimbulkan penyakit^[16,17]. Manusia yang memakan hasil laut (ikan, kerang, kepiting, dan lain-lain) yang ditangkap dari perairan tersebut akan terkontaminasi bibit penyakit (patogen) dan yang berenang berpotensi untuk terkena bibit penyakit.

Di berbagai negara, bakteri koliform dan fekal koli (*E. coli*) tetap digunakan sebagai alat *monitoring* untuk mengetahui keberadaan cemaran limbah domestik yang mengandung berbagai mikroba berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen, dan virus. Hal ini karena karakteristik bakteri tersebut dapat memenuhi persyaratan sebagai bakteri indikator. Selain itu, pemeriksaannya dapat dilakukan secara mudah, praktis, dan ekonomis. Jika kita tidak menggunakan indikator, pemeriksaan patogen cukup membahayakan, tidak mudah, dan biayanya pun cukup tinggi. Untuk perairan tropis, selain kedua bakteri tersebut (koliform dan fekal koli), disarankan pula pemeriksaan beberapa bakteri, se-

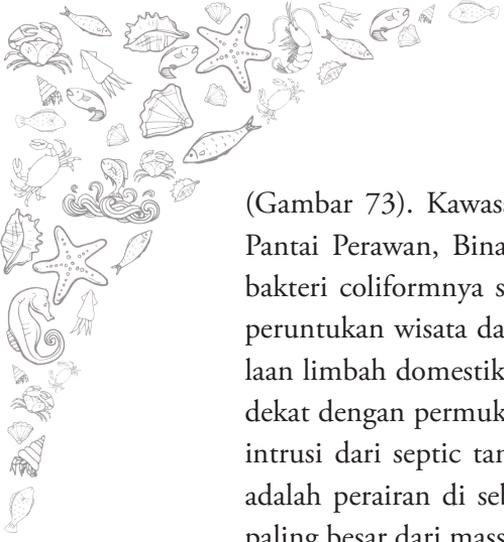
perti fekal *Streptococcus*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp*, enteric virus, dan bacteriofage^[18].

Pencemaran domestik di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dalam 15 tahun terakhir (2003–2018) mengalami peningkatan (Gambar 72). Dalam grafik ini, kepadatan bakteri *E.coli* belum melewati ambang batas (>200 MPN/100 ml) bagi peruntukan wisata bahari. Namun, kepadatan rata-rata bakteri koliform sejak 2004 mulai meningkat dan tahun 2007 sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Kep Men LH (2004), yakni 1000 MPN/100 ml bagi peruntukan biota laut dan wisata bahari. Kepadatan bakteri ini agak menurun pada pengamatan tahun 2006 dan 2016, mungkin karena pengambilan sampel dilakukan pada musim yang berbeda. Selain faktor volume limbah, suhu dan salinitas dapat memengaruhi jumlah bakteri indikator ini di laut. Sampai saat ini, Pulau Pari dan pulau-pulau di Kepulauan Seribu pada umumnya belum memiliki sarana pengelolaan limbah cair rumah tangga yang bersifat terpadu. Sebagian masyarakat memanfaatkan penggunaan septic tank.

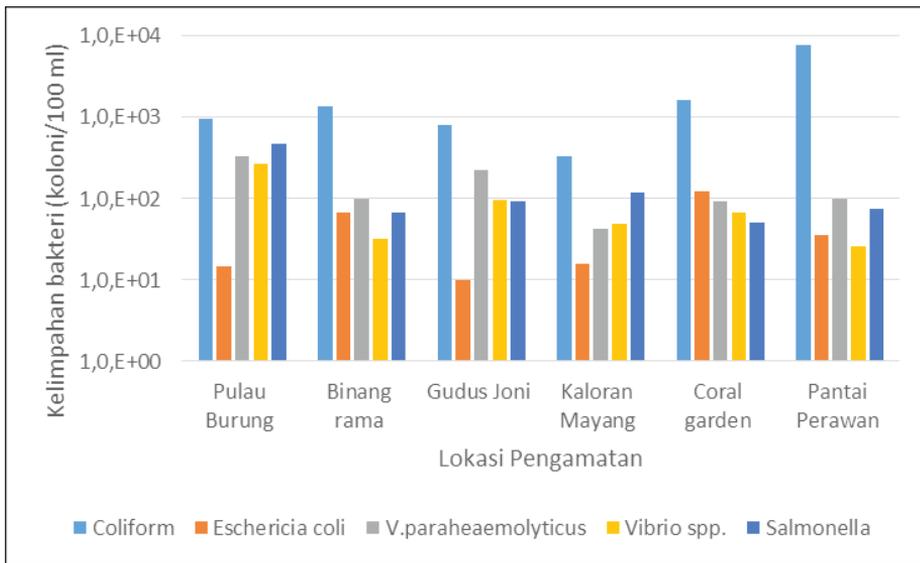


Gambar 72. Dinamika perkembangan jumlah kepadatan bakteri indikator pencemaran domestik 2003–2018 di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Hasil pengamatan di 6 titik pengamatan pada Juli 2018 menunjukkan bahwa perairan ini sudah tercemar limbah domestik. Bakteri koliform dan *E. coli* dapat ditemui di semua titik, demikian pula dengan bakteri patogennya, seperti *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio spp.*, dan *Salmonella*

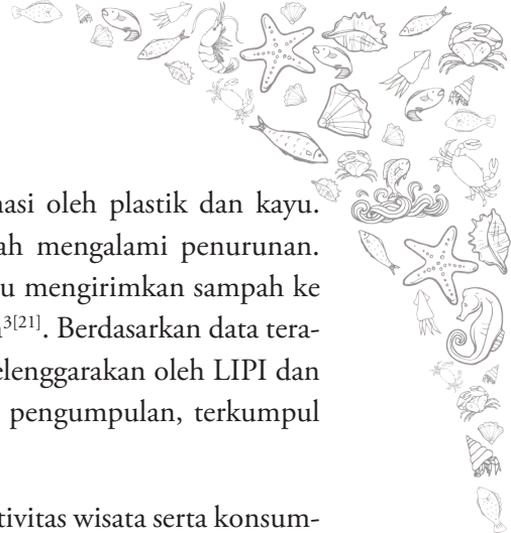


(Gambar 73). Kawasan yang perlu mendapat perhatian khusus adalah Pantai Perawan, Binang Rama, dan Coral Garden. Tingkat kepadatan bakteri coliformnya sudah melewati ambang batas yang diizinkan bagi peruntukan wisata dan biota laut. Hal ini karena tidak adanya pengelolaan limbah domestik yang memadai. Pantai Perawan dan Binang Rama dekat dengan permukiman penduduk sehingga berpotensi mendapatkan intrusi dari septic tank masyarakat. Sementara itu, areal Coral Garden adalah perairan di sebelah selatan Pulau Pari yang mendapat pengaruh paling besar dari massa air Teluk Jakarta.



Gambar 73. Distribusi Spasial Bakteri Indikator dan Bakteri Patogen di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu, Juli 2018

Sampah anorganik di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berasal dari dua sumber, yaitu dari masyarakat di pulau tersebut dan dari sampah yang berasal dari laut yang terdampar ke pesisir pulau. Hasil penelitian dalam periode 10 tahunan menunjukkan bahwa sampah di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mengalami peningkatan jumlah rata-ratanya, yaitu 140, 210, dan 449 potong berturut-turut pada 1985, 1995, dan 2005. Persentase tertinggi pada 2005 didominasi oleh kantong plastik, yakni 790 potong^[19]. Jika musim hujan, tumpukan sampah semakin banyak. Nailufar^[20] melaporkan bahwa sebanyak 10 meter kubik sampah atau setara dengan 10 ton memenuhi pantai Pulau Pari, Kepulauan Seribu pada

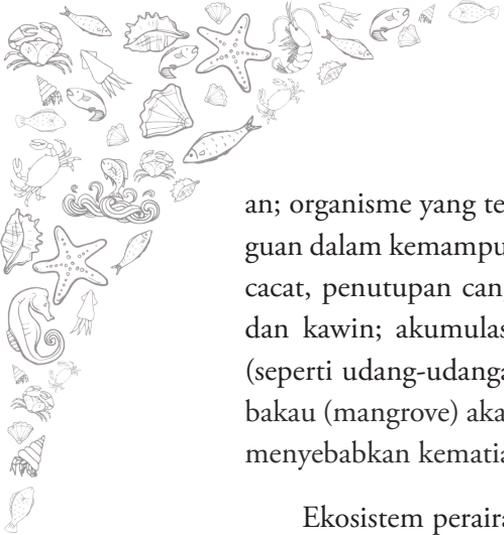


27/11/2018. Gumpalan sampah itu didominasi oleh plastik dan kayu. Namun pada musim kemarau jumlah sampah mengalami penurunan. Dalam seminggu, Pulau Pari Kepulauan Seribu mengirimkan sampah ke Kaliadem untuk diolah ke TPA sebanyak 68 m³[21]. Berdasarkan data terakhir kegiatan Coral Beach Clean Up yang diselenggarakan oleh LIPI dan Komunitas Sahabat Pulau Pari, selama 2 jam pengumpulan, terkumpul sampah seberat 194,5 kg[22].

Agar sanitasi perairan tetap terjaga dan aktivitas wisata serta konsumsi biota dari perairan ini tetap aman dan sehat, perlu dilakukan beberapa upaya perbaikan lingkungan. Dengan mempertimbangkan kecenderungan peningkatan jumlah penduduk dan wisatawan yang datang, serta karakteristik tanah yang berpasir, pemerintah perlu melakukan pembangunan IPAL terpadu untuk penanganan limbah domestik dan *monitoring* kualitas air di pesisir secara berkala. Terkait dengan penanganan sampah, masyarakat perlu diajak berpartisipasi memilah dan memanfaatkan sampah. Sampah organik ditangani di pulau untuk dimanfaatkan sebagai kompos, sementara sampah plastik dikumpulkan dan dikirim ke luar pulau untuk didaur ulang.

2. Pencemaran Minyak

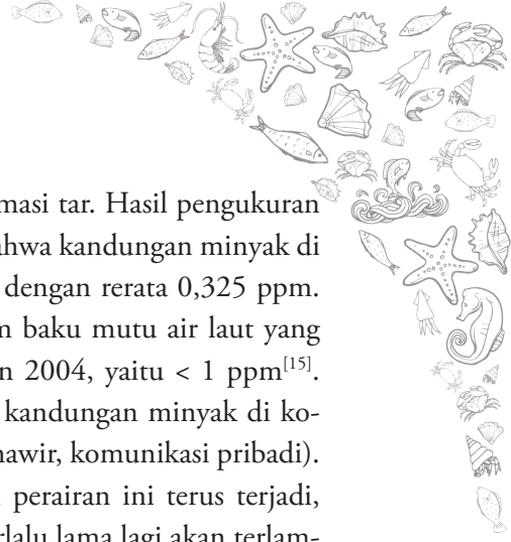
Tumpahan minyak di laut dampaknya merugikan, baik dalam jangka waktu pendek maupun panjang, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Kerugian tersebut dapat dialami oleh biota laut, ekosistem laut, dan manusia yang mengonsumsi biota laut tersebut. Penyebabnya adalah minyak petroleum memiliki kandungan senyawa hidrokarbon aromatik (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* = PAH) yang sangat berbahaya, di samping alkane, resin, dan aspal dan juga sifat karakteristik fisiknya yang mengapung di air. Tumpahan minyak petroleum akan mengganggu kehidupan organisme laut karena dapat menurunkan kualitas perairan (mengubah pH, kelarutan oksigen, kadar CO₂); menghalangi proses fotosintesis sehingga kandungan oksigen dalam air semakin menurun, pada akhirnya, rantai makanan di ekosistem tersebut akan terputus; molekul-molekul hidrokarbon dapat merusak membran sel biota laut, mengakibatkan keluarnya cairan sel dan masuknya bahan tersebut ke dalam sel; perpindahan daerah pemijahan, perkembangbiakan dan daerah perikan-



an; organisme yang terpapar hidrokarbon minyak akan mengalami gangguan dalam kemampuan tetas telur, tingkat kelulusan hidup, jumlah larva cacat, penutupan cangkang (pada kerang), kemampuan mencari makan dan kawin; akumulasi hidrokarbon di dalam tubuh organisme benthik (seperti udang-udangan, ikan, cacing, moluska, dan lain-lainnya); hutan bakau (mangrove) akan terganggu pertukaran gas pada akar napasnya dan menyebabkan kematian^[23].

Ekosistem perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, diduga sudah cukup lama mendapatkan tekanan cemaran minyak, meskipun kejadian tumpahan minyak di perairan ini baru mulai terekspos di media massa pada 2008 (Tabel 26). Penelitian terdahulu melaporkan bahwa di pantai selatan Pulau Pari dan Pulau Tikus banyak ditemui gumpalan minyak. Berat kandungan minyaknya dari gumpalan tersebut berkisar dari 3,03 gram/m²–70,65 gr/m², dengan nilai rata-rata minyak dalam tarbalnya 58,57 ± 26,5%^[24]. Untuk melihat perkembangan kondisi saat ini, studi tentang tingkat pencemaran minyak di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi pada Juni 2016. Tidak terlalu berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya, konsentrasi tertinggi minyak pada sedimen didapati di pantai timur Pulau Burung dan pantai selatan Pulau Pari (Pantai Bintang dan sebelah timur Pelabuhan). Hasil pengamatan di 6 stasiun menunjukkan bahwa kandungan minyak di sedimen permukaan Pulau Pari dan sekitarnya berkisar dari 10,67–67,29 mg/kg dengan nilai rerata 39,21 mg/kg. Kandungan minyak di sedimen perairan ini belum melampaui nilai ambang batas untuk sedimen (National Academy Sciences), yakni 100 mg/kg. Namun, pada saat kejadian tumpahan minyak tahun 2017, konsentrasi minyak rata-rata di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu meningkat menjadi 245,063 ppm di sedimen (Munawir, komunikasi pribadi). Tentu saja jika perairan ini terendam dalam waktu lama atau berlangsung berkali-kali, akan sangat membahayakan bagi biota laut dan ekosistem yang ada di sana.

Cemaran minyak yang sedang atau baru saja terjadi dapat teramati dari keberadaan minyak di kolom air. Hal ini karena minyak yang memasuki perairan akan mengalami berbagai proses seperti penyebaran, evaporasi, pelarutan, foto-oksidasi, dispersi, emulsifikasi, dan lain-lain yang membutuhkan waktu tertentu, sampai pada akhirnya minyak akan meng-

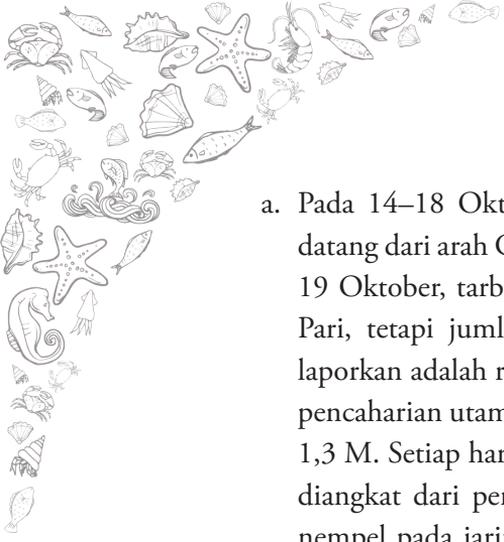


alami proses sedimentasi dan membentuk formasi tar. Hasil pengukuran di 6 titik sampling Juni 2016 menunjukkan bahwa kandungan minyak di kolom airnya berkisar antara 0,07–0,60 ppm dengan rerata 0,325 ppm. Nilai ini masih di bawah ambang batas dalam baku mutu air laut yang ditetapkan dalam Kepmen KLH No.51 tahun 2004, yaitu < 1 ppm^[15]. Namun, ketika terjadi tumpahan pada 2017, kandungan minyak di kolom air meningkat menjadi 41,957 ppm (Munawir, komunikasi pribadi). Oleh karena itu, jika pencemaran minyak di perairan ini terus terjadi, tidak tertutup kemungkinan batas ini tidak terlalu lama lagi akan terlampaui. Dampak pada kehancuran ekosistem dan ekonomi masyarakat pun akan segera terlihat.

Tumpahan minyak mengganggu iklim pariwisata di kawasan tersebut mengingat Pulau Pari adalah salah satu tujuan wisata favorit. Jika tidak ada penanganan yang serius, bukan hal yang mustahil jika kerusakan lingkungan akan semakin nyata karena terumbu karang dan mangrove yang rusak akibat tumpahan minyak membutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk bisa pulih kembali. Kejadian tumpahan minyak yang cukup masif di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tercatat terjadi empat kali dalam kurun waktu 2008–2018. Namun, penelitian yang spesifik tentang dampak pencemaran minyak di pulau ini belum dilakukan. Hancurnya budi daya rumput laut, rusaknya keindahan pesisir, ekosistem terumbu karang yang terganggu, dan berkurangnya diversitas serta kelimpahan biota laut bisa jadi diakibatkan oleh adanya cemaran minyak yang terus berulang.

Tumpahan minyak mentah dan jenis lainnya berulang kali mencemari Pulau Pari dan pulau-pulau lain di Kepulauan Seribu. Namun, hingga saat ini, belum diketahui pasti asal muasal tumpahan minyak tersebut, kecuali tumpahan akibat kapal karam pada 2015. Hal ini sangat memprihatinkan karena masyarakat tidak dapat meminta ganti rugi untuk kerugian secara ekonomi ataupun pemulihan lingkungannya.

Pencemaran akibat tumpahan minyak di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sudah terjadi berkali-kali. Namun, ada 4 kejadian yang cukup menonjol, yaitu pada 2008, 2015, 2017, dan 2018. Rangkuman dari kejadian tersebut sebagai berikut.



- a. Pada 14–18 Oktober 2008, tumpahan minyak yang diperkirakan datang dari arah Cilacap secara perlahan mengepung Pulau Pari. Pada 19 Oktober, tarball masih dapat teramati di seluruh perairan Pulau Pari, tetapi jumlahnya sudah agak berkurang. Kerugian yang dilaporkan adalah rusaknya budi daya rumput laut yang menjadi mata pencaharian utama masyarakat Pulau Pari saat itu—diduga mencapai 1,3 M. Setiap harinya diperkirakan sebanyak 6.000 kg minyak harus diangkat dari perairan di Kepulauan Seribu. Minyak tersebut menempel pada jaring tempat budi daya rumput laut, konstruksi dermaga, batu karang dan tumbuhan mangrove (Gambar 74–79). Pembersihan minyak dilakukan oleh masyarakat dengan bantuan teknis dari pihak CNOOC.



Gambar 74. Pasir Putih yang Tertutup Tumpahan Minyak Mentah, 15 Oktober 2008



Gambar 75. Pembersihan Jaring Tempat Budi Daya, 16 Oktober 2008



Gambar 76. Tumpahan Minyak Menempel pada Konstruksi Dermaga dan Karang di Pantai



Gambar 77. Tumpahan Minyak Bercampur dengan Sampah Pantai

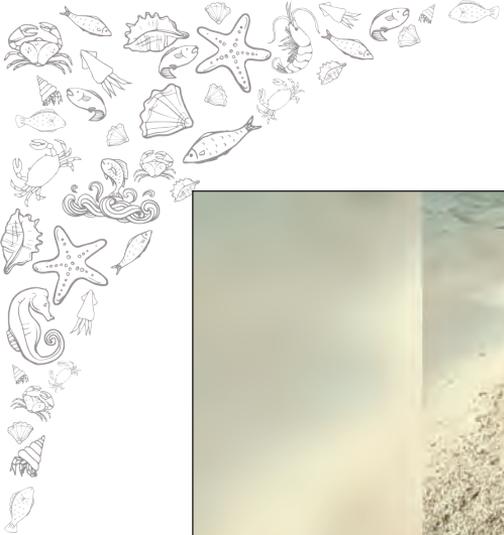


Gambar 78. Hamparan Tarbal di Pantai Timur Pulau Pari



Gambar 79. Tarbal yang Meleleh di Pantai Terkena Paparan Sinar Matahari

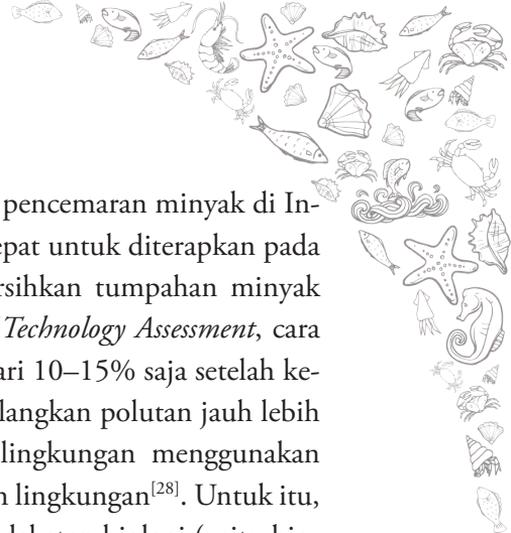
- b. Pada 2015, tumpahan minyak menyebar ke Pulau Pari, Pulau Bokor, Pulau Untung Jawa, dan Pulau Lancang. Tumpahan minyak awalnya teramati di Pulau Pari dan diduga berasal dari kapal karam. Bahan bakar minyak dari kapal tersebut menjadi sumber pencemaran sehingga menyebabkan air di lokasi karamnya kapal menjadi tercemar. Pihak Dinas Lingkungan Hidup Kepulauan Seribu pun langsung memulihkan kondisi air laut agar kembali jernih dengan menggunakan dispersan minyak atau menyiramkan deterjen antitoksik ke laut yang tercemar.
- c. Pada Maret 2018, Pulau Pari dan Pulau Tidung kembali tercemar tumpahan minyak mentah. Sebelumnya (November 2017), kawasan ini juga terkena tumpahan minyak, diduga dari kapal yang melintas pada malam hari. Petugas Penanganan Prasarana dan Sarana Umum (PPSU) langsung turun menangani tumpahan minyak dan sampah di pinggir pantai. Sebanyak 1,5 meter kubik limbah minyak yang telah bercampur sampah berhasil diangkat petugas dari lokasi Jembatan Cinta, pantai Pulau Tidung, dan sekitarnya^[13].
- d. Pada April 2018, tumpahan minyak muncul di bibir pantai Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hingga saat ini, belum diketahui asal minyak berwarna hitam itu. Minyak yang tercemar di pantai dikhawatirkan merusak ekosistem laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Langkah pembersihan di area tercemar dilakukan oleh sejumlah petugas kepolisian hingga PPSU Pulau Pari (Gambar 80)^[25].



Gambar 80. Pembersihan Sisa-sisa Minyak di Area Tercemar oleh PPSU^[25]

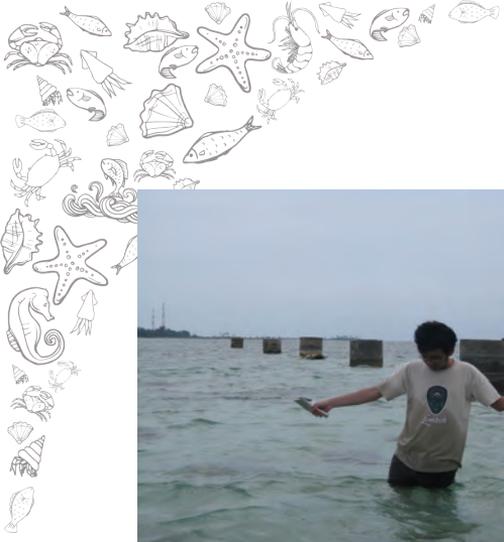
Gugusan Pulau Pari yang memiliki beberapa macam ekosistem sangat tepat dijadikan laboratorium alam tempat mempelajari ekosistem pesisir dan laut dangkal. Dalam kompleks ini terdapat ekosistem pantai berpasir, mangrove, terumbu karang, padang lamun, daratan pulau kecil yang memiliki kerentanan berbeda terhadap berbagai jenis polutan/pencemar. Nurfitri dkk.^[11] menunjukkan bahwa tingkat kerentanan pulau ini terhadap tumpahan minyak beragam dari tinggi, sedang, hingga rendah. Daerah yang memiliki kerentanan rendah dan sedang didapati di daerah *outer reef crest* dan laguna dalam, sedangkan kerentanan tinggi didapati di pantai yang berhutan bakau.

Untuk menghindari dampak negatif dari pencemaran minyak, dikenal tiga pendekatan, yaitu fisika, kimia, dan biologi^[26]. Pendekatan fisika adalah dengan melakukan pengambilan secara manual, pengumpulan dengan *oil boom*, dan penyedotan dengan *skimmer*. Pendekatan kimia yang paling umum adalah menggunakan senyawa biosurfaktan, seperti dispersan. Kedua cara ini



sudah cukup lama dilaksanakan untuk menangani pencemaran minyak di Indonesia. Penggunaan teknik-teknik ini mungkin tepat untuk diterapkan pada awal kejadian, tetapi jarang sekali dapat membersihkan tumpahan minyak secara tuntas dan menyeluruh. Menurut *Office of Technology Assessment*, cara mekanis hanya mampu memulihkan tidak lebih dari 10–15% saja setelah kejadian^[27]. Penggunaan bioremediasi untuk menghilangkan polutan jauh lebih murah jika dibandingkan dengan pembersihan lingkungan menggunakan teknik fisika. Di samping itu, teknik ini lebih ramah lingkungan^[28]. Untuk itu, teknik penanggulangan dengan menggunakan pendekatan biologi (yaitu bioremediasi) sangat dibutuhkan untuk memulihkan kembali lingkungan yang sudah tercemar.

Studi tentang teknik bioremediasi pantai tercemar minyak banyak dilakukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Gambar 81–82). Dari hasil penelitian TA 2007–2009 diperoleh 131 isolat bakteri yang dapat mendegradasi minyak, 10 di antaranya memiliki keunggulan yang tinggi dan telah dideterminasi^[29,30,31]. Dengan mempertimbangkan kemampuan tumbuh (hasil uji lab), terpilih 5 isolat dan 5 formula konsorsium yang mampu tumbuh di lingkungan laut dan pesisir dengan kemampuan mendegradasi minyak yang baik. Kondisi lingkungan (pH dan salinitas) memengaruhi kemampuan tumbuh ataupun mendegradasi minyak^[32]. Beberapa pupuk lepas produk lokal dapat digunakan sebagai biostimulan yang cukup efektif, bahkan salah satu menunjukkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan pupuk impor yang biasa digunakan dalam bioremediasi daerah tercemar minyak. Hasil penelitian di lapangan dengan pendekatan mesokosm menunjukkan bahwa perbedaan kondisi lingkungan (dhi. fisika, kimia dan biologi) dan jenis polutan menentukan keberhasilan teknologi atau jenis mikroba yang layak digunakan^[33]. Hasil penelitian di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan bahwa teknik ini mampu meningkatkan kecepatan degradasi minyak. Tanpa bantuan inokulasi bakteri dan pupuk, degradasi pantai tercemar minyak <1000 mg/kg diperkirakan akan selesai dalam waktu 403 hari, sedangkan dengan bantuan penambahan inokulan dan atau pupuk berkisar antara 141 sampai 249 hari.

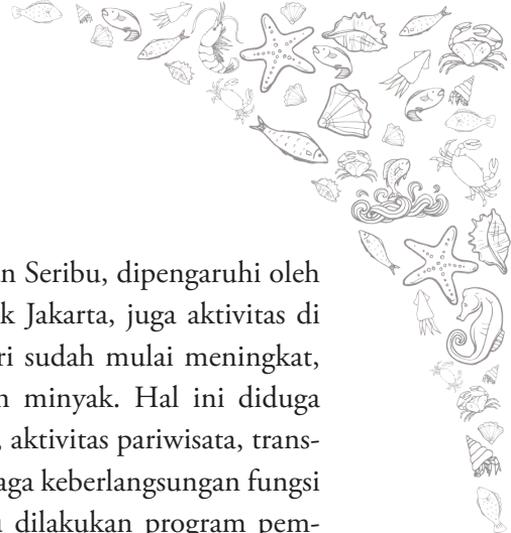


Gambar 81. Mesokosm dengan menggunakan kolom pasir yang ditanam di sumur beton di selatan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, selama tiga bulan.



Gambar 82. Pengujian aplikasi teknik bioremediasi menggunakan bakteri dan pupuk di pantai berpasir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tahun 2009.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

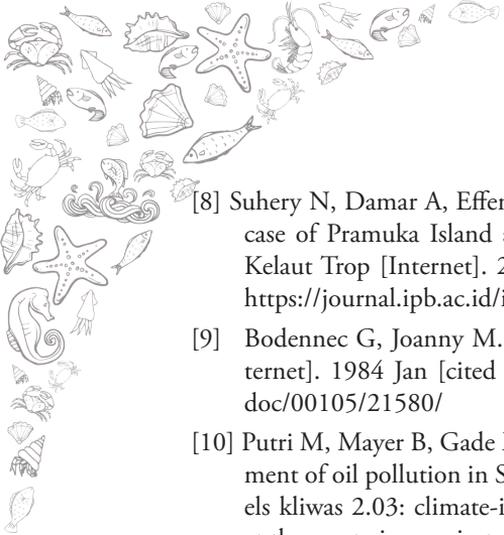


D. Kesimpulan

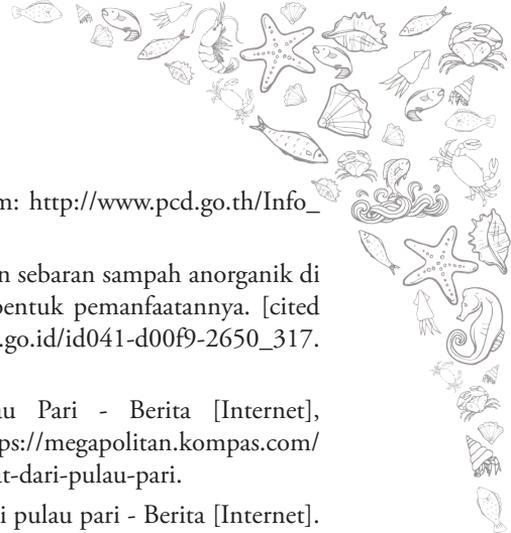
Kualitas lingkungan perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dipengaruhi oleh aktivitas di daratan di pulau tersebut dan di Teluk Jakarta, juga aktivitas di laut sekitarnya. Pencemaran di perairan Pulau Pari sudah mulai meningkat, khususnya terkait limbah domestik, sampah, dan minyak. Hal ini diduga diakibatkan oleh meningkatnya jumlah penduduk, aktivitas pariwisata, transportasi, dan eksplorasi minyak. Dalam upaya menjaga keberlangsungan fungsi ekosistem di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, perlu dilakukan program pembangunan IPAL terpadu, pemilahan dan pemanfaatan sampah, pengiriman sampah plastik ke pengepul/pulau lain, dan bioremediasi untuk pesisir yang tercemar minyak.

DAFTAR PUSTAKA

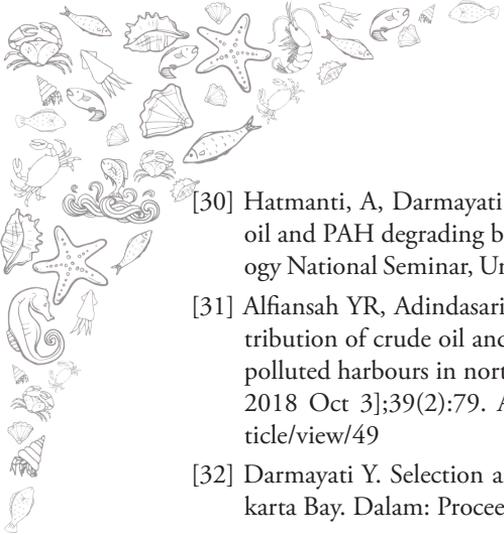
- [1] Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI. 5 Dekade LIPI di Teluk Jakarta: Review Penelitian Oseanografi di Teluk Jakarta. Rositasari R, Puspita R, Nurhati IS, Purbonegoro T, Yogaswara D, editor [Internet]. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI, Jakarta, 2017 [cited 2018 Aug 24] . 108 hal. Available from: <http://lipi.go.id/publikasi/5-dekade-lipi-di-teluk-jakarta/32273>
- [2] Mulia D. Alternatif pengembangan gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu sebagai obyek ekowisata bahari di DKI Jakarta [Internet]. IPB (Bogor Agricultural University); 2004 [cited 2018 Aug 24]. Available from: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/16520>
- [3] Triyono. The economic assessment and carrying capacity of Pari Island marine tourism in Thousand Islands of DKI Jakarta Province. 2013 [cited 2018 Aug 24]; Available from: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/63546>
- [4] Rosmawati A. Penilaian indeks kerentanan pulau-pulau kecil studi kasus: Pulau Pari, kepulauan seribu, DKI Jakarta. Thesis Pasca Sarj IPB. 2018 [cited 2018 Aug 24]; hlm. 84. Available from: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/92297>
- [5] Sachoemar SI. Karakteristik lingkungan perairan Kepulauan Seribu. Jurnal Air Indonesia [Internet]. 2008 [cited 2018 Aug 24]; 4(2):109-114. Available from: <https://www.neliti.com/publications/248650/karakteristik-lingkungan-perairan-kepulauan-seribu>
- [6] Farhan AR, Lim S. Ocean & coastal management vulnerability assessment of ecological conditions in seribu islands , Indonesia. Ocean Coast Manag [Internet]. 2012 [cited 2018 Aug 24];65:1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.04.015>
- [7] tempo.co. Lagi, tumpahan minyak ditemukan di Kepulauan Seribu. Tempo.co [Internet]. 2004 [cited 2018 Aug 27]. 1. Available from: <https://metro.tempo.co/read/42747/lagi-tumpahan-minyak-ditemukan-di-kepulauan-seribu>



- [8] Suhery N, Damar A, Effendi H. Coral reef ecosystem vulnerability index to oil spill: case of Pramuka Island and Belanda Island in Seribu Islands. *J Ilmu dan Teknol Kelaut Trop* [Internet]. 2017 Nov 2 [cited 2018 Aug 24];9(1):67. Available from: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/17918>
- [9] Bodennec G, Joanny M. Occurrence of tar pollution along shores in indonesia [Internet]. 1984 Jan [cited 2018 Aug 24]. Available from: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00105/21580/>
- [10] Putri M, Mayer B, Gade M, Rachmat Putri M, Setiawan A, Pohlmann T. The assessment of oil pollution in Seribu Islands based on remote sensing and numerical models kliwas 2.03: climate-induced changes of tidal parameters and sea state statistics at the coast view project samowatt view project [Internet]. 2016 [cited 2018 Aug 3]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/308022834>
- [11] Nurfitri S, Raihan M, Putri MR, Setiawan A, Gade M, Pohlmann T. Environmental assessment of Pari Island Towards oil spill using geographic information system (GIS): a preliminary study. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* [Internet]. 2018 Jun [cited 2018 Aug 24];162(1):012008. Available from: <http://stacks.iop.org/1755-1315/162/i=1/a=012008?key=crossref.d35f5255ae34674a61f5d1131baf08e2>
- [12] Saji Fathurrohman. Kepulauan seribu tak lepas dari pencemaran minyak oleh saji fathurrohman - Kompasiana.com [Internet]. 2015 [cited 2018 Aug 27]. p. 1. Available from: https://www.kompasiana.com/sadji_21/5509873c8133118e6ab1e1e1/keulauan-seribu-tak-lepas-dari-pencemaran-minyak
- [13] 4 Kasus tumpahnya minyak di pulau pari - kumparan [Internet]. [cited 2018 Sep 7]. Available from: <https://kumparan.com/@kumparannews/4-kasus-tumpahnya-minyak-di-pulau-pari>
- [14] Pusat Penelitian Oseanografi -LIPI. Pengembangan tehnik bioremediasi di kawasan tercemar minyak perairan pesisir teluk jakarta [Internet]. Jakarta; 2016. [tanggal sitasi 1 Oktober 2017] Available from: <http://lipi.go.id//>
- [15] KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR: 51 TAHUN 2004. [Internet]. 2004 [cited 2018 Aug 27]. p. 5. Available from: <https://newberkeley.files.wordpress.com/2013/12/kepmen-51-a-2004-baku-mutu-air-laut.pdf>
- [16] Health effects criteria for marine recreational waters - Victor J. Cabelli - Google Buku [Internet]. Health effects criteria for marine recreational waters. EPA-600/1-80-031 . 1983 [cited 2018 Sep 27]. Available from: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=6sjdjXqkycIC&oi=fnd&pg=PR8&dq=cabelli+1983&ots=xXPvTsQZbR&sig=joel8-zdHTwtuoTOMhYvZSrbtrM&redir_esc=y#v=onepage&q=cabelli+1983&f=false
- [17] Shehane SD, Harwood VJ, Whitlock JE, Rose JB. The influence of rainfall on the incidence of microbial faecal indicators and the dominant sources of faecal pollution in a Florida river. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2005 May 1 [cited 2018 Sep 27];98(5):1127–36. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.2005.02554.x>
- [18] Mcpherson C, Chapman P, Vigers G, Ong K-S. ASEAN marine water quality criteria contextual framework, principles, methodology and criteria for 18 parameters



- [Internet]. 1999 [cited 2018 Sep 27]. Available from: http://www.pcd.go.th/Info_Serv/documents/ASEAN-MarineWaterQuality1.pdf
- [19] Abrar M, Siringoringo RM. Struktur, kelimpahan dan sebaran sampah anorganik di perairan Kepulauan Seribu, Jakarta. Dampak dan bentuk pemanfaatannya. [cited 2018 Aug 24]. Available from: http://file.pksdmo.lipi.go.id/id041-d00f9-2650_317.pdf
- [20] Nailufar. 10 Ton Sampah Diangkat dari Pulau Pari - Berita [Internet], 2018 [cited 9 Apr 2020] Available from <https://megapolitan.kompas.com/read/2018/11/28/08233761/10-ton-sampah-diangkat-dari-pulau-pari>.
- [21] Suparni. KM Laut bersih angkut 68 kubik sampah di pulau pari - Berita [Internet]. 2017 [cited 2018 Oct 3]. Available from: <http://www.beritajakarta.id/read/43451/68-meter-kubik-sampah-diangkut-dari-pulau-pari-setiap-minggu#.XoRPyAxXIU>
- [22] Purningsih D. LIPI Kumpulkan 194,5 Kilogram sampah dari pesisir Pulau Pari. Greeners.Co [Internet]. 2018 [cited 2018 Oct 3]. Available from: <https://www.greeners.co/aksi/lipi-kumpulkan-1945-kilogram-sampah-dari-pesisir-pulau-pari/>
- [23] Peters EC, Gassman NJ, Firman JC, Richmond RH, Power EA. Ecotoxicology of tropical marine ecosystems. *Environ Toxicol Chem* [Internet]. 1997 Jan 1 [cited 2018 Oct 2];16(1):12–40. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/etc.5620160103>
- [24] Hutomo M, Djamali A. Fluktuasi gumpalan minyak (tarball) yang terdampar di Gugus pulau pari, wilayah pulau pulau seribu. Laporan ke IV, Penelitian bulan Juni - Agustus 1978. [Internet]. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional - LIPI; 1978. p. 13. Available from: www.pksdmo.lipi.go.id/HASIL_PENELITIAN.HTM
- [25] <https://beritapolitikhijau.com/indonesia-news/pantai-pulau-pari-tercemar-minyak/attachment/membersihkan-tumpahan-minyak/> [Internet] . Apri 8, 2018 [cited 2018 Oct 3]
- [26] Atlas RM. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective [Internet]. *MICROBIOLOGICAL REVIEWS*. 1981[cited 2018 Sep 10];34:180–209. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC281502/pdf/microrev00009-0186.pdf>
- [27] U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Coping With An Oiled Sea: An Analysis of Oil Spill Response Technologies*, OTA-BP-O-63 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, March 1990). [Internet]. 1990 [cited 2018 Oct 3]. Available from: <http://ota.fas.org/reports/9011.pdf>
- [28] Atlas RM. Petroleum biodegradation and oil spill bioremediation [Internet]. Vol. 31, *Marine Pollution Bulletin*. 1995 [cited 2018 Oct 3]. Available from: https://ac.els-cdn.com/0025326X95001132/1-s2.0-0025326X95001132-main.pdf?_tid=ba3d9f0c-745d-46ce-86a0-3c5b7ebc77cb&acdnat=1538557042_cad-7c7365f0578e8025b0b5711e12815
- [29] Darmayati Y, Harayama S, Yamazoe A, Hatmanti A, Sulistiani, Nuchsin R, dkk. Marine research in Indonesia. [Internet]. *Marine Research in Indonesia*. 2008 [cited 2018 Sep 10];33:55–64 p. Available from: <http://mrijournal.or.id/index.php/MRI/article/view/506/pdf>



- [30] Hatmanti, A, Darmayati Y. Characterization and phylogenetic analysis of potential oil and PAH degrading bacteria from Jakarta bay waters. Dalam: Preceeding of Biology National Seminar, Universitas Jenderal Sudirman, Purwokerto. 2009. p. 576–81.
- [31] Alfiansah YR, Adindasari M, Argarini M, Darmayati Y, Ruyitno. Isolation and distribution of crude oil and polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading bacteria from polluted harbours in north Jakarta. *Mar Res Indones* [Internet]. 2015 Nov 20 [cited 2018 Oct 3];39(2):79. Available from: <http://mrijournal.or.id/index.php/MRI/article/view/49>
- [32] Darmayati Y. Selection and characterization marine oil degrading bacteria from Jakarta Bay. Dalam: *Proceeding of Fisheries National Seminar 2009*. 2009. 497–507.
- [33] Darmayati Y, Sanusi HS, Prariono T, Santosa DA, Nuchsin R. Optimal bacterial density and fertilizer dosage for bioremediation of oil contaminated sandy beach: A case of cilacap, Indonesia. *Biotropia (Bogor)*. 2017;24(3).



BAB XIV

DINAMIKA OSEANOGRAFI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

CORRY CORVIANAWATIE DAN DEWI SURINATI

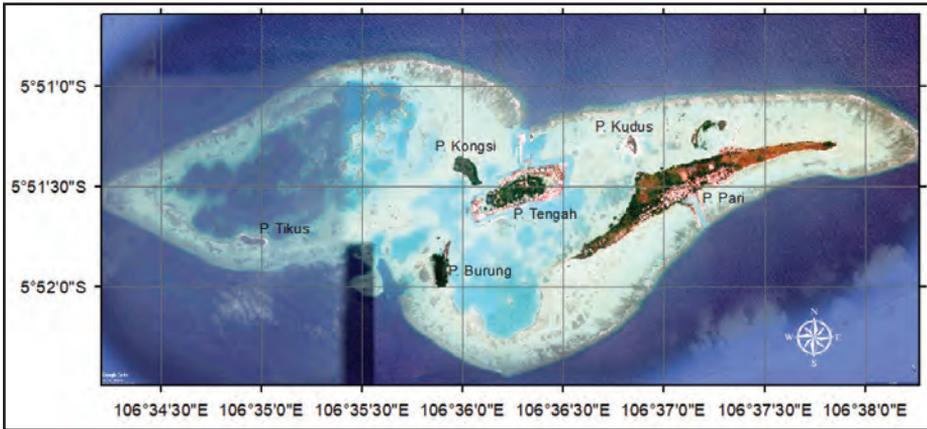
A. Pentingnya Analisis Dinamika Oseanografi

Komponen biotik dan abiotik merupakan dua hal yang saling berkaitan dalam membentuk ekosistem perairan pesisir. Pemahaman mengenai komponen biotik saja tidak cukup untuk menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di wilayah pesisir, termasuk di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Parameter fisis air laut meliputi arus laut, suhu, salinitas, dan elevasi atau tinggi muka air laut merupakan bagian dari komponen abiotik yang memiliki peran penting dalam memengaruhi dinamika ekosistem pesisir. Gambaran parameter fisis air laut atau disebut juga kondisi oseanografi, senantiasa berubah, baik secara spasial maupun temporal. Perubahan kondisi parameter fisis air laut terhadap ruang dan waktu ini selanjutnya disebut dinamika oseanografi.

Setiap wilayah perairan memiliki dinamika oseanografi yang unik. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti lokasi perairan, batimetri (topografi dasar) perairan, jenis sedimen dasar perairan, keberadaan sungai atau estuari, morfologi pantai, dan kondisi meteorologi (cuaca dan iklim). Berdasarkan lokasinya, Gugusan Pulau Pari terletak di sebelah utara Teluk Jakarta, dan termasuk dalam Perairan Laut Jawa. Area ini dikategorikan sebagai perairan dangkal dengan batimetri yang bervariasi antara 0 hingga 40. Kondisi pantai didominasi oleh pantai berpasir putih, pantai berbatu, dan pantai yang ditumbuhi mangrove^[1]. Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga memiliki



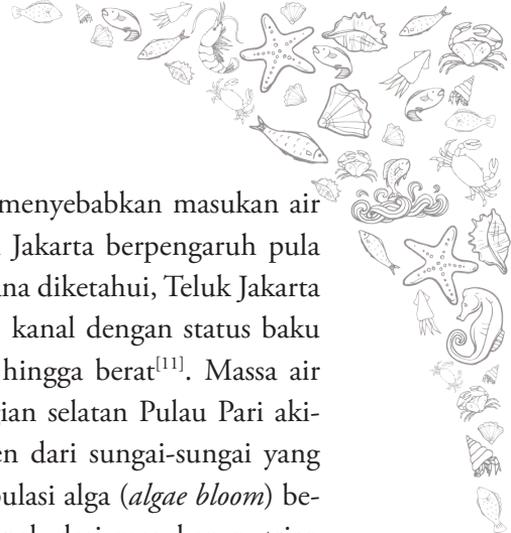
geometri yang unik dengan adanya laguna (*lagoon*) di bagian dalam dan dikelilingi oleh gugusan terumbu karang (*atoll*) di sisi luar (Gambar 83). Berdasarkan lokasi dan geometri tersebut, dinamika oseanografi di area Gugusan Pulau Pari memiliki karakteristik yang hampir sama dengan Perairan Laut Jawa. Sebagaimana diketahui, kondisi oseanografi di Laut Jawa secara dominan dipengaruhi oleh sistem angin monsun dan pasang surut^[2].



Gambar 83. Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu terdiri dari enam pulau, yaitu Pulau Pari, Pulau Tengah, Pulau Kudus, Pulau Kongsi, Pulau Burung, dan Pulau Tikus. Pulau Pari merupakan pulau terluas dalam gugus ini dengan luas 41.32 ha^[3].

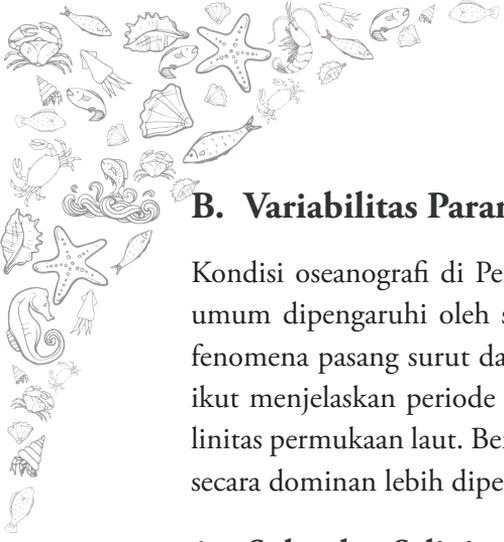
Sistem angin monsun dan pasang surut merupakan gaya penggerak utama perairan Pulau Pari dalam skala bulanan dan harian. Namun, beberapa fenomena iklim dan cuaca lainnya, seperti *Indian Ocean Dipole* (IOD)^[4], *El Nino Southern Oscillation* (ENSO)^[5], *Madden-Julian Oscillation* (MJO)^[6], dan cuaca ekstrem juga dapat memengaruhi kondisi oseanografi di perairan tersebut. Kondisi ini dapat berdampak pada beberapa biota laut yang memiliki ambang batas suhu dan salinitas tertentu untuk dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Sebagai contoh, fenomena ENSO/IOD dapat menyebabkan peningkatan ataupun penurunan suhu permukaan laut secara signifikan, kemudian dapat memicu terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*)^[7-9]. Kenaikan suhu permukaan laut di atas nilai suhu rata-rata klimatologis sebesar $\geq 1,0^{\circ}\text{C}$ mengindikasikan adanya tekanan (*stress*) termal di lingkungan perairan dan berpotensi menyebabkan pemutihan karang^[10].

Lebih jauh, dinamika oseanografi tidak hanya berpengaruh terhadap biota laut yang hidup di wilayah pesisir, tetapi juga lingkungan pesisir yang dihuni masyarakat. Lokasi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang relatif



dekat dari daratan utama DKI Jakarta (± 37 km) menyebabkan masukan air tawar dari sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta berpengaruh pula terhadap kondisi oseanografi di area ini. Sebagaimana diketahui, Teluk Jakarta merupakan tempat bermuaranya 13 sungai dan 2 kanal dengan status baku mutu air sungai dalam kategori tercemar ringan hingga berat^[11]. Massa air yang relatif lebih keruh sering kali terlihat di bagian selatan Pulau Pari akibat adanya masukan air tawar bercampur sedimen dari sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta. Fenomena ledakan populasi alga (*algae bloom*) beberapa kali ditemui di Teluk Jakarta sebagai dampak dari masukan nutrisi berlebih dari sungai menuju laut^[12]. Pada kondisi yang lebih ekstrem, Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sering kali menjadi area terdamparnya sampah-sampah dari Teluk Jakarta. Berdasarkan informasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa dinamika oseanografi memegang peranan penting terhadap kehidupan biota laut dan lingkungan pesisir. Oleh karena itu, kajian secara menyeluruh sangat diperlukan untuk memahami lebih baik kondisi oseanografi terkini di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Bab ini mengulas bagaimana potensi pengaruh variabilitas parameter fisis oseanografi terhadap ekosistem perairan pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Data-data yang ditampilkan dalam pembahasan ini merupakan ulasan dari hasil-hasil penelitian dalam kurun waktu 2016–2018. Data parameter fisis oseanografi meliputi suhu permukaan laut, salinitas permukaan laut, arus permukaan laut, dan elevasi permukaan laut diukur secara berkala pada periode tahun 2016–2018. Data suhu dan salinitas permukaan laut diperoleh dari hasil pengukuran secara *in situ* menggunakan *HOBO temperature logger*. Pengukuran secara *time series* (deret waktu) suhu permukaan laut pada periode November 2016–Maret 2018 dilakukan untuk mengetahui variabilitas musiman dan hariannya. Data arus permukaan laut diukur menggunakan *recording current meter* (RCM) Aanderaa dalam periode 25 jam untuk mengetahui pengaruh pasang surut terhadap arus laut di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Selanjutnya, untuk mengetahui pola pasang surut di Pulau Pari Kepulauan Seribu, dilakukan analisis data historis pasang surut perairan tersebut yang diperoleh dari *University of Hawaii Sea Level Center* (UHSLC) dan data pengukuran *in situ* menggunakan palem pasang surut. Untuk mendukung pembahasan pada artikel ini, dilakukan pula ulasan literatur hasil-hasil penelitian terdahulu di area perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

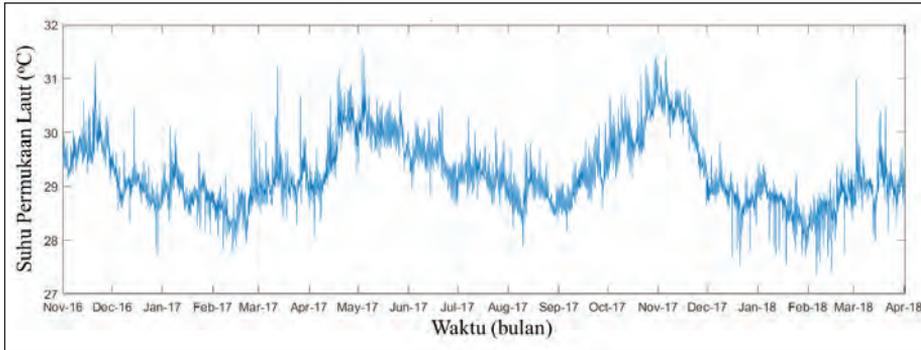


B. Variabilitas Parameter Fisis Oseanografi

Kondisi oseanografi di Perairan Pulau Pari memiliki variabilitas yang secara umum dipengaruhi oleh sistem angin monsun dalam periode tahunan dan fenomena pasang surut dalam periode harian dan bulanan. Pembahasan berikut menjelaskan periode tahunan yang dominan terlihat pada suhu dan salinitas permukaan laut. Berbeda halnya tinggi muka air laut dan arus laut yang secara dominan lebih dipengaruhi oleh fenomena pasang surut.

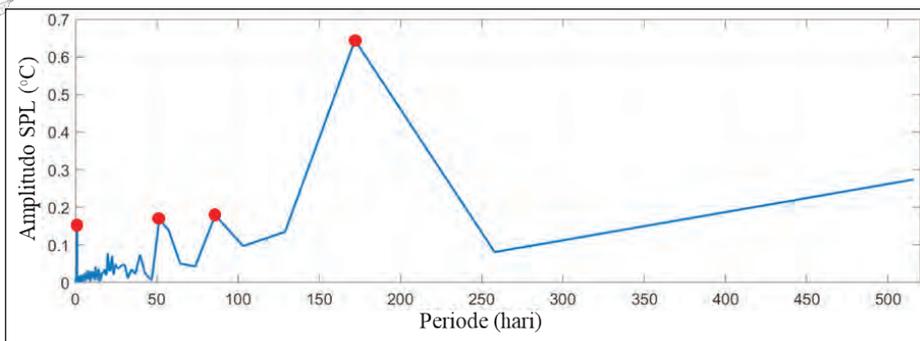
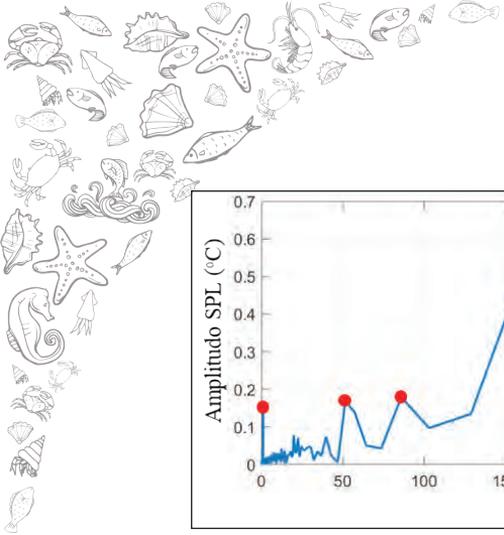
1. Suhu dan Salinitas Permukaan Air Laut

Suhu permukaan laut (SPL) rata-rata di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berdasarkan hasil pengukuran pada bulan November 2016–Maret 2018 sebesar 29,25°C. Pada periode pengukuran tersebut, tercatat SPL maksimum sebesar 31,59°C dan SPL minimum sebesar 27,33°C. Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki pola musiman saat terjadi dua puncak suhu maksimum dan minimum dalam satu tahun (Gambar 84). SPL maksimum terjadi pada Mei dan November 2017, sedangkan SPL minimum terjadi pada Februari dan September 2017. Variabilitas SPL tersebut dipengaruhi oleh sistem angin monsun yang berembus di perairan Indonesia^[2,13]. Puncak SPL maksimum bertepatan dengan terjadinya Monsun Peralihan I (monsun barat laut menuju monsun tenggara) dan Monsun Peralihan II (monsun tenggara menuju monsun barat laut). Pada kondisi monsun peralihan, kecepatan angin sangat lemah dan pemanasan matahari lebih intensif dalam meningkatkan SPL. Sebaliknya, SPL minimum bertepatan dengan terjadinya puncak Monsun barat laut dan Monsun tenggara. Pada kondisi tersebut, kecepatan angin sangat kuat sehingga proses pencampuran vertikal air laut juga lebih kuat. Pencampuran antara massa air di permukaan yang relatif hangat dengan massa air pada lapisan di bawahnya yang relatif lebih dingin menghasilkan SPL yang lebih rendah pada puncak Monsun barat laut dan tenggara.



Gambar 84. Hasil pengukuran secara *in situ* SPL di sebelah selatan Pulau Pari menggunakan HOBO temperature logger pada November 2016–Maret 2018. Logger dipasang pada kedalaman ~5 M di daerah perlindungan biota laut Pulau Pari.

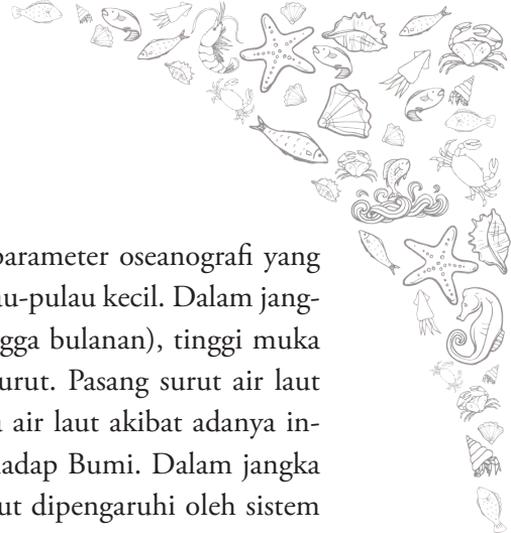
Transformasi data SPL deret waktu (Gambar 84) menjadi deret periode (periodogram) (Gambar 85) menunjukkan bahwa SPL di perairan Pulau Pari tidak hanya terjadi bervariasi dalam skala musiman^[14,15]. Selain amplitudo maksimum SPL sebesar 0,64°C pada periode 172 (~6 bulan) yang menjelaskan variasi musiman, terlihat pula adanya amplitudo SPL sebesar 0,14°C pada periode 58 hari (~2 bulan) dan 0,18°C pada periode 86 hari (~3 bulan). Sinyal yang cukup signifikan pada periode 58 dan 86 hari tersebut diduga berkaitan dengan sinyal antar-musiman (intra-seasonal) yang diduga disebabkan oleh fenomena *Madden-Julian Oscillation*^[12] atau *monsoon break*. Pada periode yang lebih singkat, (dalam skala harian), SPL diduga dipengaruhi oleh intensitas dan lama penyinaran matahari, serta pasang surut air laut^[13]. Penyinaran matahari mentransferkan panas dari atmosfer ke permukaan laut sehingga SPL menjadi lebih hangat. Pasang surut air laut memengaruhi proses pencampuran antar-lapisan air laut. Variabilitas SPL dalam periode 24 jam (1 hari) memiliki amplitudo sebesar 0,16°C (Gambar 85).



Gambar 85. Periodogram SPL perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu dalam rentang waktu November 2016 hingga Maret 2018. Puncak data pada periodogram (tanda berwarna merah) merupakan periode amplitudo SPL dominan.

SPL maksimum harian rata-rata terjadi pada pukul 14:00 hingga 16:00. Kondisi ini terjadi karena air laut memiliki kapasitas panas yang lebih besar daripada udara. Kapasitas panas udara yang rendah menyebabkan suhu udara memiliki fluktuasi yang lebih cepat akibat proses pemanasan maupun pendinginan^[13]. Berbeda dengan air laut, proses pemanasan air laut tidak serta merta menyebabkan suhu air laut menjadi hangat secara seketika, tetapi memerlukan rentang waktu tertentu untuk mencapai suhu maksimum^[13]. Sebaliknya, kalor yang disimpan oleh air laut tidak cepat hilang karena tingginya kapasitas panas air laut. Oleh karena itu, panas yang disimpan dalam air laut akan bertahan lebih lama dibandingkan dengan panas yang disimpan oleh udara.

Berbeda halnya dengan suhu permukaan laut yang sudah diukur dalam rentang waktu yang cukup lama (mencapai 1,5 tahun), pengukuran salinitas air laut secara kontinu dilakukan dalam periode yang lebih singkat, yakni selama ± 3 bulan. Pengukuran salinitas air laut dilakukan pada 14 April–21 Juli 2018. Periode pengukuran tersebut mewakili kondisi musim peralihan menuju musim timur. Adapun variasi nilai salinitas permukaan laut yaitu berada pada rentang 26,8 hingga 30,34 PSU. Adanya penurunan nilai salinitas hingga nilai 26,8 PSU diduga disebabkan oleh adanya anomali curah hujan yang cukup tinggi pada periode tertentu yang selanjutnya menyebabkan tingginya masukan air tawar, baik secara langsung dari atmosfer maupun dari sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta.

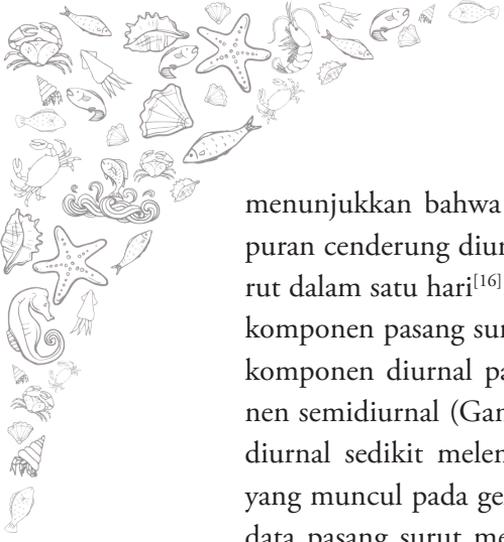


2. Tinggi Muka Air Laut

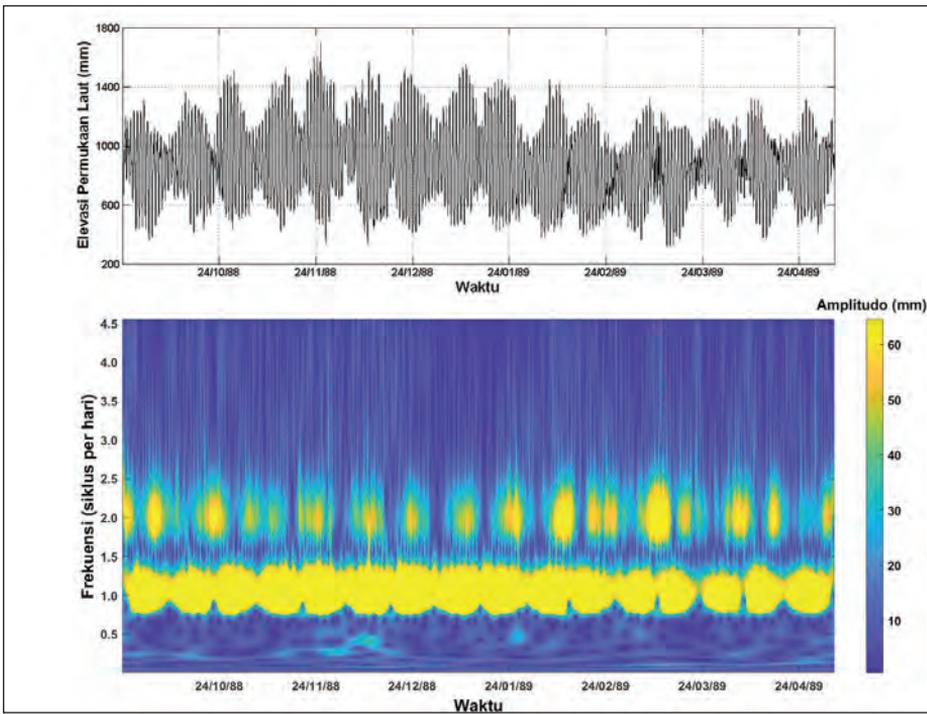
Tinggi muka air laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang penting untuk dikaji, khususnya di pesisir pulau-pulau kecil. Dalam jangka waktu yang singkat (pada skala harian hingga bulanan), tinggi muka air laut dipengaruhi oleh fenomena pasang surut. Pasang surut air laut merupakan gerakan naik dan turunnya muka air laut akibat adanya interaksi gaya gravitasi bulan dan matahari terhadap Bumi. Dalam jangka waktu yang lebih panjang, tinggi muka air laut dipengaruhi oleh sistem angin monsun, fenomena iklim global (seperti ENSO dan IOD), serta perubahan iklim. Pengukuran tinggi muka air laut dalam jangka waktu yang panjang dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui adanya tren kenaikan atau penurunan tinggi muka air laut. Informasi terkait tren perubahan tinggi muka air laut tersebut sangat penting untuk diketahui karena Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk dalam pulau-pulau kecil dengan topografi daratan yang relatif datar. Pulau-pulau kecil dengan topografi daratan yang relatif datar lebih rentan terhadap kenaikan tinggi muka air laut. Apabila kenaikan muka air laut mencapai atau melebihi batas tertinggi topografi daratan, sangat dimungkinkan eksistensi pulau tersebut akan terancam. Beberapa indikasi adanya dampak kenaikan muka air laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dijelaskan pada subbab 3.

Pengukuran tinggi muka air laut telah dilakukan oleh Badan Informasi Geospasial di Pulau Pari Kepulauan Seribu pada 1988–1990. Namun, pengukuran tinggi muka air laut tersebut tidak berlanjut hingga saat ini. Oleh karena itu, informasi terkait tren kenaikan atau penurunan tinggi muka air laut di area perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu belum dapat diketahui. Pada 2018, Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI mulai melakukan pengukuran elevasi air laut secara kontinu. Studi tentang tinggi muka air laut ini pada beberapa tahun mendatang diharapkan dapat memberikan informasi tren kenaikan atau penurunan, peran perubahan iklim terhadap kenaikan atau penurunan elevasi air laut, serta langkah-langkah yang tepat untuk adaptasi dan mitigasinya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Studi awal analisis tinggi muka air laut dibatasi pada analisis tipe pasang surut dan prediksinya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hasil studi

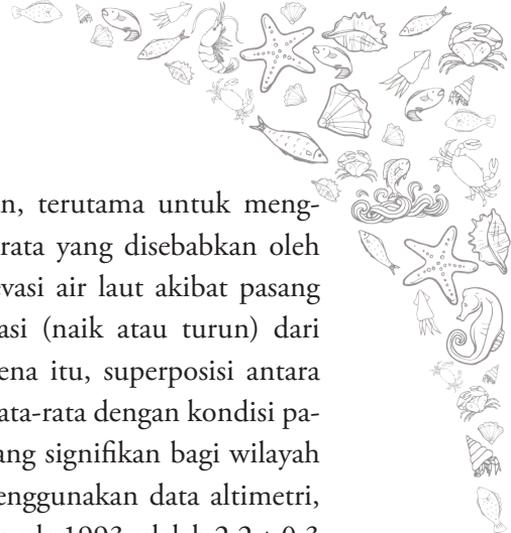


menunjukkan bahwa pasang surut air laut di sana memiliki tipe campuran cenderung diurnal, yakni terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari^[16]. Meskipun begitu, terlihat adanya variasi kekuatan komponen pasang surut terhadap waktu. Pada kondisi pasang purnama, komponen diurnal pasang surut jauh lebih dominan daripada komponen semidiurnal (Gambar 86). Pada kondisi pasang perbani, komponen diurnal sedikit melemah sehingga terlihat ada komponen semidiurnal yang muncul pada gelombang pasang surut. Studi terkait prediktabilitas data pasang surut menggunakan hasil observasi tahun 1988–1990 untuk memprediksi pasang surut tahun 2016 juga telah dilakukan^[16]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesesuaian prediksi pasang surut dengan data observasi memiliki akurasi fase gelombang pasang surut sebesar 85% dan akurasi amplitudo gelombang pasang surut sebesar 11,98 cm. Studi prediksi tinggi muka air laut yang diakibatkan oleh pasang surut ini belum cukup akurat, tetapi dapat ditingkatkan dengan penggunaan data-data observasi terbaru di area ini.



Gambar 86. Data pasang-surut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pada 24 September 1988 hingga 24 April 1989 dalam bentuk grafik (atas) dan wavelet transform (bawah). Penggambaran menggunakan wavelet transform digunakan untuk memudahkan pembacaan variabilitas kekuatan komponen diurnal dan semidiurnal pasang surut terhadap waktu^[16].

Buku ini tidak diperjualbelikan.

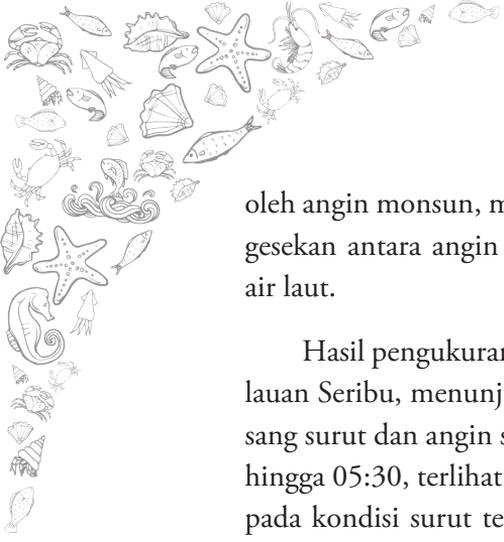


Studi lebih lanjut masih perlu dilakukan, terutama untuk menganalisis perubahan tinggi muka air laut rata-rata yang disebabkan oleh perubahan iklim. Sebagaimana diketahui, elevasi air laut akibat pasang surut ataupun sistem angin monsun berosilasi (naik atau turun) dari ketinggian muka air laut rata-rata. Oleh karena itu, superposisi antara kejadian kenaikan muka tinggi muka air laut rata-rata dengan kondisi pasang tertinggi berpotensi memiliki dampak yang signifikan bagi wilayah pesisir. Berdasarkan data penelitian global menggunakan data altimetri, laju peningkatan tinggi muka air laut rata-rata pada 1993 adalah $2,2 \pm 0,3$ mm/tahun. Laju peningkatan tinggi muka air laut rata-rata meningkat hingga $3,3 \pm 0,3$ mm/tahun pada 2014^[17]. Peningkatan laju ini disebabkan oleh mencairnya es di wilayah kutub yang selanjutnya menyebabkan peningkatan tinggi muka air laut^[17].

3. Arus Permukaan Laut

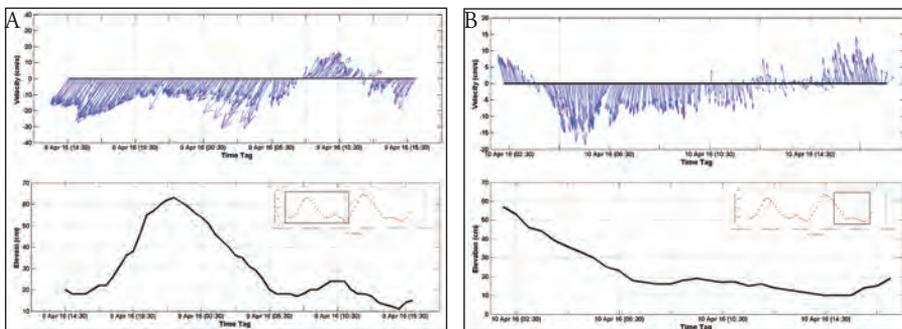
Arus laut merupakan parameter oseanografi yang memiliki peran penting dalam proses perpindahan massa di laut. Arus laut dapat menggerakkan partikel-partikel, baik yang berukuran kecil hingga berukuran besar, bergantung pada kekuatan arusnya. Arus laut di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki peran penting dalam proses persebaran nutrien di perairan yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh biota laut. Namun, dalam banyak kasus, arus laut juga memiliki dampak negatif, terutama terkait dengan penyebaran zat-zat pencemar menuju ke pesisir Pulau Pari.

Beberapa survei oseanografi telah dilakukan untuk mengukur arus laut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hasil pengukuran pada April 2016 di Daerah Perlindungan Biota Laut (bagian selatan Pulau Pari) dengan sistem *mooring* menunjukkan kekuatan arus laut di Pulau Pari berkisar antara 0–0,30 m/s (Gambar 87). Rentang kekuatan arus di perairan tersebut hampir sama dengan hasil-hasil pengukuran sebelumnya di Teluk Jakarta maupun Laut Jawa^[2]. Rentang kecepatan arus permukaan tersebut berada dalam batas normal kecepatan arus di area perairan dangkal yang secara dominan dipengaruhi oleh pasang surut dan kekuatan angin monsun. Arus pasang surut dibangkitkan oleh gerakan naik dan turunnya muka air laut yang diakibatkan oleh pasang surut, kemudian menggerakkan massa air dalam arah horizontal. Sementara itu, pada arus yang dibangkitkan

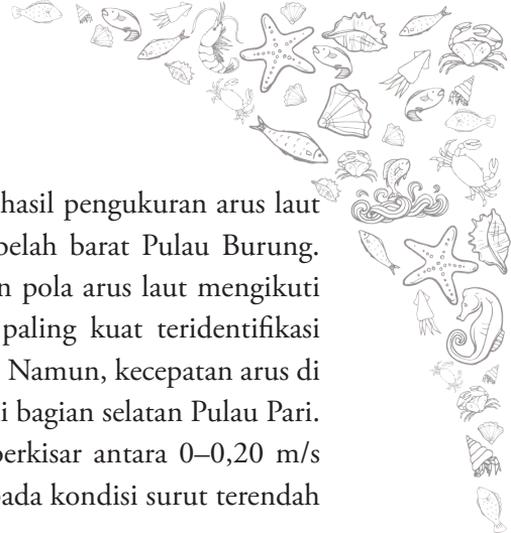


oleh angin monsun, mekanisme pergerakan massa airnya disebabkan oleh gesekan antara angin yang berembus di permukaan dengan permukaan air laut.

Hasil pengukuran arus permukaan laut di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan adanya arus laut yang dibangkitkan oleh pasang surut dan angin saling berinteraksi satu sama lain. Pada pukul 14:30 hingga 05:30, terlihat dominasi gerakan arus laut ke arah barat daya, baik pada kondisi surut terendah maupun pasang tertinggi. Namun, terlihat adanya perbedaan kekuatan arus laut, di mana arus laut cenderung lebih kuat pada saat kondisi surut dibandingkan pada saat kondisi pasang. Hal ini disebabkan oleh adanya peran angin permukaan dari arah timur laut yang mendorong arus laut bergerak ke arah barat daya (Gambar 87). Sebagaimana diketahui pada bulan April, di perairan Laut Jawa sedang terjadi peralihan monsun dari barat laut menuju monsun tenggara^[2,13]. Tidak konsistennya kekuatan angin pada peralihan monsun tersebut terlihat pula pada hasil pengukuran pada jam 10:30 hingga 15:30 (tanggal 9 April 2016) di mana pola arus cenderung mengikuti pola gelombang pasang surutnya. Kondisi ini sangat umum terjadi. Ketika kekuatan angin permukaan sangat lemah, pembangkitan arus laut oleh angin akan sangat lemah pula. Oleh karena itu, pola arus yang dominan terlihat adalah pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang menyatakan kecepatan arus laut berkisar antara 0,014–0,41 m/s^[18].



Gambar 87. Arus permukaan laut yang diukur secara *in situ* di daerah perlindungan biota laut (selatan Pulau Pari pada (A) 8–9 April 2016 dan (B) di sebelah barat Pulau Burung pada 10 April 2016^[19].

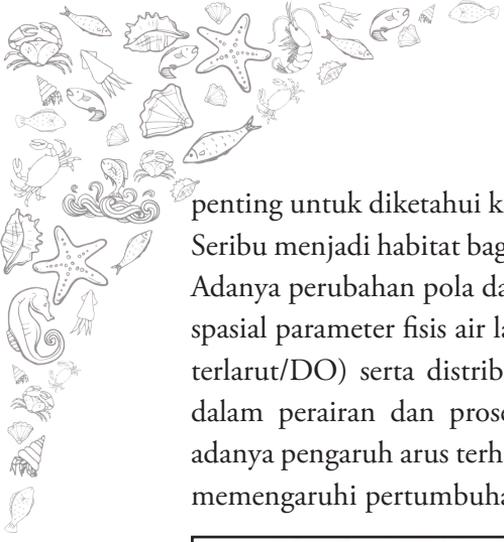


Kondisi yang hampir sama terlihat pada hasil pengukuran arus laut tanggal 10 April 2016 yang dilakukan di sebelah barat Pulau Burung. Kecepatan angin yang melemah menyebabkan pola arus laut mengikuti pola gelombang pasang surutnya; arus laut paling kuat teridentifikasi pada perubahan kondisi pasang menuju surut. Namun, kecepatan arus di area ini lebih lemah daripada kecepatan arus di bagian selatan Pulau Pari. Kecepatan arus permukaan laut di area ini berkisar antara 0–0,20 m/s (Gambar 87). Arus paling lemah ditemukan pada kondisi surut terendah atau disebut juga *slack water*.

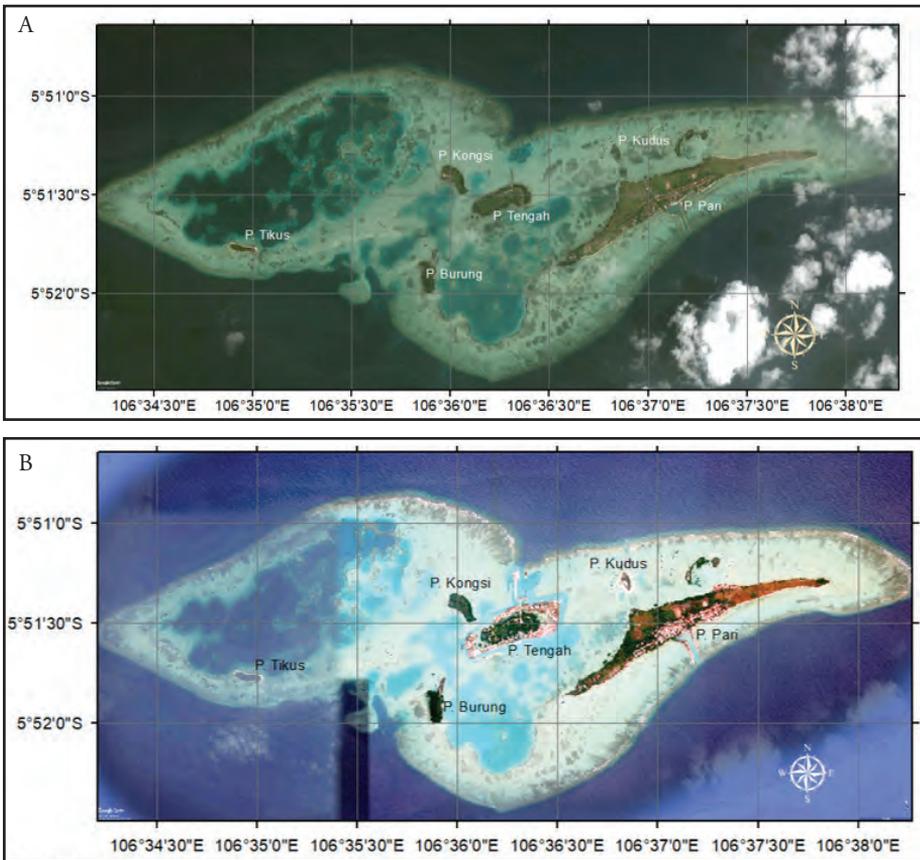
C. Dinamika Oseanografi dan Pengaruhnya terhadap Ekosistem Pesisir

Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mengalami beberapa perubahan akibat aktivitas reklamasi. Peta citra satelit yang diunduh melalui *Google Earth* menunjukkan adanya beberapa perubahan pada geometri pantai di Gugusan Pulau Pari selama 10 tahun terakhir (Gambar 88). Perubahan paling signifikan terlihat pada perbedaan luasan daratan Pulau Tengah dan Pulau Kudus antara tahun 2008 dan 2018. Perluasan daratan dilakukan mengelilingi bagian utara, timur, selatan, dan barat kedua pulau tersebut. Penambahan luas daratan pada kedua pulau dilakukan untuk pembangunan *resort* (tujuan wisata). Perubahan lainnya adalah adanya pengerukan dasar perairan sekitar kedua pulau tersebut untuk membuat dermaga dan alur-alur pelayaran bagi kapal-kapal yang menuju dan keluar dari area tersebut.

Pengerukan dasar perairan menyebabkan beberapa area di sekitar Pulau Tengah dan Pulau Kudus memiliki batimetri yang lebih dalam daripada sebelumnya. Selain itu adanya pengerukan di bagian utara Pulau Tengah diduga menjadi celah masuknya air laut dari luar tubir gugusan terumbu karang menuju ke dalam laguna. Sebelum adanya reklamasi tersebut, sirkulasi air laut dari dan menuju ke dalam laguna umumnya dibangkitkan oleh gelombang pasang surut dan gelombang yang dibangkitkan oleh angin. Pada kondisi pasang tertinggi atau surut terendah yang disertai dengan kecepatan angin permukaan yang lemah, arus laut di dalam laguna sangat lemah dan mendekati nol. Akan tetapi dengan adanya celah tersebut diduga massa air dari luar *atoll* akan lebih mudah masuk menuju ke dalam laguna. Perubahan pola arus ini



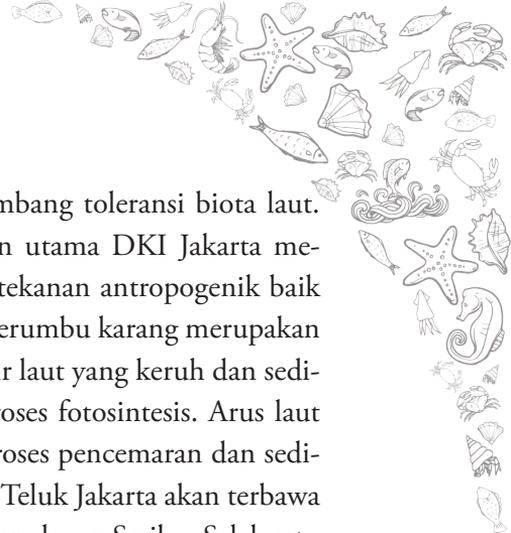
penting untuk diketahui karena area laguna di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu menjadi habitat bagi ekosistem terumbu karang, lamun, dan mangrove. Adanya perubahan pola dan kekuatan arus dapat berpengaruh pada distribusi spasial parameter fisis air laut (seperti suhu, salinitas, pH, kandungan oksigen terlarut/DO) serta distribusi parameter lainnya (seperti kandungan nutrisi dalam perairan dan proses sedimentasi)^[19]. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh arus terhadap kelimpahan makro alga epifit yang selanjutnya memengaruhi pertumbuhan dan biomassa lamun jenis *Enhalus acoroides*^[20].



Gambar 88. Citra satelit Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu pada (A) 2008 dan (B) 2018. Perbedaan signifikan terlihat pada jumlah bangunan atau rumah penduduk di Pulau Pari serta perubahan garis pantai akibat adanya reklamasi di Pulau Tengah dan Pulau Kudus^[3].

Variabilitas kondisi oseanografi memegang peranan penting dalam memengaruhi kondisi biota-biota yang hidup di pesisir perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu meliputi lamun, mangrove, dan terumbu karang. Pemutihan karang dapat dipicu oleh peningkatan SPL^[7] ataupun penurunan kondisi kualitas air laut, seperti peningkatan kekeruhan air laut, penurunan DO, dan

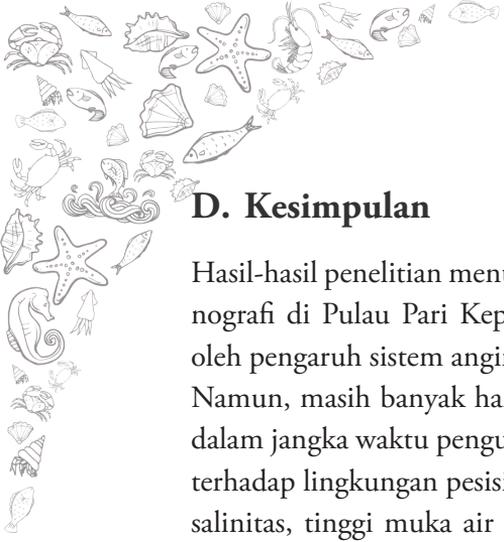
Buku ini tidak diperjualbelikan.



kandungan nutrisi yang kurang sesuai dengan ambang toleransi biota laut. Relatif dekatnya lokasi Pulau Pari dengan daratan utama DKI Jakarta menyebabkan area ini terdampak pula oleh tekanan-tekanan antropogenik baik berupa pencemaran dan sedimentasi. Lamun dan terumbu karang merupakan biota yang cukup terpengaruh oleh sedimentasi. Air laut yang keruh dan sedimentasi yang terlalu tinggi dapat menghambat proses fotosintesis. Arus laut merupakan agen utama yang menjadi perantara proses pencemaran dan sedimentasi tersebut. Zat-zat pencemar yang masuk ke Teluk Jakarta akan terbawa oleh arus pasang surut menuju pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Salah satu studi di area Pulau Pari membuktikan bahwa pencemaran yang berasal dari buangan minyak kapal, terbawa oleh arus laut menuju pesisir Pulau Pari^[21].

Selain pencemaran oleh minyak, sampah laut juga menjadi permasalahan di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu. Berdasarkan laporan singkat tenaga lapangan Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI di Pulau Pari Kepulauan Seribu, fenomena sampah kiriman merupakan kejadian rutin saat memasuki monsun tenggara. Sumber sampah kiriman ini diduga berasal dari sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta. Sungai-sungai yang bermuara di Teluk Jakarta terbawa oleh arus laut yang dominan bergerak ke arah barat laut pada monsun tenggara. Dengan bantuan gelombang dan arus pasang, sampah-sampah ini terbawa masuk ke Pulau Pari bagian selatan dan terdampar di pantai. Tidak jarang juga ditemui sampah-sampah yang tersangkut di akar mangrove dan terus terakumulasi di area tersebut. Pada beberapa kasus, terdamparnya sampah laut juga teramati pada periode angin monsun barat laut. Tingginya curah hujan pada periode ini menyebabkan tingginya debit air sungai dan massa air tawar yang masuk ke Teluk Jakarta. Jenis dan jumlah sampah yang terbawa ke area Pulau Pari ini sangat bervariasi, tetapi sampah-sampah tersebut umumnya merupakan sampah rumah tangga.

Selanjutnya, permasalahan yang tidak kalah penting adalah kenaikan tinggi muka air laut. Hasil korespondensi dengan tenaga lapangan LPKSD-MO LIPI, menyatakan bahwa pada kondisi pasang tertinggi sering kali air dari laut masuk ke daratan Pulau Pari dan menggenangi area tersebut dalam selang waktu beberapa jam. Kondisi ini disebut juga banjir rob, yakni genangan air menghilang setelah air laut kembali pada kondisi surut. Berdasarkan informasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa area Pulau Pari, Kepulauan Seribu, cukup rentan terhadap kenaikan tinggi muka air laut.

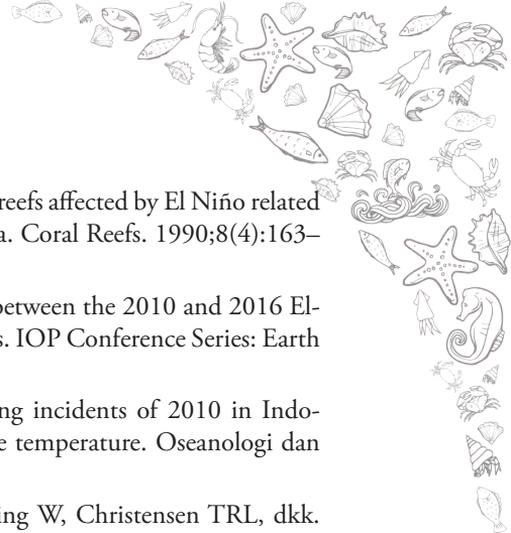


D. Kesimpulan

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa pola umum kondisi oseanografi di Pulau Pari Kepulauan Seribu, yakni variabilitas SPL, didominasi oleh pengaruh sistem angin monsun; arus laut dipengaruhi oleh pasang surut. Namun, masih banyak hal yang perlu dianalisis terkait dinamika oseanografi dalam jangka waktu pengukuran yang lebih panjang di sana, serta dampaknya terhadap lingkungan pesisir. *Monitoring* parameter oseanografi meliputi suhu, salinitas, tinggi muka air laut, dan arus laut penting untuk terus dilakukan karena parameter ini bersifat sangat dinamis dan memiliki dampak signifikan bagi biota laut dan kehidupan di lingkungan pesisir. Pemahaman mengenai kondisi oseanografi ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pembangunan ekosistem pesisir secara berkelanjutan. Pemahaman mengenai variabilitas SPL musiman dapat digunakan sebagai dasar untuk memantau dan memitigasi fenomena pemutihan karang. Selanjutnya, pemahaman tentang pola arus dapat dimanfaatkan dalam mitigasi terdamparnya sampah-sampah kiriman ataupun masuknya zat-zat pencemar menuju Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Pemahaman mengenai variabilitas tinggi muka air laut dapat diaplikasikan untuk melakukan upaya mitigasi dan adaptasi terhadap potensi terjadinya genangan yang disebabkan oleh kenaikan muka air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Salim HL, Ahmad. Karakteristik pantai gugusan Pulau Pari. *Region*. 2013;V(1):1–11.
- [2] Wytrki K. Physical oceanography of the Southeast Asian waters. Naga Report Volume 2. California: The University of California, Scripps Institution of Oceanography; 1961. 195.
- [3] <https://earth.google.com/web/@-5.85886395,106.6206286,-0.18865971a,2351.41294325d,35y,0h,45t,0r/data=Ck4aTBJGciUweDJINmEwYjgyNTcyOTQ4MTc6-MHg1MjQzYTA3NDM0NTBhZDQ3GcJrlzYcbhfAIYE3SZiOp1pAKgtQYXJpI-GlzbGFuZBgCIAEoAg> accessed in June 30, 2018
- [4] Saji NH, Goswami P, Vinayachandran PN, Yamagata T. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*. 1999;401:360–363.
- [5] Philander SGG. El niño southern oscillation phenomena. *Nature*. 1983;302(5906):295–301.
- [6] Madden RA, Julian PR. Observation of the 40–50 day tropical oscillation a review. *Monthly Weather Review*. 1994;122:814–837.



- [7] Brown BE, Suharsono. Damage and recovery of coral reefs affected by El Niño related seawater warming in the Thousand Islands, Indonesia. *Coral Reefs*. 1990;8(4):163–170.
- [8] Wouthuyzen S, Abrar M, Lorwens J. A comparison between the 2010 and 2016 El-ninō induced coral bleaching in the Indonesian waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018;118(012051).
- [9] Wouthuyzen S, Abrar M, Lorwens J. Coral bleaching incidents of 2010 in Indonesian waters revealed through analysis of sea surface temperature. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2015;1(3):305–327.
- [10] Liu G, Rauenzahn JL, Heron SF, Eakin CM, Skirving W, Christensen TRL, dkk. NOAA coral reef watch 50 km satellite sea surface temperature-based decision support system for coral bleaching management. *NOAA Technical Report NESDIS 143*. Washington D. C: National Oceanic and Atmospheric Administration; 2013. 41.
- [11] BPLHD DKI Jakarta. Status lingkungan hidup daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta tahun 2015. Jakarta: Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah DKI Jakarta; 2015. 398.
- [12] Adnan Q. Algal blooms in Jakarta bay, Indonesia, marine coastal eutrophication. 1990. 809.
- [13] Aldrian E. Meteorologi laut Indonesia. Jakarta: Puslitbang Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika; 2008. 249.
- [14] Napitu AM, Gordon AL, Pujiana K. Intraseasonal sea surface temperature variability across the Indonesian seas. *Journal of Climate*. 2015;28(22):8710–8727.
- [15] Corvianawatie C. Seasonal and intra-seasonal variability of sea surface temperature in Pari Island-Jakarta, Indonesia. *Jurnal Kelautan*. 2019;12(1):97–103.
- [16] Corvianawatie C. Analisis dan prediksi data pasang surut di Pulau Pari, Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI Tahun 2016*. 2016; 380–384.
- [17] Chen X, Zhang X, Church JA, Watson CS, King MA, Monselesan D, Legresy B, Harig C. The increasing rate of global mean sea-level rise during 1993–2014. *Nature Climate Change*. 2017;1–6.
- [18] Aunillah HN, Sugianto DN. Pola arus di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Jurnal Oseanografi*. 2014;3(4):642–650.
- [19] Corvianawatie C. Analisis oseanografi dalam penentuan area potensial budidaya rumput laut di Pulau Pari. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XIV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2017*. 2017; 99–107.
- [20] Christon, Djunaedi OS, Purba NP. Pengaruh tinggi pasang surut terhadap pertumbuhan dan biomassa daun lamun *Enhalus acoroides* di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2012;3(3):287–294.
- [21] Putri M, Setiawan A, Sari T, Mayer B, Pohlmann T. Trajectory model for identification of oil spill around the coast of Pari Island. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2017;9(2):657–664.





BAB XV

SISTEM KARBONAT LAUT

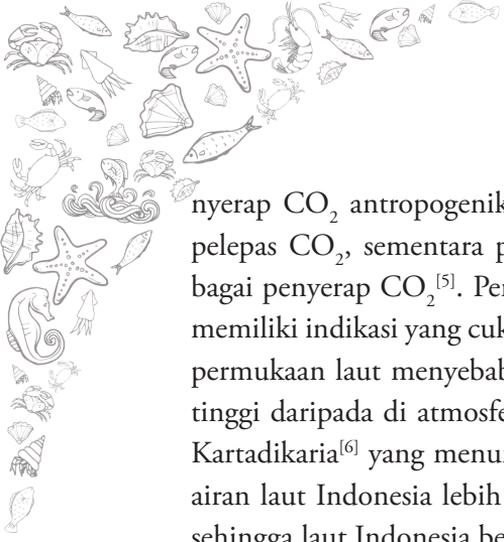
DI PERAIRAN SEKITAR EKOSISTEM PESISIR PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

AFDAL, AAN JOHAN WAHYUDI, HANIF BUDI PRAYITNO,
DAN HANNY MEIRINAWATI

A. Sistem Karbonat dan Pertukaran CO₂ Udara-Laut

Sistem karbonat laut atau sistem CO₂ adalah sistem keseimbangan antara CO₂ terlarut, ion bikarbonat, ion karbonat, dan ion H⁺ yang memberikan sistem pengaturan pH di laut. Karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca yang menyebabkan terjadinya pemanasan global dan pengasaman air laut. Karbondioksida termasuk gas yang reaktif dan banyak terdapat dalam air laut. CO₂ di laut pada umumnya berasal dari udara melalui proses difusi, adanya aktivitas metabolisme dari organisme laut—terutama respirasi, dan dari hasil penguraian zat organik oleh mikroorganisme. Karbondioksida yang terlarut di dalam air laut ditemukan dalam tiga bentuk utama, yaitu CO₂ terlarut (non ionik, ± 1% dari jumlah total), ion karbonat (CO₃²⁻, ± 8%), dan bikarbonat (HCO₃⁻, ± 91%). Penjumlahan dari ketiganya disebut *dissolved inorganik carbon*/DIC (karbon anorganik terlarut)^[1]. Persamaan dalam sistem karbonat melibatkan enam variabel, yaitu [CO₂], [HCO₃⁻], [CO₃²⁻], [H⁺], DIC, dan alkalinitas karbonat. Jika dua dari enam variabel diketahui, semua komponen lainnya dapat dihitung^[2,3]. Parameter penting lainnya dalam sistem karbonat laut adalah tekanan parsial CO₂ (pCO₂). Tinggi rendahnya tekanan parsial CO₂ kolom air akan menentukan peranan perairan tersebut sebagai *sink* (penyerap) atau *source* (pelepas) CO₂.

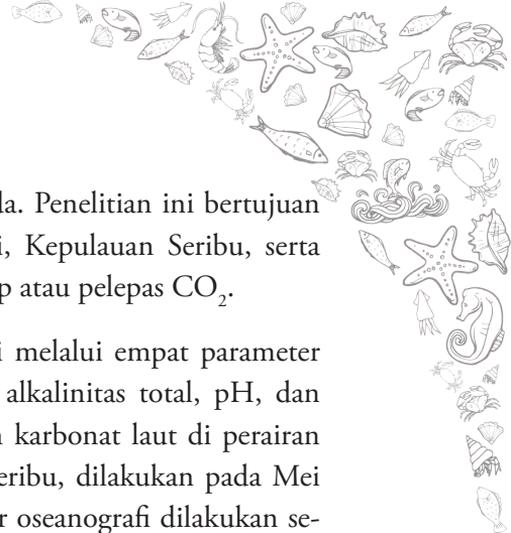
Peta fluks CO₂ global atmosfer-laut yang dihasilkan oleh Takahashi^[4] menunjukkan bahwa tidak semua lautan dan pesisir berfungsi sebagai pe-



nyerap CO₂ antropogenik. Lautan tropis pada umumnya berfungsi sebagai pelepas CO₂, sementara perairan subtropis dan lintang tinggi berfungsi sebagai penyerap CO₂^[5]. Perairan laut Indonesia yang berada di wilayah tropis memiliki indikasi yang cukup kuat sebagai pelepas CO₂ karena tingginya suhu permukaan laut menyebabkan tekanan parsial CO₂ di permukaan laut lebih tinggi daripada di atmosfer. Indikasi tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Kartadikaria^[6] yang menunjukkan bahwa secara umum *p*CO₂ kolom air perairan laut Indonesia lebih tinggi 15,9 ± 8,6 μatm dibanding *p*CO₂ atmosfer sehingga laut Indonesia berperan sebagai pelepas CO₂ ke atmosfer.

Berbeda dengan perairan samudra, untuk perairan pesisir Indonesia, belum banyak data yang terungkap terkait dengan pertukaran CO₂ udara-laut. Beberapa hasil penelitian di perairan pesisir Indonesia menunjukkan bahwa tidak semua perairan pesisir Indonesia berperan sebagai pelepas CO₂. Beberapa lokasi, seperti perairan Ternate dan sekitarnya^[7] serta perairan pesisir Bintan^[8], berperan sebagai penyerap CO₂. Secara umum, perairan pesisir Indonesia yang berperan sebagai penyerap CO₂ didukung oleh adanya ekosistem pesisir tropis, terutama lamun dan terumbu karang. Hal ini menunjukkan bahwa selain temperatur, faktor yang memengaruhi pertukaran CO₂ antara atmosfer dan laut di perairan pesisir sangat beragam tergantung jenis ekosistem di perairan pesisir^[9], arus laut yang dominan pada perairan pesisir^[10], dan posisi lintang secara geografis^[9,10]. Selain itu, produksi primer, respirasi, kalsifikasi, dan pengendapan karbon sangat memengaruhi sistem CO₂ kolom air pada ekosistem pesisir (estuari, lamun, mangrove, terumbu karang, dan *continental shelf*)^[11].

Perairan pesisir Pulau Pari didukung oleh ekosistem pesisir tropis yang lengkap, yaitu mangrove, lamun, dan terumbu karang. Luasan ekosistem terumbu karang dan mangrove di pesisir Pulau Pari masing-masing 296,1 ha dan 14,56 ha, serta ekosistem lamun mempunyai luas 173 ha^[12]. Status atau kondisi ekosistem tropis utama Pulau Pari Kepulauan Seribu (mangrove dan lamun) berada dalam kondisi yang relatif stabil, sedangkan terumbu karang berfluktuatif—berada dalam kondisi sedang sampai baik meskipun keanekaragaman karangnya cenderung menurun^[12]. Adanya tiga ekosistem di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memungkinkan perairan tersebut berperan sebagai penyerap CO₂. Namun, sejauh ini perannya dalam pertukaran CO₂ udara laut belum diulas secara komprehensif. Perbedaan luasan dan kondisi ketiga ekosistem di lokasi tersebut akan menyebabkan kontribusi masing-



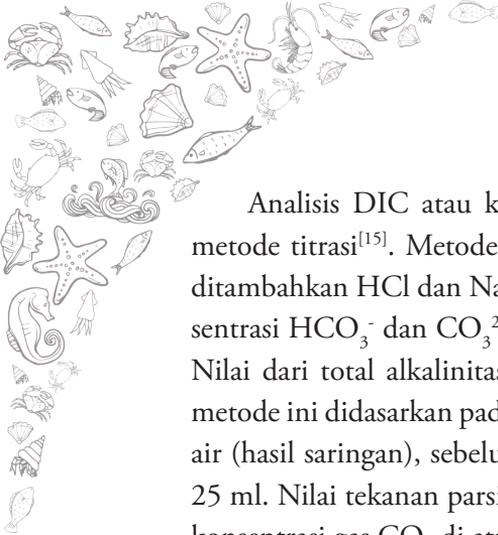
masing ekosistem terhadap fluks CO_2 juga berbeda. Penelitian ini bertujuan mengkaji sistem karbonat di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, serta peranan masing-masing ekosistem sebagai penyerap atau pelepas CO_2 .

Sistem karbonat laut di perairan dapat dikaji melalui empat parameter utama, yaitu DIC (*Dissolved Inorganik Carbon*), alkalinitas total, pH, dan $p\text{CO}_2$ (tekanan parsial CO_2)^[3,13]. Penelitian sistem karbonat laut di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dilakukan pada Mei 2017. Pengukuran sistem karbonat laut dan faktor oseanografi dilakukan setiap 3 jam dalam waktu 24 jam. Stasiun pengamatan berada di perairan sekitar ekosistem lamun (106.60992° BT dan 5.86278° LS) di sisi barat Pulau Pari, ekosistem mangrove (106.62052° BT dan 5.85486° LS) di sisi utara Pulau Pari, dan ekosistem terumbu karang di sisi selatan Pulau Pari (106.978° BT dan 5.975° LS) (Gambar 89).



Gambar 89. Lokasi Penelitian di Perairan Sekitar Ekosistem Pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta^[14]

Sampel air laut untuk pengukuran sistem karbonat diambil menggunakan *vandorn water sampler* pada kedalaman kurang lebih 0–1 meter dari permukaan air laut. Air sampel sebanyak 250 ml kemudian dimasukkan ke botol sampel dan ditetesi larutan HgCl_2 untuk menghentikan aktivitas biologi. Botol yang berisi sampel air dimasukkan ke dalam *cool box* agar suhu tetap rendah untuk mencegah terlepasnya CO_2 ke atmosfer. Kemudian, analisis untuk sistem karbonat laut (DIC dan Total Alkalinitas) dilakukan di laboratorium.

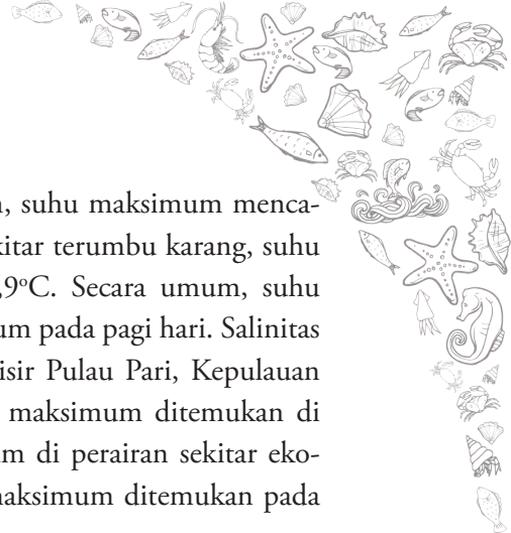


Analisis DIC atau karbon anorganik terlarut dilakukan menggunakan metode titrasi^[15]. Metode titrasi berprinsip pada perubahan nilai pH setelah ditambahkan HCl dan NaOH. Nilai DIC didapatkan dari penjumlahan konsentrasi HCO_3^- dan CO_3^{2-} yang terdapat pada air sampel yang telah disaring. Nilai dari total alkalinitas dihitung menggunakan metode titrasi^[16]. Prinsip metode ini didasarkan pada perubahan pH awal dan akhir pada 200 ml sampel air (hasil saringan), sebelum dan setelah ditambahkan HCl 0,01 N sebanyak 25 ml. Nilai tekanan parsial CO_2 atmosfer ($p\text{CO}_{2\text{ atmosfer}}$) didapatkan dari nilai konsentrasi gas CO_2 di atmosfer yang diukur dengan alat CO_2 meter. Sementara itu, penentuan nilai tekanan parsial CO_2 air laut ($p\text{CO}_2$ air) didapatkan dengan menggunakan model OCMIP (*Ocean Carbon Cycle Intercomparison Project*) yang dikembangkan oleh Orr^[17]. Nilai $\Delta p\text{CO}_2$ (selisih antara $p\text{CO}_2$ air laut dan atmosfer) dapat digunakan untuk mengetahui *sink-source* CO_2 yang terjadi di wilayah penelitian. Jika nilai $\Delta p\text{CO}_2$ adalah positif (+), CO_2 akan diemisikan dari permukaan air laut menuju atmosfer sehingga perairan tersebut berperan sebagai *source* CO_2 . Jika nilainya negatif (-), yang terjadi adalah sebaliknya.

Selain parameter sistem karbonat laut, diukur juga parameter fisika-kimia perairan yang meliputi suhu permukaan laut, salinitas, DO, konsentrasi nutrien perairan (fosfat, nitrat, dan silikat), dan konsentrasi klorofil-a. Suhu, salinitas air laut, DO, dan pH diukur menggunakan *Water Quality Checker* YSI, sedangkan konsentrasi nutrien perairan diukur dengan menggunakan metode Strickland & Parson^[18] dengan menggunakan *spectofotometer* tipe SHIMADZU UV-1201V. Panjang gelombang yang digunakan adalah 810 nm untuk silikat, 543 nm untuk nitrat dan 885 nm untuk fosfat. Konsentrasi klorofil diukur menggunakan metode fluorometric^[19].

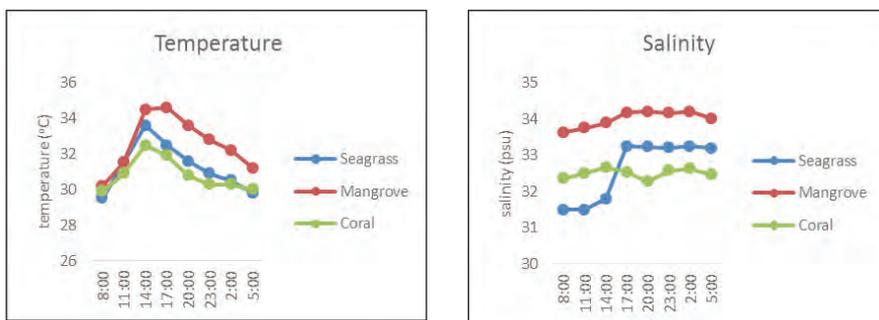
B. Kondisi Fisika-Kimia Perairan Sekitar Ekosistem Pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Secara umum, perairan sekitar mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mempunyai suhu dan salinitas yang lebih tinggi dibanding perairan sekitar lamun dan terumbu karang, baik pada siang hari maupun pada malam hari (Gambar 90). Suhu maksimum di perairan sekitar mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mencapai $34,6^\circ\text{C}$ pada siang hari dan minimum pada pagi hari dengan



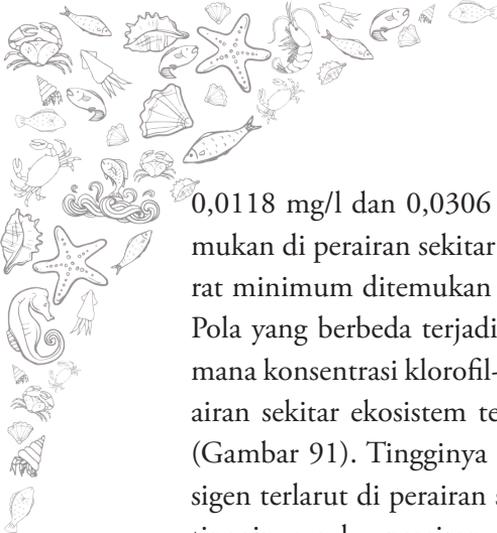
suhu 30,2°C. Di perairan sekitar ekosistem lamun, suhu maksimum mencapai 33,6°C dan minimum 29,5°C. Di perairan sekitar terumbu karang, suhu maksimum mencapai 32,5°C dan minimum 29,9°C. Secara umum, suhu maksimum ditemukan pada siang hari dan minimum pada pagi hari. Salinitas permukaan laut di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berkisar antara 31,5–34,21 psu. Salinitas maksimum ditemukan di perairan sekitar ekosistem mangrove dan minimum di perairan sekitar ekosistem terumbu karang. Secara umum, salinitas maksimum ditemukan pada malam hari dan rendah pada siang hari.

Tingginya suhu dan salinitas di perairan sekitar mangrove disebabkan oleh tingginya penguapan pada siang hari. Perairan sekitar mangrove yang tenang menyebabkan pemanasan permukaan berlangsung dengan lebih intens sehingga suhu dan salinitas air laut meningkat. Selain itu, peningkatan salinitas di perairan sekitar mangrove juga dipengaruhi oleh arus pasang surut yang membawa air tawar ke arah laut. Di perairan sekitar ekosistem lamun dan terumbu karang, suhu dan salinitas relatif lebih rendah karena posisi kedua ekosistem tersebut lebih terbuka ke arah laut sehingga dampak pemanasan yang intensif pada lapisan permukaan tidak begitu besar karena adanya pengenceran oleh massa air laut yang lebih besar. Nilai salinitas di suatu perairan juga dipengaruhi oleh penguapan dan jumlah air tawar yang masuk ke perairan berupa *run-off* atau aliran permukaan, curah hujan, dan musim.

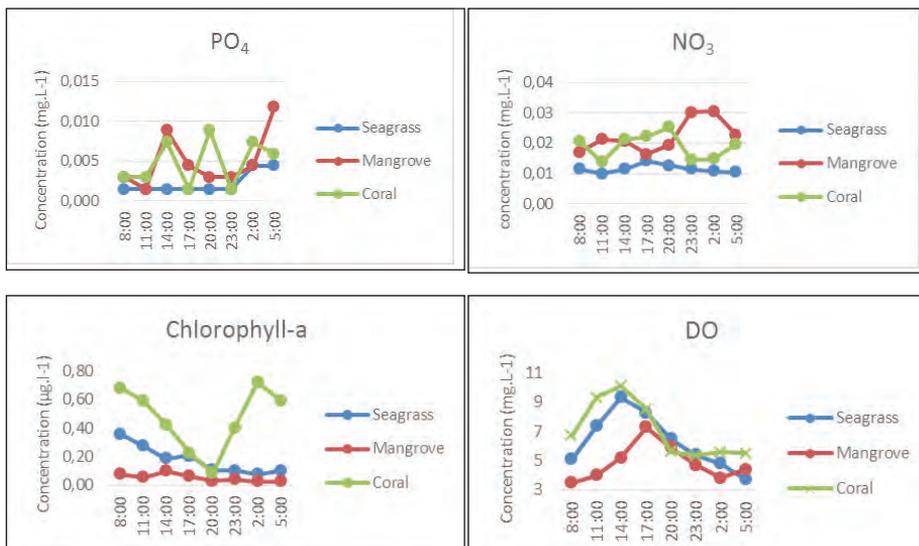


Gambar 90. Fluktuasi Suhu dan Salinitas di Perairan Sekitar Ekosistem Pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017

Tingginya suhu dan salinitas di perairan sekitar ekosistem mangrove diikuti oleh tingginya konsentrasi nutrien, terutama fosfat dan nitrat. Konsentrasi fosfat dan nitrat maksimum di perairan sekitar mangrove mencapai



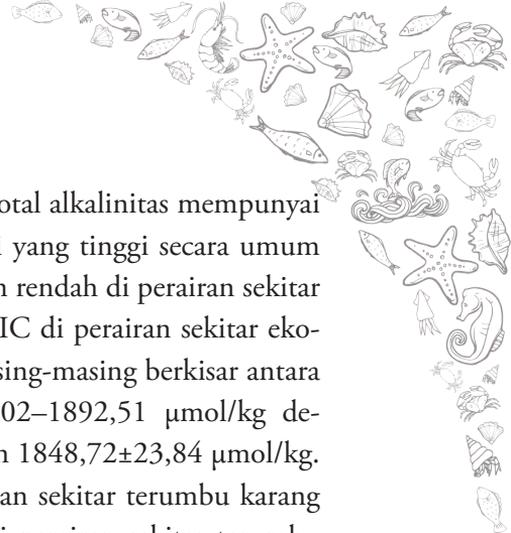
0,0118 mg/l dan 0,0306 mg/l, sedangkan konsentrasi minimum fosfat ditemukan di perairan sekitar terumbu karang (0,0015 mg/l) dan konsentrasi nitrat minimum ditemukan di perairan sekitar ekosistem lamun (0,0099 mg/l). Pola yang berbeda terjadi pada konsentrasi klorofil-a dan oksigen terlarut di mana konsentrasi klorofil-a dan oksigen terlarut yang tinggi ditemukan di perairan sekitar ekosistem terumbu karang dan rendah di ekosistem mangrove (Gambar 91). Tingginya konsentrasi nutrisi dan rendahnya konsentrasi oksigen terlarut di perairan sekitar ekosistem mangrove diduga disebabkan oleh tingginya suhu perairan dan laju dekomposisi material organik di perairan tersebut.



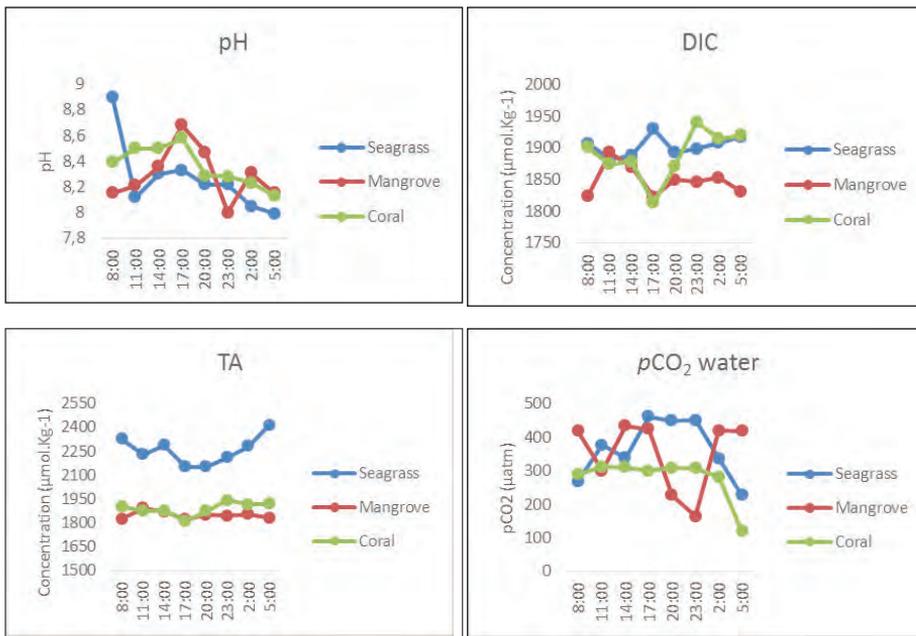
Gambar 91. Fluktuasi konsentrasi nutrisi, klorofil, dan DO di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017.

C. Kondisi Sistem Karbonat Laut di Perairan Sekitar Ekosistem Pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Secara umum, sistem karbonat laut di perairan ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, cukup fluktuatif selama 24 jam pengamatan. Nilai pH mencapai maksimum pada pukul 5 sore dan minimum pada pukul 5 pagi (Gambar 92). Nilai pH di perairan sekitar terumbu karang relatif lebih tinggi dibanding perairan sekitar mangrove dan lamun, yang masing-masing berkisar antara 8,13–8,58; 8,00–8,68 dan 7,99–8,9 dengan rata-rata 8,36±0,15;

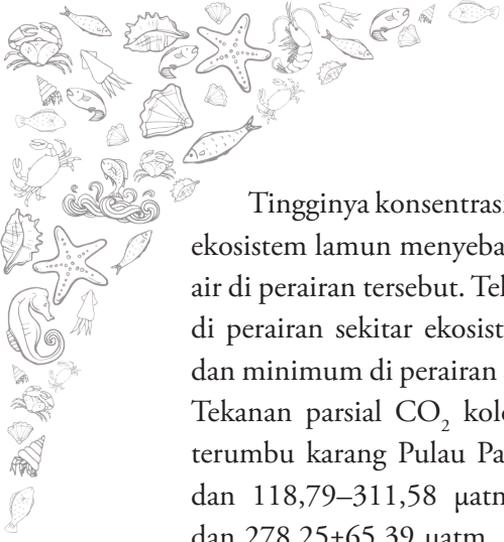


8,29±0,21 dan 8,26±0,28. Konsentrasi DIC dan total alkalinitas mempunyai pola yang mirip satu sama lain, yakni konsentrasi yang tinggi secara umum ditemukan di perairan sekitar ekosistem lamun dan rendah di perairan sekitar ekosistem mangrove (Gambar 92). Konsentrasi DIC di perairan sekitar ekosistem lamun, terumbu karang, dan mangrove masing-masing berkisar antara 1881,68–1929,90; 1813,24–1940,84 dan 1823,02–1892,51 $\mu\text{mol/kg}$ dengan rata-rata 1902,92±15,98; 1889,23±39,28 dan 1848,72±23,84 $\mu\text{mol/kg}$. Konsentrasi DIC maksimum ditemukan di perairan sekitar terumbu karang pada malam hari (pukul 23:00) dan minimum di perairan sekitar terumbu karang dan mangrove pada sore hari (pukul 17:00). Total alkalinitas di perairan sekitar lamun, terumbu karang, dan mangrove berkisar antara 2150,58–2415,22; 1986,39–2476,67 dan 2011,19–2489,53 $\mu\text{mol/kg}$ dengan rata-rata 2256,52±89,87; 2230,85±173,41 dan 2199,31±178,66 $\mu\text{mol/kg}$. Nilai maksimum ditemukan di perairan sekitar ekosistem lamun pada pagi hari (pukul 5:00) dan minimum di perairan sekitar terumbu karang dan mangrove pada sore hari (pukul 17:00).



Gambar 92. Fluktuasi sistem karbonat laut di perairan sekitar ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

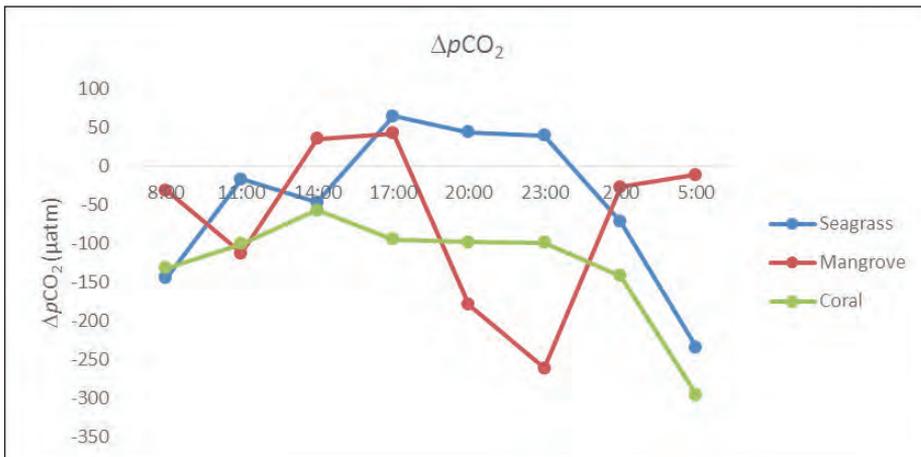


Tingginya konsentrasi DIC dan TA serta rendahnya pH di perairan sekitar ekosistem lamun menyebabkan tingginya tekanan parsial CO_2 ($p\text{CO}_2$) kolom air di perairan tersebut. Tekanan parsial CO_2 kolom air maksimum ditemukan di perairan sekitar ekosistem lamun pada malam hari (pukul 17:00–23:00) dan minimum di perairan sekitar terumbu karang pada pagi hari (pukul 5:00). Tekanan parsial CO_2 kolom air di perairan sekitar lamun, mangrove, dan terumbu karang Pulau Pari berkisar antara 227,28–460,89; 164,08–434,06 dan 118,79–311,58 μatm dengan rata-rata $363,43 \pm 87,5$; $350,81 \pm 106,17$ dan $278,25 \pm 65,39$ μatm . Berdasarkan fluktuasi harian, tampak bahwa setiap ekosistem mempunyai pola fluktuasi $p\text{CO}_2$ yang berbeda-beda (Gambar 92). Perairan sekitar ekosistem lamun cenderung mempunyai $p\text{CO}_2$ yang tinggi pada malam hari dan rendah pada siang hari. Hal ini disebabkan oleh adanya kontribusi dari vegetasi lamun dalam penyerapan CO_2 pada siang hari melalui proses fotosintesis dan pelepasan CO_2 pada malam hari melalui proses respirasi.

Pada perairan di sekitar ekosistem mangrove, $p\text{CO}_2$ minimum ditemukan pada malam hari dan maksimum pada pagi dan siang hari. Hal ini diduga disebabkan oleh tingginya suhu perairan sekitar mangrove pada siang hari sehingga kelarutan CO_2 menjadi rendah. Perairan sekitar mangrove dicirikan oleh tingginya pasokan karbon organik, baik yang berasal dari sungai maupun dari ekosistem mangrove itu sendiri, yang akan menyumbang CO_2 ke kolom perairan melalui proses dekomposisi. Sementara itu, penyerapan CO_2 dilakukan oleh fitoplankton melalui proses fotosintesis. Perairan sekitar ekosistem mangrove Pulau Pari Kepulauan Seribu tidak memiliki vegetasi dasar yang dapat melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis di perairan sekitar mangrove hanya dilakukan oleh fitoplankton yang mempunyai kepadatan populasi yang rendah yang ditunjukkan oleh konsentrasi klorofil-a yang rendah.

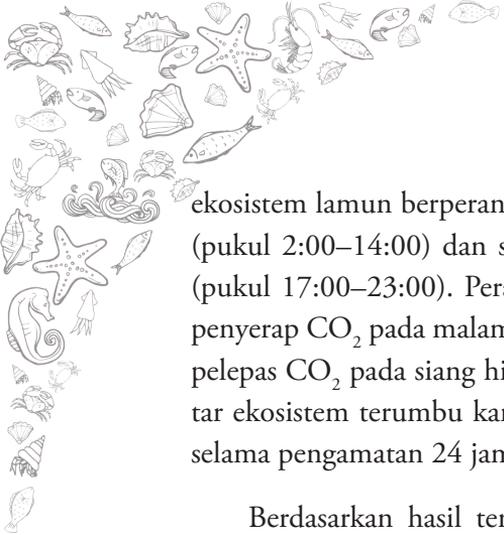
Pada perairan di sekitar terumbu karang, $p\text{CO}_2$ relatif tidak berfluktuasi dan selalu mempunyai $p\text{CO}_2$ yang rendah selama pengamatan 24 jam. Rendahnya $p\text{CO}_2$ kolom air di perairan sekitar terumbu karang Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mengindikasikan bahwa terumbu karang di sana berada dalam kondisi yang buruk karena adanya dominasi makro alga. Kondisi yang sama juga terjadi pada penelitian sebelumnya di perairan sekitar Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[20]. Perairan sekitar terumbu karang dicirikan dengan adanya proses kalsifikasi yang menyumbang CO_2 ke dalam kolom perairan, sedang-

kan penyerapan CO_2 melalui proses fotosintesis dilakukan oleh fitoplankton, zooxanthella, dan makroalga. Di perairan terumbu karang, produksi primer kotor dan respirasi oleh zooxanthella hampir seimbang dan produksi bersih mendekati nol sehingga kalsifikasi bersih merupakan proses utama yang memengaruhi sistem CO_2 air laut^[21]. Proses kalsifikasi berpengaruh terhadap sistem karbon anorganik air laut dan menyebabkan terumbu karang dengan sedikit *source* CO_2 dilepas ke atmosfer^[22]. Rendahnya $p\text{CO}_2$ di perairan sekitar terumbu karang di sana disebabkan oleh tingginya konsumsi CO_2 oleh makroalga. Gattuso^[21] menyatakan bahwa terumbu tepi di bawah pengaruh tekanan manusia telah bergeser dari dominasi karang ke dominasi makroalga. Hal ini akan menyebabkan peningkatan produksi ekosistem bersih (fitoplankton dan makroalga) dan penurunan kalsifikasi sehingga memungkinkan pergeseran peran ekosistem terumbu karang dari *source* ke *sink* untuk CO_2 atmosfer.



Gambar 93. Fluktuasi delta tekanan parsial CO_2 ($\Delta p\text{CO}_2$) di sekitar perairan ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Mei 2017.

Fluktuasi $\Delta p\text{CO}_2$ di sekitar perairan ekosistem pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan bahwa secara umum tekanan parsial CO_2 kolom air lebih rendah dibanding tekanan parsial CO_2 atmosfer sehingga secara umum perairan sekitar ekosistem pesisir pulau Pari berperan sebagai penyerap CO_2 (Gambar 93). Nilai positif menunjukkan bahwa $p\text{CO}_2$ kolom air lebih tinggi dibanding $p\text{CO}_2$ atmosfer sehingga perairan berperan sebagai pelepas CO_2 ke atmosfer, sedangkan nilai negatif menunjukkan sebaliknya (perairan berperan sebagai penyerap CO_2 dari atmosfer) (Gambar 93). Perairan di sekitar

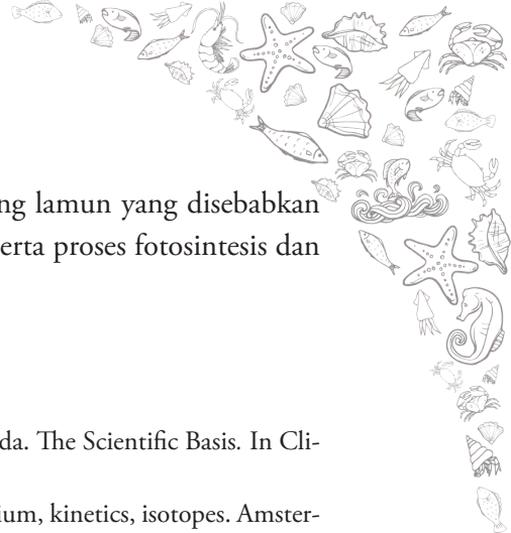


ekosistem lamun berperan sebagai penyerap CO_2 pada pagi hingga siang hari (pukul 2:00–14:00) dan sebagai pelepas CO_2 pada sore hingga malam hari (pukul 17:00–23:00). Perairan sekitar ekosistem mangrove berperan sebagai penyerap CO_2 pada malam hingga pagi hari (pukul 20:00–11:00) dan sebagai pelepas CO_2 pada siang hingga sore hari (pukul 14:00–17:00). Perairan sekitar ekosistem terumbu karang secara umum berperan sebagai penyerap CO_2 selama pengamatan 24 jam.

Berdasarkan hasil tersebut, tampak bahwa peran masing-masing ekosistem pesisir dalam pertukaran CO_2 atmosfer dan laut sangat berbeda secara diurnal, terutama pada ekosistem mangrove dan lamun. Pada malam hari, perairan sekitar ekosistem mangrove berperan sebagai penyerap CO_2 . Sebaliknya, perairan sekitar komunitas padang lamun berperan sebagai pelepas CO_2 . Hal ini disebabkan oleh perbedaan lokasi vegetasi antara mangrove dan lamun. Vegetasi mangrove berada di atas perairan sehingga pada siang hari vegetasi mangrove melakukan fotosintesis yang menyebabkan tekanan parsial CO_2 atmosfer menjadi lebih rendah dibanding dengan tekanan parsial CO_2 kolom air. Sebaliknya, pada malam hari, tekanan parsial CO_2 atmosfer menjadi lebih tinggi karena vegetasi mangrove juga melakukan respirasi yang melepas CO_2 ke atmosfer. Hal yang berbeda terjadi pada vegetasi lamun yang berada di dasar perairan. Pada siang hari, vegetasi lamun melakukan fotosintesis dan menyerap CO_2 dalam kolom air menyebabkan tekanan parsial CO_2 kolom air lebih rendah dibanding atmosfer. Sebaliknya pada malam hari, vegetasi lamun juga melakukan respirasi yang melepas CO_2 ke dalam kolom perairan yang menyebabkan tekanan parsial CO_2 kolom air lebih tinggi dibanding atmosfer.

D. Kesimpulan

Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki sistem karbonat yang cukup dinamis dengan variabilitas temporal (harian). Perairan di sekitar ekosistem lamun mempunyai konsentrasi DIC dan TA yang lebih tinggi serta pH yang lebih rendah dibanding perairan sekitar ekosistem mangrove dan terumbu karang sehingga menyebabkan tekanan parsial CO_2 di perairan tersebut menjadi lebih tinggi. Secara umum, perairan di sekitar ekosistem Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berperan sebagai penyerap CO_2 . Namun, fungsi pelepasan dan penyerapan CO_2 sesuai pengamatan harian bersifat dinamis secara diur-



nal, terutama pada ekosistem mangrove dan padang lamun yang disebabkan oleh adanya fluktuasi faktor fisika kimia perairan serta proses fotosintesis dan respirasi kedua vegetasi pesisir tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] IPCC. The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. The Scientific Basis. In Climate change 2001: 185–237.
- [2] Zeebe RE, Wolf-Gladrow D. CO₂ in seawater: equilibrium, kinetics, isotopes. Amsterdam: Elsevier Science B.V; 2001. 346.
- [3] Dickson AG, Sabine CL, Christian JR. Guide to best practices for ocean CO₂ measurements. Pieces special publication 3. IOCCP Report 2007; 8: 176.
- [4] Takahashi T, Sutherland SC, Sweeney C, Poisson A, Metzl N, Tilbrook B, dkk. Global sea-air CO₂ flux based on climatological surface ocean pCO₂ and seasonal biological and temperature effects. Deep-Sea Research Part II. 2002;1601–1622.
- [5] Chen CTA, Borges AV. Reconciling views on carbon cycling in the coastal ocean: continental shelves as sinks and near-shore ecosystem as sources of atmospheric CO₂. Deep-Sea Res II. 2009;56:578–590.
- [6] Kartadikaria AR, Watanabe A, Nadaoka K, Adi NS, Prayitno HB, Soemorumekso S, dkk. CO₂ sink/source characteristic in the tropical Indonesian seas. J. Geophys. Res. Oceans. 2015;120:1–15.
- [7] Afdal, Giyanto. Sebaran tekanan parsial CO₂ (pCO₂) di perairan Ternate dan sekitarnya. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia 2013;39(1):95–105.
- [8] Fachri FR, Afdal, Sartimbul A, Hidayati N. Fluks CO₂ di perairan pesisir timur Pulau Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. J. Segara 2015;11(1):57–66.
- [9] Borges AV, Delille B, Frankignoulle M. Budgeting sinks and sources of CO₂ in the coastal ocean: diversity of ecosystems counts. Geophys Res Lett 2005;32:L14601. doi:10.1029/2005GL023053.
- [10] Liu KK, Atkinson L, Chen CTA, Gao S, Hall J, MacDonald RW, dkk. Exploring continental margin carbon fluxes on a global scale. Eos, Transactions, American Geophysical Union. 2000;81:641–644.
- [11] Gattuso JP, Frankignoulle M, Wollast R. Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems. Ann Rev Ecol Sys. 1998;29:405–434.
- [12] Wouthuyzen dkk. Evaluasi status ekosistem dan sumber daya hayati laut perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Laporan Akhir. UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi, Pulau Pari. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; 2008. 72p.
- [13] Lewis E, Wallace D. CO₂ SYS. Program developed for CO₂ system calculations. Upton, New York: Department of Applied Science Brookhaven National Laboratory. 1997. 17.



- [14] <http://www.google.com/maps>; tanggal sitasi 28 juni 2018.
- [15] Giggenbach WF, Goguel RL. Collection and analysis of geothermal and volcanic water and gas discharges. Chemistry Division. New Zealand: Department of Scientific and Industrial Research. Petone; 1989. 81.
- [16] Grasshoff K. Methods of seawater analysis. New York: Verlag Chemie, Weinheim. 1976.
- [17] Orr JC, Najjar R, Sabine CL, Joos F. Internal OCMIP report. Lab. Des. Sci. Du Clim. et de l'Environ./Comm. a l'Energie Atom, Gif-SuryVette. France; 1999. 29.
- [18] Strickland JDH, Parsons TR. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board Canada, Bull. 167;1968: 311.
- [19] Cochlan WP, Hendorn J. Water quality methods. Cochlan Phytoplankton Ecophysiology Laboratory. Tiburon, CSA, USA: Romberg Tiburon Center for Environmental Studies San Fransisco State University; 2012. 317.
- [20] Afdal, Luthan RY. Sistem CO₂ di perairan ekosistem pesisir, studi kasus di perairan Selat Nasik, Belitung dan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Kondisi Lingkungan Pesisir Perairan Pulau Bangka Belitung. Jakarta: P2O-LIPI; 2012. 73–86.
- [21] Gattuso JP, Pichon M, Delesalle B, Canon C, Frankignoulle M. Carbon fluxes in coral reefs. I. Lagrangian measurement of community metabolism and resulting air-sea CO₂ disequilibrium. Mar Ecol Prog Ser. 1996;145:109–121.
- [22] Ware JR, Smith SV, Reaka-kudla ML. Coral reefs: sources or sinks of atmospheric CO₂? Coral reefs. 1992;11:127–130.



BAGIAN KETIGA

SOSIAL EKONOMI DAN BUDAYA MASYARAKAT PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU

- BAB XVI Kependudukan Pulau Pari Kepulauan Seribu: Suatu Tinjauan tentang Masa Lampau dan Masa Kini
Triyono dan Arvita Rosmawati
- BAB XVII Pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Persepsi Penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu atas Kondisinya
Arvita Rosmawati dan Triyono
- BAB XVIII Pemanfaatan Budi Daya Makro Alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari Kepulauan Seribu
Hilda Novianty
- BAB XIX Menilai Harga Ekosistem Mangrove di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu
Allsay K.A. Cintra



Buku.com



BAB XVI

KEPENDUDUKAN PULAU PARI

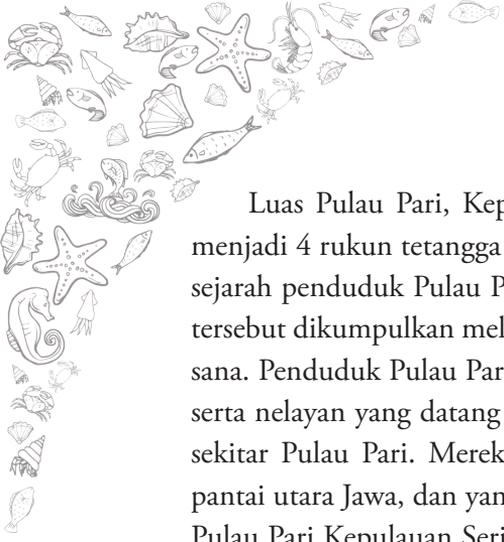
KEPULAUAN SERIBU: SUATU TINJAUAN TENTANG MASA LAMPAU DAN MASA KINI

TRİYONO DAN ARVITA ROSMAWATI

A. Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebagai Pulau Kecil dengan Ancaman Antropogeniknya

Kepulauan Seribu yang terletak di Laut Jawa memiliki karakteristik dan potensi alam yang berbeda dengan wilayah lainnya di Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 34^[1] tentang Pemerintahan Provinsi Daerah Khusus Ibukota Negara Republik Indonesia Jakarta, Kepulauan Seribu meningkat statusnya menjadi Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu dari sebelumnya hanya sebuah kecamatan yang berada di wilayah administratif Jakarta Utara. Kemudian, berdasarkan BPS Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu^[2], peningkatan status menjadi Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu diikuti dengan pemekaran dari 1 kecamatan menjadi 2 kecamatan, dan dari 4 kelurahan menjadi 6 kelurahan dengan ibu kota kabupaten di Pulau Pramuka.

Secara administratif, Pulau Pari berada di Kelurahan Pulau Pari, Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan, Provinsi DKI Jakarta. Pulau Pari menjadi satu-satunya pulau di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu (Pulau Pari itu sendiri, P. Kongsu, P. Tengah, P. Burung, dan P. Tikus) yang berpenghuni. Meski Pulau Pari menjadi nama kelurahan, ibu kota kelurahan Pulau Pari sendiri berada di Pulau Lancang Besar. Pulau Lancang Besar yang menjadi ibu kota Kelurahan Pulau Pari dapat ditempuh sekitar 30–60 menit menggunakan kapal kayu dari Pulau Pari.

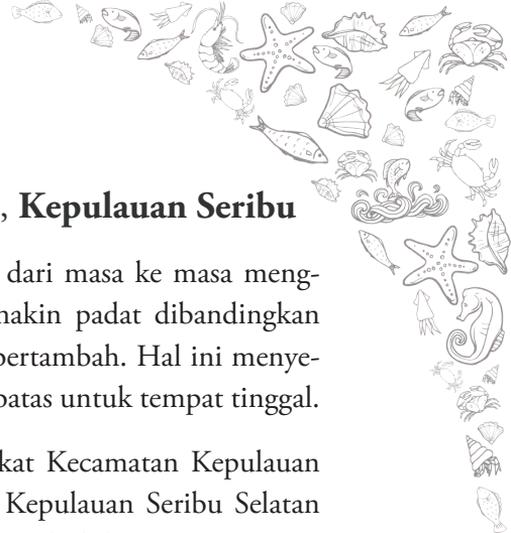


Luas Pulau Pari, Kepulauan Seribu, hanya 41,32 hektare yang terbagi menjadi 4 rukun tetangga (RT) dan 1 rukun warga (RW). Dokumen tentang sejarah penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu tidak ada sehingga informasi tersebut dikumpulkan melalui wawancara dengan penduduk yang dituakan di sana. Penduduk Pulau Pari berasal dari keturunan para penjaga kebun kelapa serta nelayan yang datang dari pulau lain untuk menangkap ikan di perairan sekitar Pulau Pari. Mereka berasal dari wilayah Tangerang-Banten, Jakarta, pantai utara Jawa, dan yang paling jauh berasal dari Sulawesi. Jadi, penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu merupakan pencampuran dari berbagai macam suku, yaitu Sunda, Betawi, Jawa, dan Bugis.

Beragamnya suku penghuni Pulau Pari sebenarnya kurang memengaruhi tatanan sosial dan kebudayaan penduduknya. Namun, karena faktor urbanisasi warga dari Tangerang, Jakarta, dan Bekasi ke wilayah tersebut serta sebagian wilayahnya masuk ke Provinsi DKI Jakarta, tatanan sosial dan kebudayaan penduduknya didominasi oleh kebudayaan Betawi dan Sunda.

Kondisi sosial masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berubah dinamis seiring berjalannya waktu. Perubahan tersebut merupakan proses yang terjadi terus-menerus dalam masyarakat. Proses pergerakan perubahan ada yang berlangsung lama dan tidak dirasakan oleh masyarakat itu sendiri, dan ada yang berlangsung cepat. Perubahan sosial dapat terjadi pada seluruh aspek kehidupan. Horton dan Hunt^[3] mengungkapkan bahwa perubahan sosial adalah perubahan struktur sosial dan hubungan sosial masyarakat yang meliputi perubahan sebaran umur, rata-rata tingkat pendidikan, pekerjaan, atau angka-angka kelahiran dan kematian penduduk. Perubahan-perubahan tersebut dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Salah satu faktor eksternal yang memengaruhi perubahan sistem sosial adalah adanya pembangunan dan lingkungan—terlebih di lingkungan pesisir—yang sangat dinamis.

Tulisan ini bertujuan mengetahui dinamika kependudukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang meliputi pertumbuhan penduduk, tingkat pendidikan, dan mata pencaharian, serta tingkat penghasilan. Informasi ini diharapkan dapat menjadi status terkini tentang kependudukan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang dapat dijadikan acuan dalam merencanakan program pembangunan yang berkelanjutan di sana. Informasi kependudukan diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap 174 responden yang diambil secara *purposive sampling*.



B. Pertumbuhan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Jumlah penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari masa ke masa mengalami peningkatan sehingga wilayah tersebut semakin padat dibandingkan tahun 1980-an, sedangkan luas daratannya tidak bertambah. Hal ini menyebabkan penduduk mencari ruang daratan yang terbatas untuk tempat tinggal.

Pertumbuhan penduduk terjadi pula di tingkat Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan. Pada 2010, jumlah penduduk di Kepulauan Seribu Selatan mencapai 8.332 orang dengan tingkat kepadatan penduduk mencapai 2.732 orang/km². Jumlah dan kepadatan penduduk naik pada 2016 menjadi 9.895 orang dengan tingkat kepadatan penduduk mencapai 3.244 orang/km^{2[2]}. Di Pulau Pari (RW 04), jumlah penduduk tahun 2015 mencapai 1012 jiwa dengan jumlah KK sebanyak 300 KK dengan tingkat kepadatan mencapai 24 orang/hektare, sedangkan pada 2017 tercatat meningkat sebanyak 1.078 orang (Tabel 27) dengan jumlah KK sebanyak 329 orang^[4]. Komposisi penduduk didominasi oleh laki-laki serta tingkat kepadatan penduduk mencapai 26 orang/hektare.

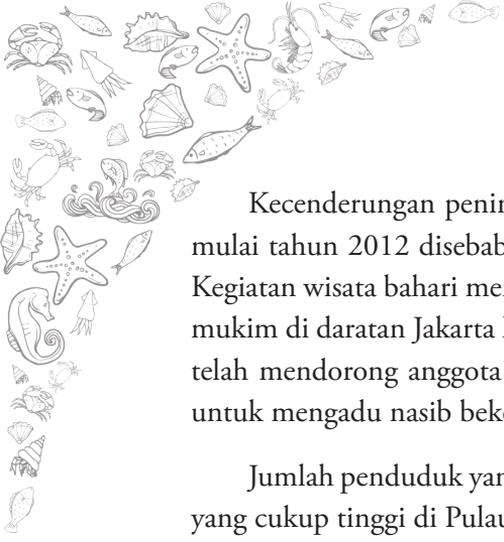
Tabel 27. Komposisi Penduduk Pulau Pari (RW 04), Kepulauan Seribu, Tahun 2017^[4]

Tahun 2017	KK		Jum	Jum		Total	
	Lk	Pr		Lk	Pr		
RW 04	RT 01	69	7	76	143	123	266
	RT 02	82	9	91	142	142	284
	RT 03	79	10	89	130	131	261
	RT 04	68	5	73	136	131	267
Jumlah		298	31	329	551	527	1078

Keterangan: Lk=Laki-laki; Pr=Perempuan; KK=Kepala Keluarga

Jumlah penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Tabel 28), dan kepadatannya (Gambar 94) cenderung meningkat. Pertumbuhan penduduk meningkat drastis pada 2012 dengan tingkat pertumbuhan sebesar 15%. Hanya pada 1997 tercatat pertumbuhan mengalami penurunan. Hal ini diduga karena adanya wabah penyakit malaria yang menyebabkan urbanisasi penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, ke daratan Jakarta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

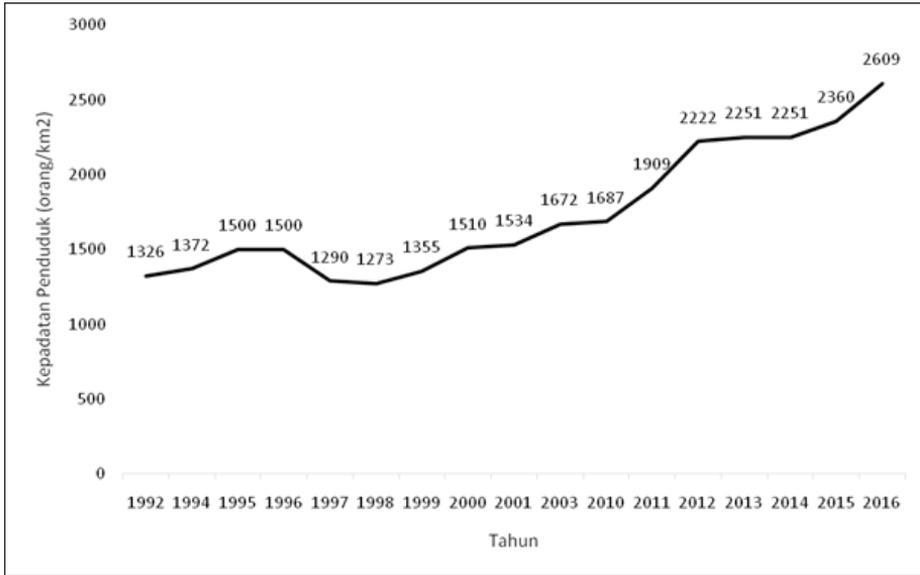


Kecenderungan peningkatan penduduk di Pulau Pari Kepulauan Seribu mulai tahun 2012 disebabkan oleh maraknya kegiatan wisata bahari di sana. Kegiatan wisata bahari menyebabkan perpindahan anggota keluarga yang bermukim di daratan Jakarta ke pulau tersebut. Daya tarik kegiatan wisata bahari telah mendorong anggota keluarga yang tadinya menetap di daratan Jakarta untuk mengadu nasib bekerja di sektor wisata bahari di Pulau Pari.

Jumlah penduduk yang terus bertambah menyebabkan tingkat kepadatan yang cukup tinggi di Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Gambar 94). Terbatasnya lahan permukiman mengakibatkan semakin terbatasnya ruang untuk hidup dan tinggal di sana. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengaturan jumlah penduduk, misalnya dengan program Keluarga Berencana (KB) dan sosialisasi serta edukasi mengenai usia pernikahan karena dalam survei ditemukan adanya kasus pernikahan usia dini. Strategi lain yang dapat dilakukan adalah pengaturan ruang daratan serta memindahkan penduduk ke pulau yang masih jarang penduduknya atau yang tidak berpenghuni.

Tabel 28. Jumlah penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tahun 1992–2016^[5]

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan penduduk
1	1992	548	
2	1994	567	3,41
3	1995	620	8,94
4	1996	620	0,00
5	1997	533	-15,12
6	1998	526	-1,32
7	1999	560	6,26
8	2000	624	10,82
9	2001	634	1,59
10	2003	691	8,61
11	2010	697	0,12
12	2011	789	12,40
13	2012	918	15,14
14	2013	930	1,30
15	2014	930	0,00
16	2015	975	4,73
17	2016	1078	10,04



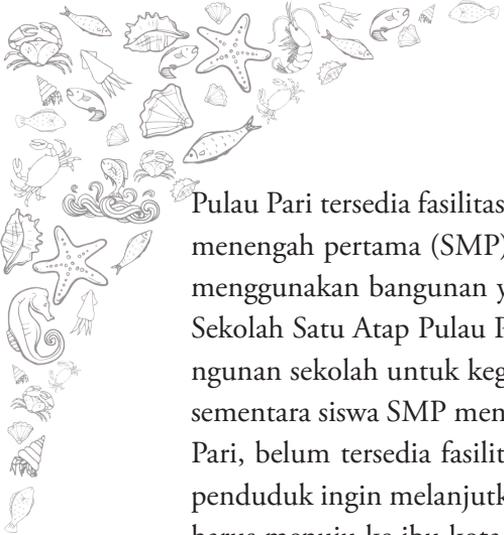
Gambar 94. Kepadatan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 1992–2016^[5]

C. Tingkat Pendidikan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Penduduk di Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan paling banyak berpendidikan tamat SD, sedangkan penduduk yang pendidikannya sampai ke tingkat pendidikan tinggi masih sangat sedikit. Penduduk tidak tamat SD juga masih cukup banyak di Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan. Hal ini diindikasikan dari jumlah penduduk yang tidak tamat SD berada pada urutan kedua setelah penduduk yang tamat SD^[2].

Wawancara yang dilakukan pada April 2018 menunjukkan bahwa tingkat pendidikan penduduk Pulau Pari tidak berbeda dengan tingkat pendidikan penduduk pada level kecamatan. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat pendidikan penduduk Pulau Pari kebanyakan adalah SD (61,3%), dan SMP 13,1%, SMA (24,4%), dan D3 serta S1 (0,6%). Oleh karena itu, tingkat pendidikan penduduk di sana dapat dikatakan rendah.

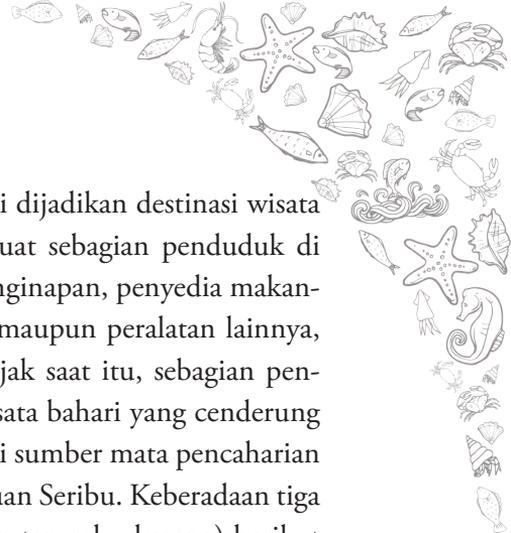
Penduduk di wilayah pesisir dan pulau kecil pada umumnya memiliki tingkat pendidikan yang rendah. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya sarana pendidikan maupun akses ke fasilitas pendidikan yang lebih tinggi. Saat ini di



Pulau Pari tersedia fasilitas pendidikan berupa sekolah dasar (SD) dan sekolah menengah pertama (SMP) yang menggunakan bangunan yang sama. Karena menggunakan bangunan yang sama, fasilitas pendidikan tersebut dinamakan Sekolah Satu Atap Pulau Pari Kepulauan Seribu. Siswa SD menggunakan bangunan sekolah untuk kegiatan belajar mengajar pada pagi hingga siang hari, sementara siswa SMP menggunakannya pada siang hingga sore hari. Di Pulau Pari, belum tersedia fasilitas pendidikan sekolah menengah atas (SMA). Jika penduduk ingin melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi, mereka harus menuju ke ibu kota kabupaten atau ke Jakarta. Sekolah menengah atas terdekat yang dapat dijangkau penduduk Pulau Pari terletak di Pulau Tidung (ada 2 fasilitas pendidikan setingkat sekolah menengah atas) atau ke SMA di Pulau Pramuka.

D. Mata Pencaharian dan Tingkat Pendapatan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu

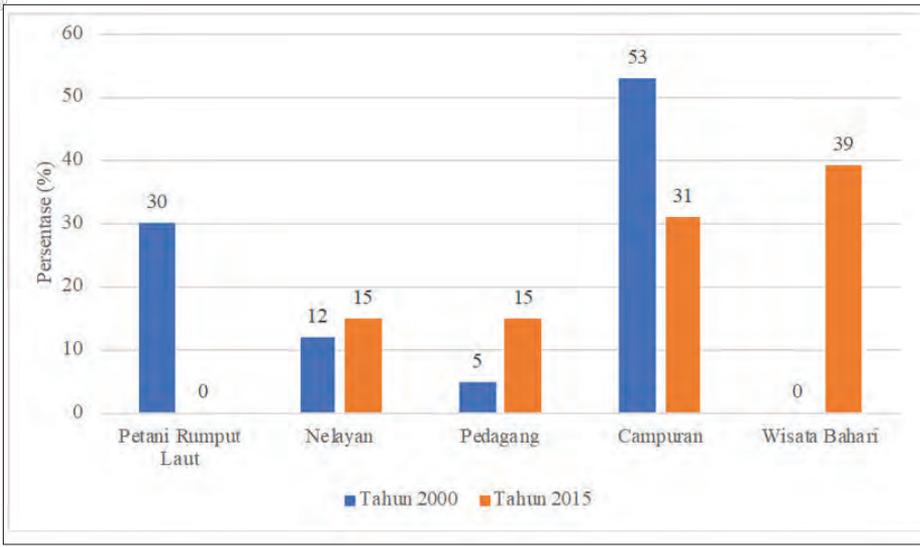
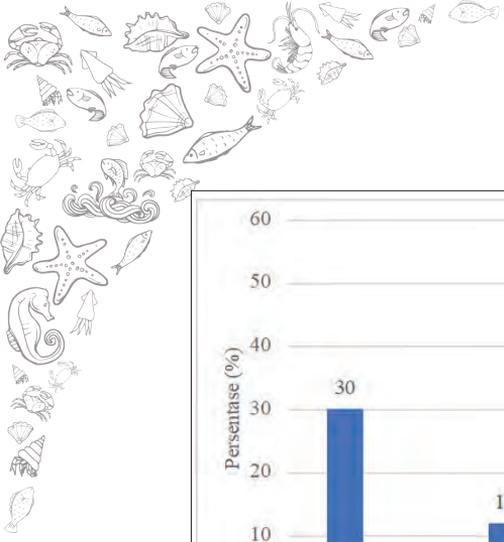
Penduduk di pesisir dan pulau-pulau kecil, termasuk yang tinggal di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memanfaatkan sumber daya alam yang ada, baik hayati maupun non-hayati, untuk bertahan hidup dan memenuhi kebutuhan sehari-hari. Seperti pada umumnya penduduk di pesisir dan pulau-pulau kecil, sebagian besar penduduk di Pulau Pari bermata pencaharian sebagai nelayan. Jenis mata pencaharian lain adalah petani rumput laut, pedagang, dan sedikit sebagai pegawai negeri sipil (guru). Berdasarkan sejarahnya, mata pencaharian penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berganti sebagai penjaga kebun kelapa dan nelayan tangkap. Pada 1980-an, Lembaga Oseanologi Nasional (LON)-LIPI memperkenalkan budi daya rumput laut kepada penduduk Pulau Pari sehingga usaha tersebut menjadi sumber penghasilan utama penduduknya hingga tahun 2000-an. Usaha budi daya rumput laut telah meningkatkan taraf hidup sebagian besar penduduk Pulau Pari. Mereka pun mulai membangun rumah permanen hingga menunaikan ibadah haji. Usaha budi daya rumput laut mencapai puncaknya pada tahun 2000-an. Seiring dengan memburuknya kualitas perairan dan munculnya penyakit pada rumput laut, usaha ini sudah tidak menguntungkan dan akhirnya ditinggalkan oleh penduduk Pulau Pari.



Pada 2010, atas inisiasi agen travel, Pulau Pari dijadikan destinasi wisata bahari. Adanya kegiatan wisata bahari ini membuat sebagian penduduk di sana terlibat sebagai pemandu wisata, penyedia penginapan, penyedia makanan dan minuman, serta penyedia jasa sewa kapal maupun peralatan lainnya, seperti sepeda, alat *snorkelling*, dan alat selam. Sejak saat itu, sebagian penduduk mulai beralih bekerja pada sektor usaha wisata bahari yang cenderung terus meningkat, dan hingga kini usaha ini menjadi sumber mata pencaharian bagi hampir seluruh penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Keberadaan tiga ekosistem tropis yang unik (mangrove, lamun, dan terumbu karang) berikut sumber daya hayati pesisir (SDHP) berupa keanekaragaman flora dan fauna yang kaya menjadi faktor penarik bagi wisatawan untuk berkunjung ke pulau ini serta sekaligus menjadi faktor pendorong bagi masyarakat untuk mengembangkan wisata bahari sebagai mata pencaharian alternatif. Jenis pekerjaan yang berkaitan dengan kegiatan wisata bahari di Pulau Pari berupa *guide* wisata, pengusaha travel, pengelola *homestay*, dan jasa *catering*.

Penelitian Neksidin^[6] menunjukkan perubahan mata pencaharian penduduk Pulau Pari dari tahun 2000 ke tahun 2015 (Gambar 95). Munculnya wisata bahari di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, telah menjadikan hampir seluruh penduduk beralih menjadi pelaku usaha wisata bahari, bahkan pada 2015, hampir tidak ada lagi penduduk di sana yang tercatat sebagai petani rumput laut. Selain faktor dorongan ekonomi dari penghasilan di sektor wisata, ketiadaan penduduk yang membudidayakan rumput laut diduga disebabkan oleh kualitas lingkungan yang semakin memburuk serta adanya penyakit pada rumput laut yang terus berulang.

Pada 2015, tercatat adanya peningkatan jumlah penduduk yang bermata pencaharian sebagai nelayan tangkap sebesar 15% dibandingkan tahun 2000 yang hanya sebesar 12%. Peningkatan ini disebabkan oleh permintaan terhadap hasil laut seperti ikan dan kerang-kerangan yang semakin meningkat seiring dengan banyaknya wisatawan yang berkunjung ke sana.

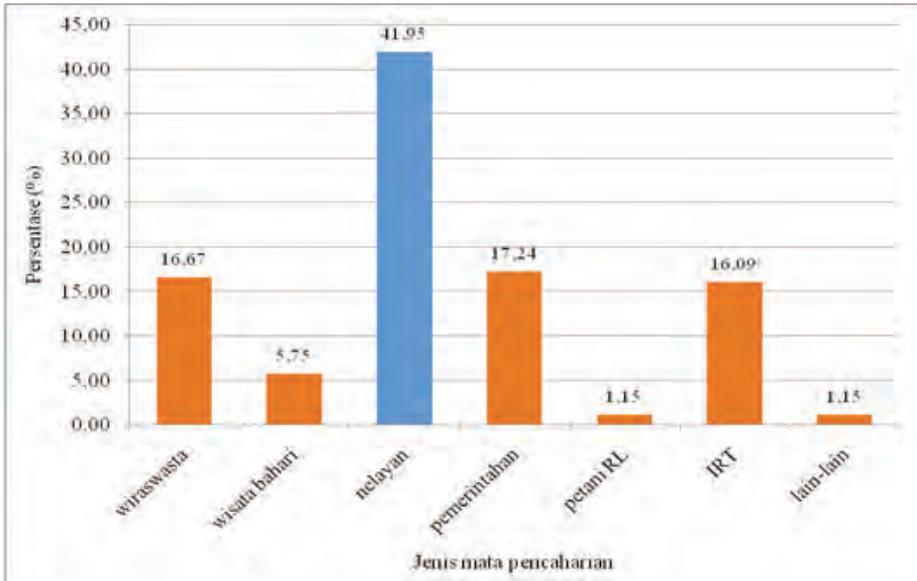


Gambar 95. Perubahan Mata Pencaharian Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari Tahun 2000 hingga 2015^[6]

Hasil survei terkini (April 2018) terhadap 174 responden (Gambar 96) menunjukkan bahwa jumlah penduduk yang bermata pencaharian sebagai nelayan tangkap berada pada urutan pertama (42,0%), bekerja pada instansi pemerintahan (17,2%), wiraswasta (16,7%), ibu rumah tangga/IRT (16,1%) wisata bahari (5,8%), dan sisanya menjadi petani rumput laut (1,2%) serta sektor lainnya, tukang kayu dan buruh bangunan (1,1%).

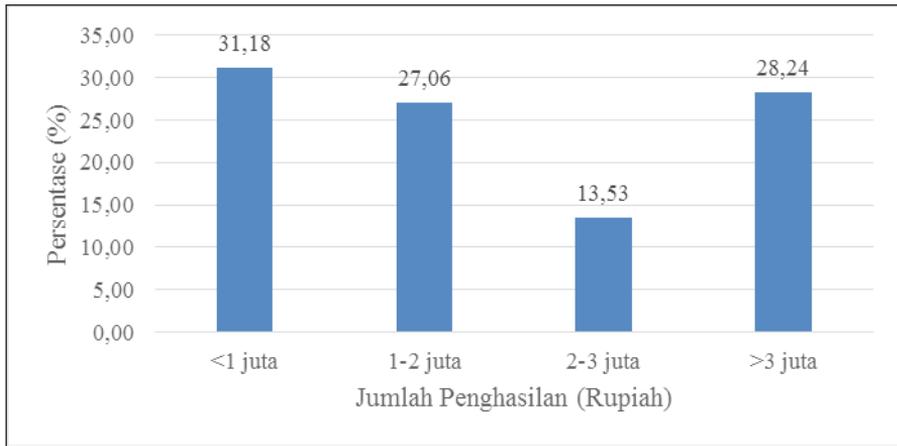
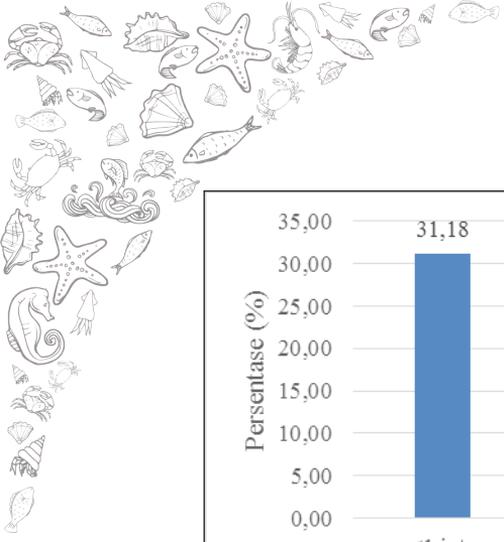
Pada 2018, sebagian penduduk beralih kembali sebagai nelayan tangkap, sementara jumlah penduduk yang bekerja di sektor wisata bahari mengalami penurunan, bahkan sebagian kecil penduduk kembali membudidayakan rumput laut. Banyaknya penduduk yang terlibat di sektor wisata bahari serta tren jumlah wisata yang menurun menjadi penyebab sebagian penduduk beralih kembali menangkap ikan. Banyaknya pelaku usaha di sektor wisata bahari menyebabkan tingkat persaingan antar-operator wisata semakin tinggi. Oleh karena itu, sebagian penduduk mencari alternatif penghasilan kembali dari usaha menangkap ikan. Adanya bibit rumput laut baru yang diberikan oleh LIPI melalui program IPTEKDA juga turut menyebabkan penduduk mau berbudidaya rumput laut kembali.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 96. Persentase Jenis Mata Pencaharian Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2018

Mata pencaharian penduduk Pulau Pari berkaitan erat dengan tingkat pendapatan yang diperoleh pada setiap bulannya. Gambar 97 menunjukkan bahwa 31,2% penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, masih berpendapatan rendah (di bawah Rp1 juta rupiah per bulan). Kelompok yang berpendapatan rendah ini terdiri dari nelayan dan ibu rumah tangga. Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang bermata pencaharian sebagai nelayan umumnya tergolong usaha perikanan tangkap kecil (*small scale fisheries*). Jenis alat tangkap dan armada yang digunakan hanya terbatas untuk menangkap ikan di sekitar perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sehingga jenis dan jumlah hasil tangkapan tidak terlalu banyak. Pada umumnya, hasil tangkapan dijual atau ditampung ke pengelola jasa makanan untuk melayani wisatawan. Jenis kelompok lainnya yang termasuk kategori berpendapatan rendah adalah ibu rumah tangga. Kelompok ini umumnya hanya mengurus keluarga di rumah sehingga tidak berproduksi.

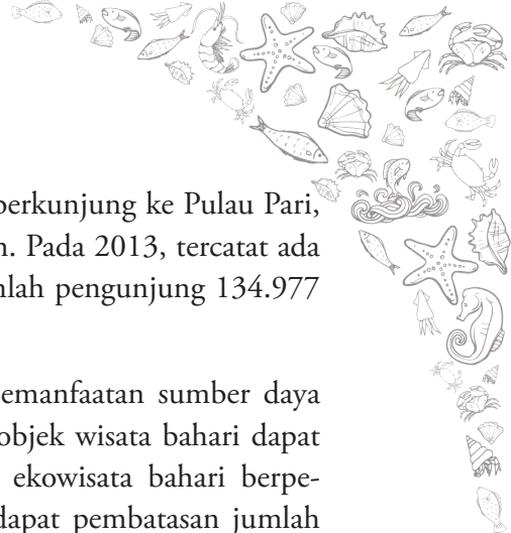


Gambar 97. Persentase Jumlah Pendapatan Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun 2018

Kelompok penduduk yang berpenghasilan di atas Rp3 juta (tinggi) sebagian besar merupakan pegawai di instansi pemerintahan, wiraswasta (membuka warung, toko dan katering), dan pelaku usaha pada kegiatan wisata bahari. Meningkatnya jumlah wisatawan, terutama pada musim liburan, menyebabkan meningkatnya penghasilan pelaku usaha di sektor wisata bahari. Kegiatan wisata bahari dengan memanfaatkan sumber daya alam yang terdapat di pulau-pulau kecil dianggap mampu meningkatkan pendapatan penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Hal ini senada dengan yang dinyatakan oleh Neksidin^[6] bahwa kegiatan wisata dianggap sebagai peluang untuk pembangunan ekonomi dan sosial pada pulau-pulau kecil.

Namun, kegiatan wisata bahari juga mengakibatkan kerusakan lingkungan, misalnya adanya sampah dan kerusakan ekosistem terumbu karang. Saragih^[7] melaporkan bahwa sampah yang ada di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, selain berasal dari kegiatan antropogenik masyarakat lokal, juga berasal dari kegiatan wisata yang berlangsung. Selain itu, aktivitas wisatanya sendiri dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem terumbu karang di sana. Berdasarkan hasil analisis yang dilaporkan Rosmawati^[5], kondisi tutupan terumbu karang hidup di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menurun sebesar 1,15% dari kurun waktu tahun 2010 hingga tahun 2016.

Penurunan tutupan karang hidup ini terjadi karena pemanfaatan area terumbu karang sebagai objek wisata bahari di Pulau Pari, Kepulauan Seri-



bu, mulai tahun 2010. Jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terus mengalami peningkatan. Pada 2013, tercatat ada 34.931 pengunjung dan pada 2016 tercatat jumlah pengunjung 134.977 orang.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, pola pemanfaatan sumber daya alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebagai objek wisata bahari dapat menerapkan konsep ekowisata bahari. Konsep ekowisata bahari berpedoman pada daya dukung lingkungan dan terdapat pembatasan jumlah pengunjung dalam melakukan aktivitas wisata (*snorkelling* dan *diving*) sehingga kelestarian terjaga dan kegiatan wisata dapat berkelanjutan.

E. Kesimpulan

Kondisi penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berubah dinamis seiring berjalannya waktu. Perubahan yang tampak adalah jumlah dan kepadatan penduduk serta mata pencaharian. Jika pertumbuhan penduduk terus terjadi tanpa diimbangi penambahan ruang daratan, khususnya untuk hunian, Pulau Pari akan semakin padat. Karena luas daratan terbatas, ada potensi menggunakan ruang laut untuk tujuan tempat tinggal penduduk dengan melakukan reklamasi. Oleh karena itu, diperlukan strategi penekanan jumlah penduduk melalui program Keluarga Berencana (KB) maupun migrasi penduduk di pulau lain yang masih jarang penduduknya atau belum berpenghuni.

Wisata bahari menjadi sumber pendapatan untuk sebagian penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Sektor wisata bahari menjadi mata pencaharian utama bagi penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu, menggantikan usaha budi daya rumput laut yang mengalami penurunan. Namun, aktivitas wisatawan juga berpotensi menyebabkan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, mendapat tekanan antropogenik terhadap kelestarian sumber daya alam di sana. Tekanan antropogenik tersebut menyebabkan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menjadi semakin rentan. Oleh karena itu, wisata bahari di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dapat dikembangkan dengan tetap memperhatikan daya dukung lingkungan agar sumber daya alam yang dimiliki dapat terjaga dan dinikmati secara berkelanjutan. Salah satu cara adalah dengan menerapkan konsep ekowisata bahari yang dapat mencegah dan menanggulangi dampak aktivitas wisatawan terhadap alam dan budaya masyarakat setempat.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia No 34 Tahun 1999 Tentang Pemerintah Provinsi Daerah Ibukota Negara Republik Indonesia.
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Seribu. Kabupaten Kepulauan Seribu dalam angka 2017.
- [3] Sihabudin A. Strategi pemberdayaan komunitas adat terasing Baduy: suatu upaya menuju perbaikan pada perubahan sosial. Sebuah bunga rampai. Banten: FISIP Untirta; 2011. 140.
- [4] Widodo PW. Penilaian pulau kecil sebagai dasar pengembangan investasi ekowisata (studi kasus Pulau Pari, Pulau Payung Besar dan Pulau Tidung Kecil, Kabupaten Kepulauan Seribu, DKI Jakarta) [Tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2015.
- [5] Rosmawati A. Penilaian indeks kerentanan pulau-pulau kecil: studi kasus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta [Tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2018.
- [6] Neksidin. Dinamika sosial ekologi pengelolaan Pulau Pari Provinsi DKI Jakarta [Tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2016.
- [7] Saragih DA. Pengelolaan sampah di pulau-pulau kecil (studi kasus di Pulau Pari dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu) [Tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2015.



BAB XVII

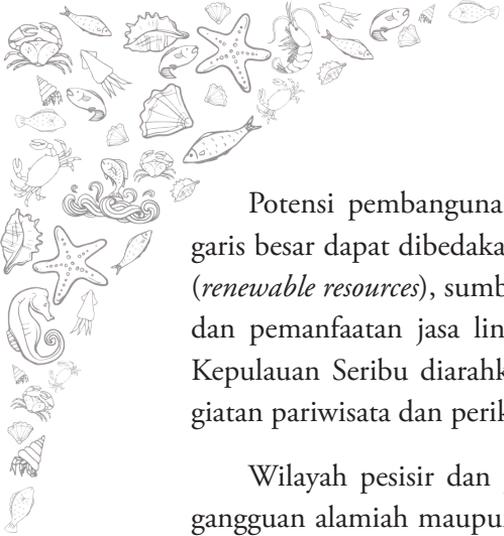
PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM DAN PERSEPSI PENDUDUK PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, ATAS KONDISINYA

ARVITA ROSMAWATI DAN TRIYONO

A. Sumber Daya Alam Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (PPK) memiliki kekayaan sumber daya alam yang beraneka ragam. Pulau Pari yang termasuk kategori pulau kecil memiliki keanekaragaman sumber daya alam yang tinggi. Sumber daya alam tersebut terdiri dari sumber daya hayati dan sumber daya non-hayati. Pulau-pulau kecil memiliki satu atau lebih ekosistem pesisir dan laut dengan beragam sumber daya alam hayati yang terkandung di dalamnya. Ekosistem alami yang banyak ditemukan di kawasan pulau-pulau kecil adalah pantai (berpasir, berbatu, dan/atau berlumpur), hutan mangrove, padang lamun (*seagrass beds*), terumbu karang (*coral reefs*), dan laguna (*lagoons*)^[1]. Ekosistem tersebut merupakan habitat dari berbagai jenis flora dan fauna, sebagai tempat bereproduksi atau memijah (*spawning ground*), tempat untuk tumbuh besar (*nursery ground*), serta tempat mencari makan (*feeding ground*).

Ekosistem di pesisir dan pulau-pulau kecil saling berinteraksi secara fisik, kimiawi, dan biologi, serta memberikan manfaat bagi lingkungan maupun manusia. Secara fisik, ekosistem mangrove berfungsi sebagai pelindung pantai, pencegah erosi, dan perangkap sedimen. Secara kimiawi, antara ekosistem terumbu karang, mangrove, dan lamun terdapat transfer dan aliran bahan organik terlarut. Keindahan pantai dan alam bawah laut di pesisir dan pulau-pulau kecil telah memberikan jasa lingkungan yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan wisata. Kegiatan wisata di kawasan ini berpotensi meningkatkan kesejahteraan penduduk setempat.



Potensi pembangunan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil secara garis besar dapat dibedakan menjadi pembangunan sumber daya dapat pulih (*renewable resources*), sumber daya tidak dapat pulih (*non-renewable resources*), dan pemanfaatan jasa lingkungan. Lebih lanjut, kebijakan pengembangan Kepulauan Seribu diarahkan sebagai pusat kegiatan ekonomi, terutama kegiatan pariwisata dan perikanan^[2].

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil sangat dinamis dan rentan dari gangguan alamiah maupun kegiatan manusia. Oleh karena itu, pemanfaatan dan pembangunan sumber daya alam yang terdapat di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil harus memperhatikan keberlanjutannya^[3]. Aktivitas pemanfaatan sumber daya alam di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang meningkat mengakibatkan sebagian kawasan ini mengalami situasi yang tidak menguntungkan dan memprihatinkan. Kawasan tersebut berada dalam tekanan besar, di mana ekosistemnya menghadapi ancaman kerusakan dan penurunan kualitas yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kelangsungan fungsional ekosistem di pulau-pulau kecil^[1].

Selain mengakibatkan ekosistem dalam tekanan yang besar, pemanfaatan sumber daya alam secara berlebihan dapat meningkatkan degradasi lingkungan dan kerentanan pulau-pulau kecil tersebut. Di Kepulauan Gili Matra, pemanfaatan pulau kecil untuk kegiatan wisata bahari dapat meningkatkan indeks kerentanan PPK dan dapat meningkatkan potensi kerusakan ekosistem terumbu karang^[4]. Penelitian ini mengkaji pemanfaatan sumber daya alam oleh masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan persepsi masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terhadap kondisi sumber daya alam di wilayah mereka. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji jenis pemanfaatan sumber daya di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

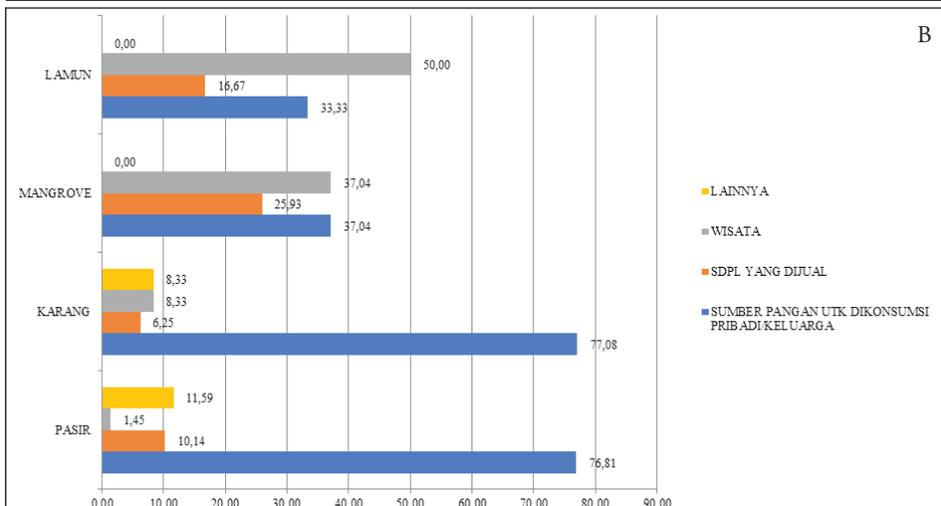
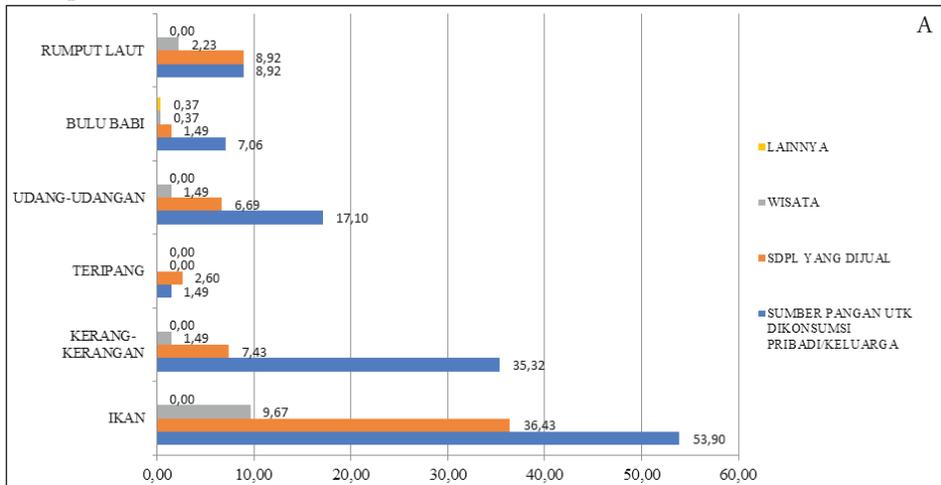
Kajian ini dilakukan di Pulau Pari Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta, pada April 2018. Kegiatan ini menggunakan beberapa tahapan pelaksanaan, yaitu

- (1) *Desk review* atau kajian literatur terhadap penelitian atau kajian yang sudah pernah dilakukan dan teori tentang pengelolaan pulau-pulau kecil;
- (2) Pengumpulan data primer dengan melakukan wawancara terhadap warga masyarakat, dan diskusi dengan kelompok masyarakat dan se-sepuh Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan menggunakan kuesioner.

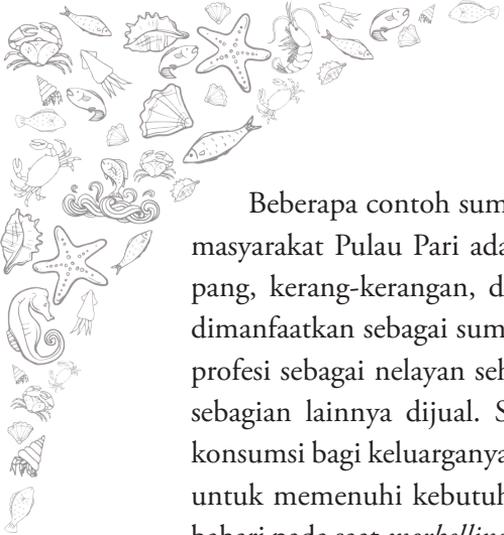
Responden terdiri dari ibu rumah tangga, nelayan, *guide*, PNS, pemilik *homestay*, dan agen travel. Jumlah responden yang diwawancarai adalah 176 orang yang tersebar di RT 01, 02, 03, dan 04 RW 04 Kelurahan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Setelah data primer dan data sekunder diperoleh, dilakukan dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif.

B. Pemanfaatan Sumber Daya Alam Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Masyarakat Pulau Pari memanfaatkan sumber daya alam yang terdapat di wilayahnya sebagai sumber pangan untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarga maupun sebagai mata pencaharian. Jenis-jenis sumber daya alam hayati dan nonhayati serta pemanfaatannya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, disajikan pada Gambar 98.



Gambar 98. Persentase Pemanfaatan Jenis Sumber Daya Alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

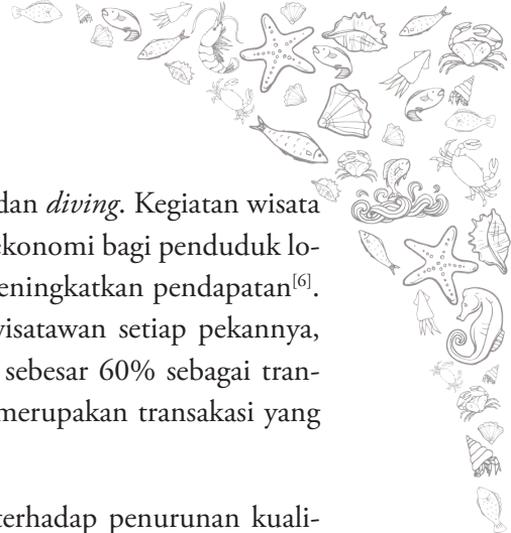


Beberapa contoh sumber daya alam hayati yang dimanfaatkan oleh masyarakat Pulau Pari adalah rumput laut, bulu babi, udang-udangan, teripang, kerang-kerangan, dan ikan. Sumber daya hayati yang paling banyak dimanfaatkan sebagai sumber pangan adalah ikan (53,90%). Responden berprofesi sebagai nelayan sehingga ikan yang didapat sebagian dikonsumsi dan sebagian lainnya dijual. Selain dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi bagi keluarganya, ikan juga dimanfaatkan oleh penduduk Pulau Pari untuk memenuhi kebutuhan konsumsi wisatawan serta sebagai objek wisata bahari pada saat *snorkelling* dan *diving*. Selain ikan, sumber daya hayati lainnya yang dimanfaatkan sebagai sumber pangan adalah kerang-kerangan (35,32%), udang-udangan (17,10%), rumput laut (8,92%) dan bulu babi (7,06%).

Sumber daya alam hayati potensial yang belum banyak dimanfaatkan oleh penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, adalah teripang dan bulu babi. Teripang diketahui banyak memiliki manfaat, misalnya mengandung bahan bioaktif antioksidan yang dapat membantu mengurangi kerusakan sel dan jaringan tubuh. Selain itu, teripang juga mengandung bahan antibakteri dan antifungi bermanfaat untuk perawatan kulit. Kandungan lainnya yang terdapat dalam teripang adalah antinositif (penahan sakit) dan anti inflamasi (melawan radang dan mengurangi pembengkakan)^[2]. Bulu babi (*sea urchin*) juga memiliki banyak kegunaan, tetapi masih belum banyak dimanfaatkan oleh penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Manfaat bulu babi antara lain untuk diambil gonadnya. Gonad bulu babi banyak mengandung protein, lipid dan glikogen, kalsium, fosfor vitamin A, B, B2, B12, asam nikotik, asam pantotik, asam folik, dan karotin sehingga baik digunakan sebagai alternatif sumber pangan.

Gambar 98 (b) memperlihatkan sumber daya alam lainnya yang dimanfaatkan oleh penduduk. Pada penelitian ini, responden diberikan pertanyaan mengenai beberapa sumber daya alam lainnya di Pulau Pari Kepulauan Seribu seperti pasir, karang, mangrove, dan lamun. Sebanyak 77,08% responden menjawab pernah memanfaatkan karang dan sebanyak 76,81% responden juga pernah memanfaatkan pasir sebagai bahan untuk membangun rumahnya.

Pemanfaatan ekosistem terumbu karang sebagai objek wisata bahari saat ini sedang menjadi tren. Daya tarik pulau-pulau kecil sebagai tujuan wisata adalah keindahan alam dan eksotismenya, serta keanekaragaman habitat alami, seperti terumbu karang dan pantai berpasir^[5]. Kegiatan yang dikembang-

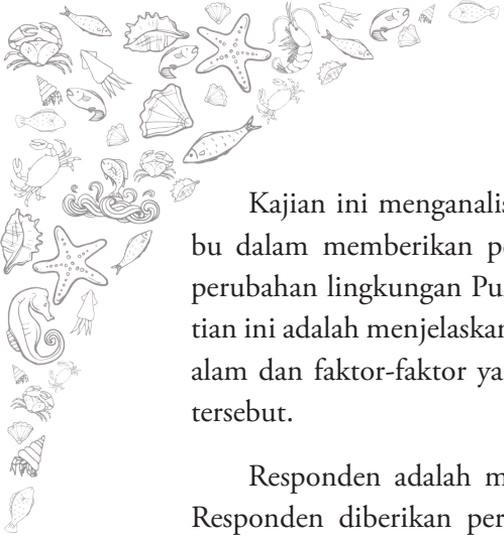


kan di Pulau Pari adalah wisata pantai, *snorkelling* dan *diving*. Kegiatan wisata tersebut dapat memberikan dampak positif secara ekonomi bagi penduduk lokal, yaitu menciptakan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pendapatan^[6]. Perputaran uang yang berasal dari pengeluaran wisatawan setiap pekannya, memberikan kontribusi ekonomi di tingkat lokal sebesar 60% sebagai transaksi yang terjadi dalam pulau, dan 40% sisanya merupakan transaksi yang terjadi di luar pulau tersebut^[7].

Namun, kegiatan wisata juga berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan dengan adanya pembangunan sarana dan prasarana (dermaga dan *homestay*) serta aktivitas wisata (*diving*, *snorkeling* dan lainnya). Para wisatawan yang tidak bisa berenang dapat menginjak karang dan dapat merusak terumbu karang padahal ekosistem terumbu karang menjadi nilai jual dalam kegiatan wisata bahari. Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, justru masih banyak yang memanfaatkan karang untuk kepentingan pribadi sebagai bahan bangunan dalam membangun rumah meskipun—menurut pengakuan mereka—hanya mengambil karang-karang yang sudah mati. Selain pemanfaatan karang, pemanfaatan pasir laut untuk membangun rumah juga masih terjadi di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Menurut pengakuan responden, pengambilan pasir masih dilakukan secara tradisional dan hanya untuk memenuhi kebutuhan pribadi. Pemanfaatan sumber daya karang dan pasir untuk bahan bangunan diharapkan mulai berkurang di masa yang akan datang dan kesadaran akan kelestarian lingkungan masyarakat pun akan meningkat.

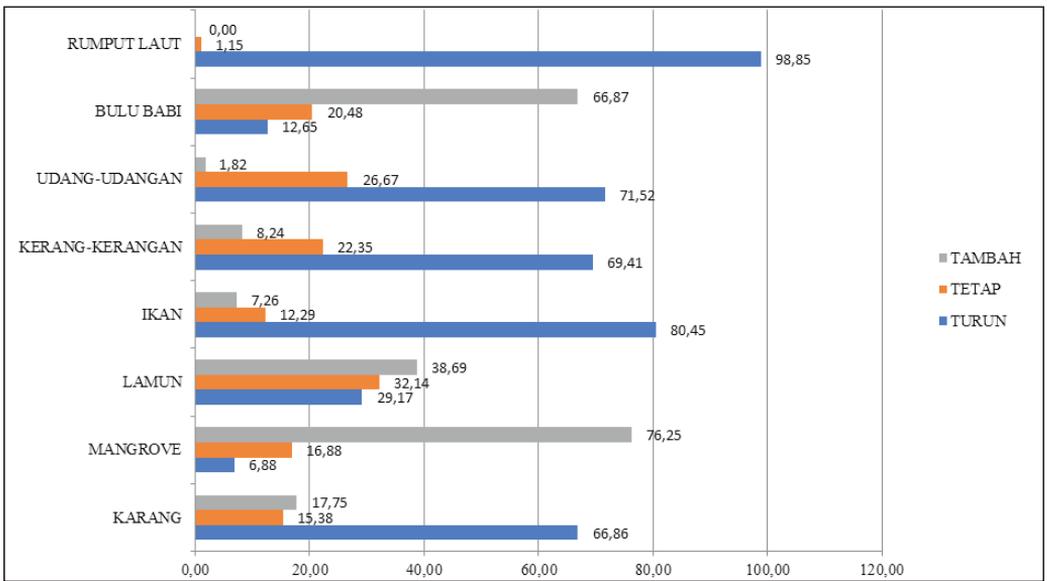
C. Persepsi Masyarakat terhadap Kondisi Sumber Daya Alam Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Persepsi didefinisikan sebagai tanggapan atau penerimaan langsung atas sesuatu atau proses seseorang mengetahui beberapa hal melalui panca indranya. Setiap orang memiliki kecenderungan melihat benda yang sama dengan cara yang berbeda-beda. Persepsi seseorang terhadap suatu objek dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu tingkat pengetahuan, pengalaman, dan sudut pandang. Faktor lain yang dapat memengaruhi persepsi seseorang^[8] adalah minat, kepentingan, kebiasaan, dan konstansi (kecenderungan seseorang melihat suatu objek secara konstan). Seseorang akan memberikan tingkat persepsi yang tinggi apabila orang tersebut memiliki minat dan kepentingan yang tinggi terhadap suatu objek. Kebiasaan dan konstansi yang tinggi terhadap suatu objek juga akan meningkatkan tingkat persepsinya.



Kajian ini menganalisis persepsi masyarakat Pulau Pari Kepulauan Seribu dalam memberikan penilaian terhadap kondisi sumber daya alam dan perubahan lingkungan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Adapun tujuan penelitian ini adalah menjelaskan persepsi masyarakat terhadap kondisi sumber daya alam dan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kondisi sumber daya tersebut.

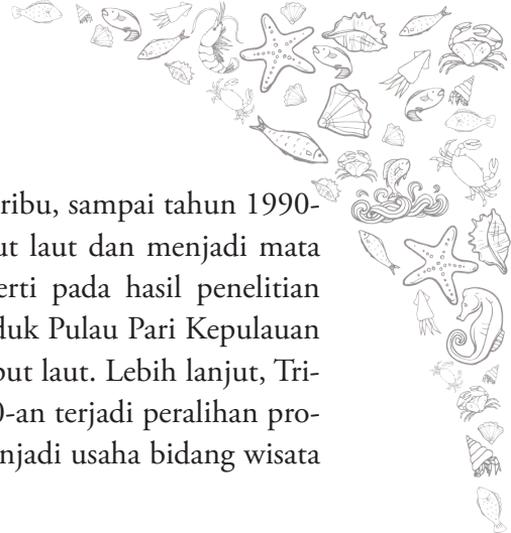
Responden adalah masyarakat Pulau Pari yang jumlahnya 176 orang. Responden diberikan pertanyaan tentang kondisi dan perubahan ekologi, ekonomi, dan sosial yang terjadi di Pulau Pari. Persepsi masyarakat di sana terhadap kondisi sumber daya di wilayah mereka disajikan pada Gambar 99.



Gambar 99. Persepsi Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terhadap Kondisi Sumber Daya Alam Hayati dan Nonhayati

Sumber daya alam hayati adalah sumber daya yang dapat diperbarui. Sumber daya alam hayati yang terdapat di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terdiri dari ekosistem lamun, mangrove, dan terumbu karang, serta biota laut (rumpun laut, bulu babi, udang, kerang dan ikan). Kondisi sumber daya alam saat ini dirasakan semakin menurun dalam kuantitas maupun kualitas, dan penurunan ini telah dirasakan oleh penduduk di sana. Berdasarkan persepsi penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, telah terjadi penurunan sumber daya alam berupa rumput laut di wilayah mereka. Penurunan sumber daya rumput laut dinilai oleh 98,85% penduduk padahal usaha budi daya rumput laut dahulu menjadi sumber penghasilan utama mayoritas penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



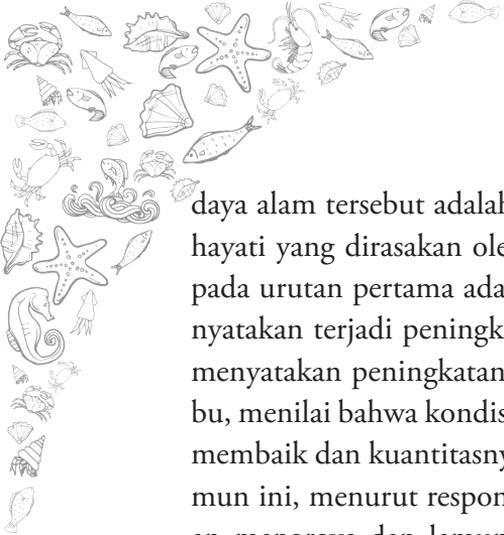
Perairan Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sampai tahun 1990-an masih padat dengan usaha budi daya rumput laut dan menjadi mata pencaharian mayoritas penduduk di sana, seperti pada hasil penelitian Triyono^[7] yang menyatakan bahwa 50% penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu bermata pencaharian sebagai petani rumput laut. Lebih lanjut, Triyono juga menjelaskan bahwa mulai tahun 2010-an terjadi peralihan profesi, dari usaha pembudidayaan rumput laut menjadi usaha bidang wisata bahari^[7].

Selain itu, adanya penyakit pada rumput laut menjadi penyebab tidak adanya bibit untuk budidaya. Jika penduduk melakukan budi daya rumput laut, tak lama kemudian mereka akan mengalami kegagalan karena rumput lautnya terserang penyakit. Kondisi ini diduga oleh responden sebagai akibat dari kondisi kualitas perairan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang sudah menurun serta frekuensi perawatan selama budi daya rumput laut yang tidak rutin.

Sumber daya alam lain yang dirasakan sudah mulai menurun pada urutan kedua setelah rumput laut adalah ikan. Sebanyak 80,45% responden merasakan semakin sulitnya memperoleh ikan. Penurunan kondisi ini berdasarkan hasil tangkapan yang berkurang, baik untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga maupun untuk dijual kembali. Alat tangkap ikan yang digunakan oleh penduduk di sana adalah bubu, serong, jaring rampus, pancing ulur, bagan apung, pancing tonda, jaring milenium, dan jaring muroami^[3].

Sumber daya alam lainnya yang dirasakan menurun kondisinya oleh penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu adalah udang-udangan, kerang-kerangan, dan karang. Sumber daya ini dirasakan menurun oleh sebanyak 71,52% responden untuk udang-udangan, 69,41% responden untuk kerang-kerangan, dan karang sebesar 66,86%. Penurunan jumlah sumber daya ikan, udang, dan kerang, menurut penuturan penduduk, disebabkan oleh penurunan kualitas air sejak pembangunan resort di Pulau Tengah yang terletak di gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Selain sumber daya alamnya yang sebagian mengalami penurunan, penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga merasakan terjadinya peningkatan kuantitas dan kualitas sumber daya alam tertentu. Sumber



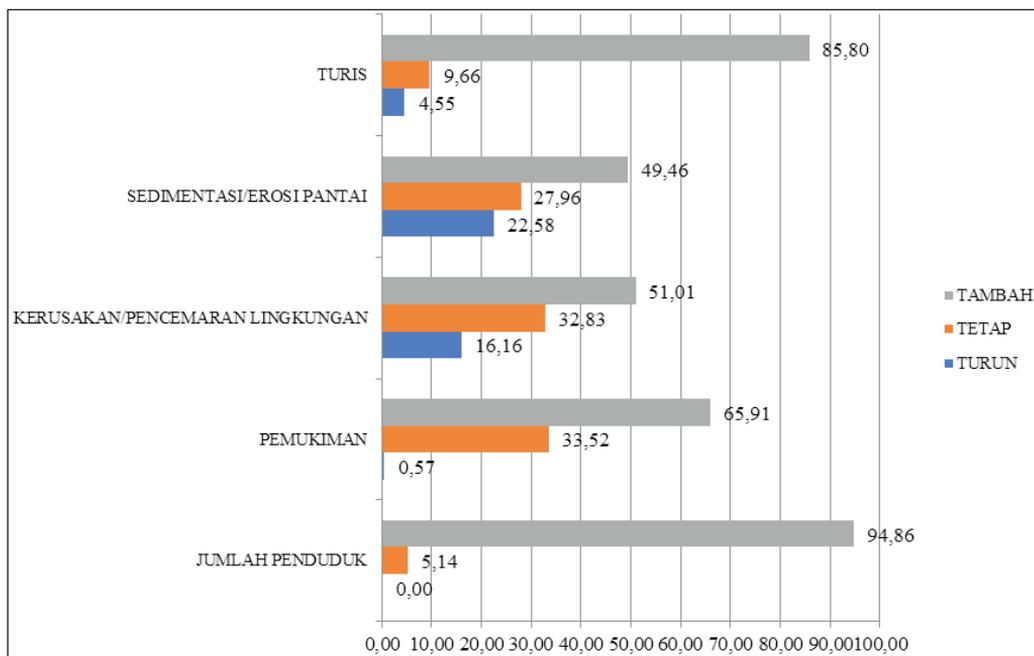
daya alam tersebut adalah mangrove, bulu babi, dan lamun. Sumber daya hayati yang dirasakan oleh penduduk Pulau Pari mengalami peningkatan pada urutan pertama adalah mangrove. Sebanyak 76,25% responden menyatakan terjadi peningkatan mangrove dan sebanyak 38,69% responden menyatakan peningkatan lamun. Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menilai bahwa kondisi ekosistem mangrove dan lamun saat ini semakin membaik dan kuantitasnya pun bertambah. Peningkatan mangrove dan lamun ini, menurut responden, disebabkan oleh adanya kegiatan penanaman mangrove dan lamun oleh wisatawan/penduduk yang menjadi salah satu aktivitas wisata bahari. Bibit mangrove yang ditanam diperoleh dari warga di sana yang melakukan pembibitan.

Kegiatan wisata bahari oleh Loka Pengembangan Kompetensi Sumber daya Manusia Oseanografi (LPKSDMO) LIPI juga selalu menawarkan kegiatan menanam mangrove atau lamun dalam agenda kegiatannya. Hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan kepedulian dan kesadaran kepada wisatawan/pengunjung untuk lebih mencintai kelestarian sumber daya.

Sumber daya hayati lainnya yang dirasakan meningkat oleh Penduduk Pulau Pari adalah bulu babi. Sebanyak 66,87% responden merasakan bahwa bulu babi semakin bertambah jumlahnya di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Bulu babi merupakan biota laut yang dapat dijadikan sebagai indikator ekologi dan sangat berkaitan dengan ekosistem terumbu karang. Apabila pada suatu perairan terdapat banyak bulu babi, kondisi perairan tersebut dalam kondisi buruk, dan dapat berpengaruh terhadap ekosistem terumbu karang. Salah satu jenis bulu babi dapat dijadikan indikator adalah *Diadema antillarum*; apabila jumlahnya meningkat akan menyebabkan kematian larva karang, dan sebaliknya, jika jumlahnya menurun akan menyebabkan karang ditumbuhi alga dan dapat mengakibatkan kematian karang dewasa^[4].

Penurunan kondisi ekosistem terumbu karang di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga disebabkan oleh aktivitas wisata bahari yang saat ini sedang berkembang. Pada 2013, tercatat ada sebanyak 34.931 pengunjung dan pada 2016 jumlah pengunjung sebanyak 134 977 orang. Menurut Abrar^[5], kondisi tutupan karang hidup menurun 1,15% selama kurun waktu 6 tahun.

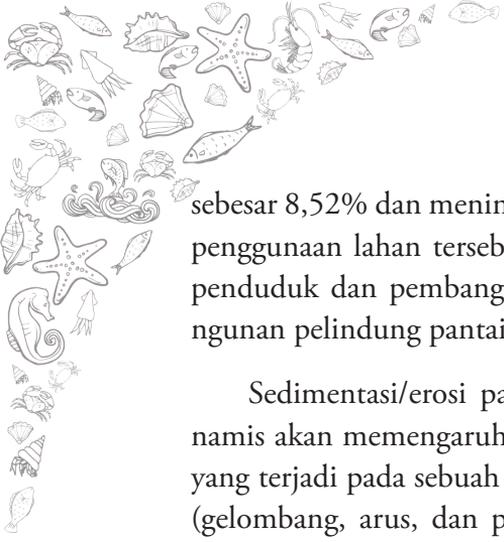
Persepsi masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terhadap perubahan kondisi lingkungan disajikan pada Gambar 100. Responden diberikan lima pertanyaan yang merupakan indikator terkait perubahan yang terjadi di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Indikator tersebut adalah pengunjung (turis), kondisi pantai, pencemaran lingkungan, permukiman penduduk, dan jumlah penduduk.



Gambar 100. Persepsi Masyarakat Pulau Pari terhadap Perubahan Lingkungan di Pulau Pari

Menurut masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, kelima indikator tersebut mengalami peningkatan dengan urutan sebagai berikut: perubahan jumlah penduduk dinyatakan oleh sebanyak 94,86% responden, jumlah pengunjung dinyatakan oleh sebanyak 85,80% responden, pemukiman penduduk dinyatakan oleh sebanyak 65,91% responden, kerusakan dan atau pencemaran lingkungan dinyatakan oleh sebanyak 51,01% responden, dan sedimentasi/erosi pantai dinyatakan oleh sebanyak 49,46% responden.

Berdasarkan hasil penelitian Rosmawati^[10], kepadatan penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, meningkat 196,76% selama kurun tahun 1992–2016. Pada 1992, kepadatan penduduk di sana sebesar 1326 jiwa/km² dan meningkat menjadi 2609 jiwa/km². Hal ini akan berpengaruh terhadap permukiman penduduk dan penggunaan lahan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Pada 2000, persentase lahan terbangun di Pulau Pari

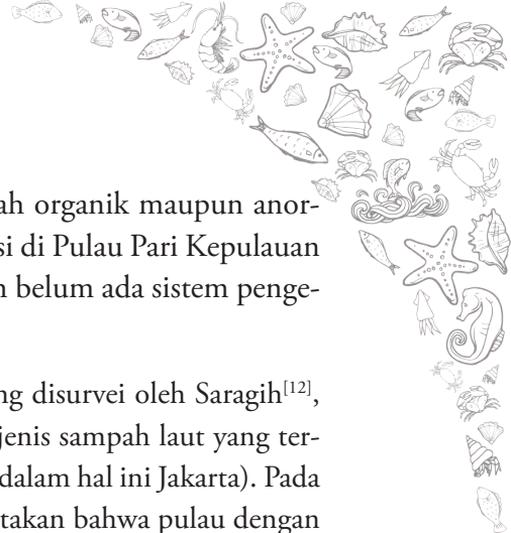


sebesar 8,52% dan meningkat menjadi 16,05% pada 2015^[10]. Peningkatan penggunaan lahan tersebut disebabkan penambahan jumlah pemukiman penduduk dan pembangunan sarana-prasarana, seperti dermaga dan bangunan pelindung pantai.

Sedimentasi/erosi pantai yang terjadi pada sebuah pulau secara dinamis akan memengaruhi perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai yang terjadi pada sebuah pulau umumnya disebabkan oleh faktor alamiah (gelombang, arus, dan pasang surut) dan kegiatan antropogenik seperti reklamasi dan penambangan pasir^[11]. Sebanyak 49,46% penduduk Pulau Pari Kepulauan Seribu menilai bahwa terjadi perubahan garis pantai yang diduga salah satunya disebabkan oleh hal tersebut. Berdasarkan analisis perubahan garis pantai yang terjadi di Pulau Pari Kepulauan Seribu, Rosmawati^[10] melaporkan bahwa selama kurun waktu tahun 1995–2015, garis pantai di Pulau Pari berkurang 20,02%. Artinya, dapat disimpulkan bahwa proses yang dominan terjadi adalah abrasi. Faktor penyebab perubahan garis pantai Pulau Pari dalam kurun waktu tersebut adalah meningkatnya jumlah penduduk yang bermuara pada meningkatnya aktivitas manusia dalam memanfaatkan pulau tersebut. Reklamasi untuk menunjang pembangunan infrastruktur dermaga juga berkontribusi terhadap perubahan garis pantai. Sebagai contoh, di Gili Matra, perubahan garis pantai^[6] disebabkan oleh pembangunan resor dan restoran dan pelabuhan sebagai tuntutan pemenuhan sarana dan prasarana wisata bahari.

Kerusakan dan pencemaran juga dirasakan semakin meningkat oleh penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Dari hasil survei, diketahui bahwa 51,01% responden menilai kondisi lingkungan mereka telah rusak dan tercemar. Seperti yang diketahui, pada 2018 terjadi tumpahan minyak di sepanjang pantai. Selain tumpahan minyak, sampah juga jadi penyebab pencemaran di Pulau Pari. Sampah di Pulau Pari hadir sebagai dampak dari kegiatan wisata dan kegiatan antropogenik penduduk. Laporan Saragih^[12] menyatakan bahwa sampah di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, umumnya berasal dari sampah domestik (rumah tangga), sampah wisatawan (kegiatan wisata), dan sampah laut (Teluk Jakarta).

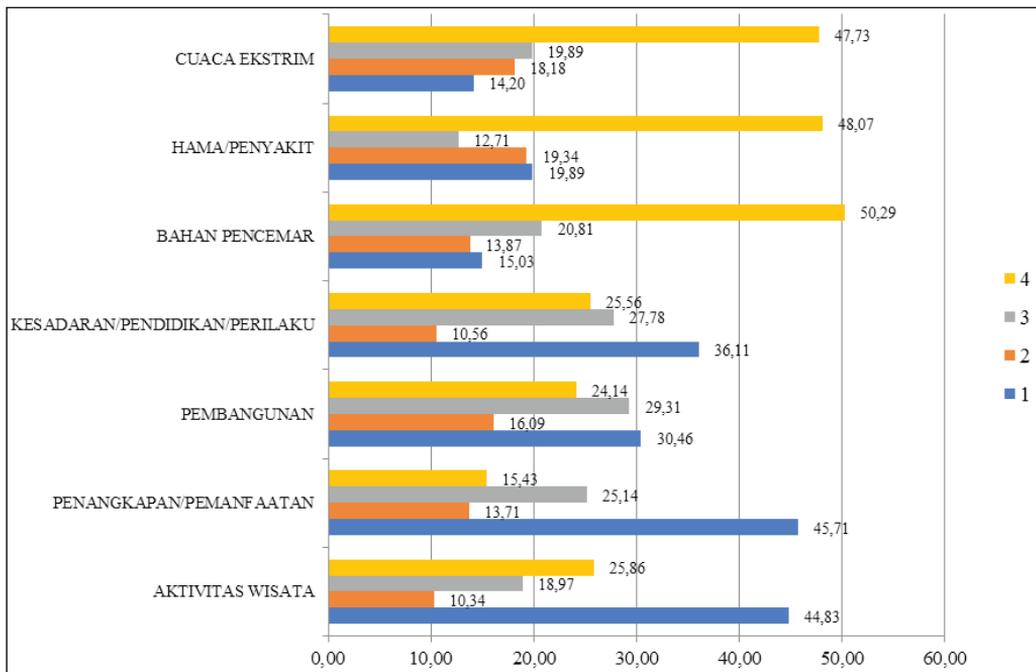
Berdasarkan hasil penelitian Saragih^[12], sampah laut dari *mainland* dapat terbawa oleh arus dan dapat mencemari wilayah yang jauh dari sumber sampah tersebut. Dalam hal ini, sampah dari Kota Jakarta dapat mencemari pantai yang jaraknya lebih dari 20 km, yakni pantai di Kepulauan Seribu. Sampah di



Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terdiri dari sampah organik maupun anorganik. Jenis sampah anorganik yang mendominasi di Pulau Pari Kepulauan Seribu adalah plastik^[10] dan sampai saat ini masih belum ada sistem pengelolaan sampah yang baik di sana.

Dari beberapa pulau di Kepulauan Seribu yang disurvei oleh Saragih^[12], dilaporkan bahwa terdapat korelasi negatif antara jenis sampah laut yang terdapat di sebuah pulau dengan jarak dari *mainland* (dalam hal ini Jakarta). Pada 1986, survei yang dilakukan Willoughby^[14] menyatakan bahwa pulau dengan jarak 20 km dari *mainland* memiliki jumlah sampah laut yang lebih sedikit. Namun, terdapat perbedaan pada 1994 karena pulau dengan jarak lebih dari 45 km masih terpengaruh oleh sampah dari *mainland*. Hal ini disebabkan oleh semakin meluasnya penggunaan plastik pada dekade tersebut.

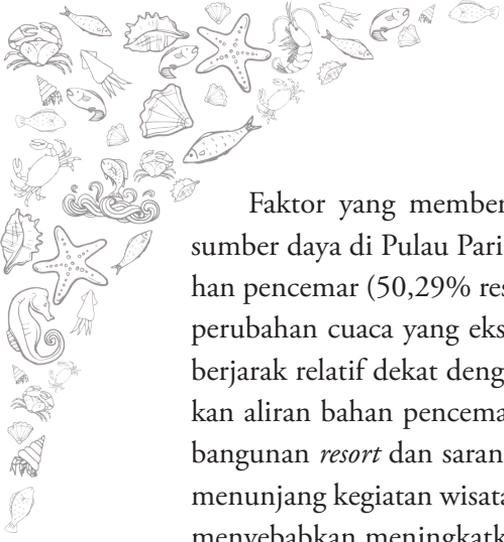
Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, diberikan pertanyaan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan kondisi sumber daya alam di daerah mereka. Gambar 101 menyajikan hasil penilaian masyarakat terhadap faktor-faktor yang menyebabkan perubahan kondisi sumber daya alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Keterangan: 1) Memberikan pengaruh sangat rendah; 2) Memberikan pengaruh rendah; 3) Memberikan pengaruh tinggi; 4) Memberikan pengaruh sangat tinggi.

Gambar 101. Faktor-faktor yang Menyebabkan Penurunan Sumber Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

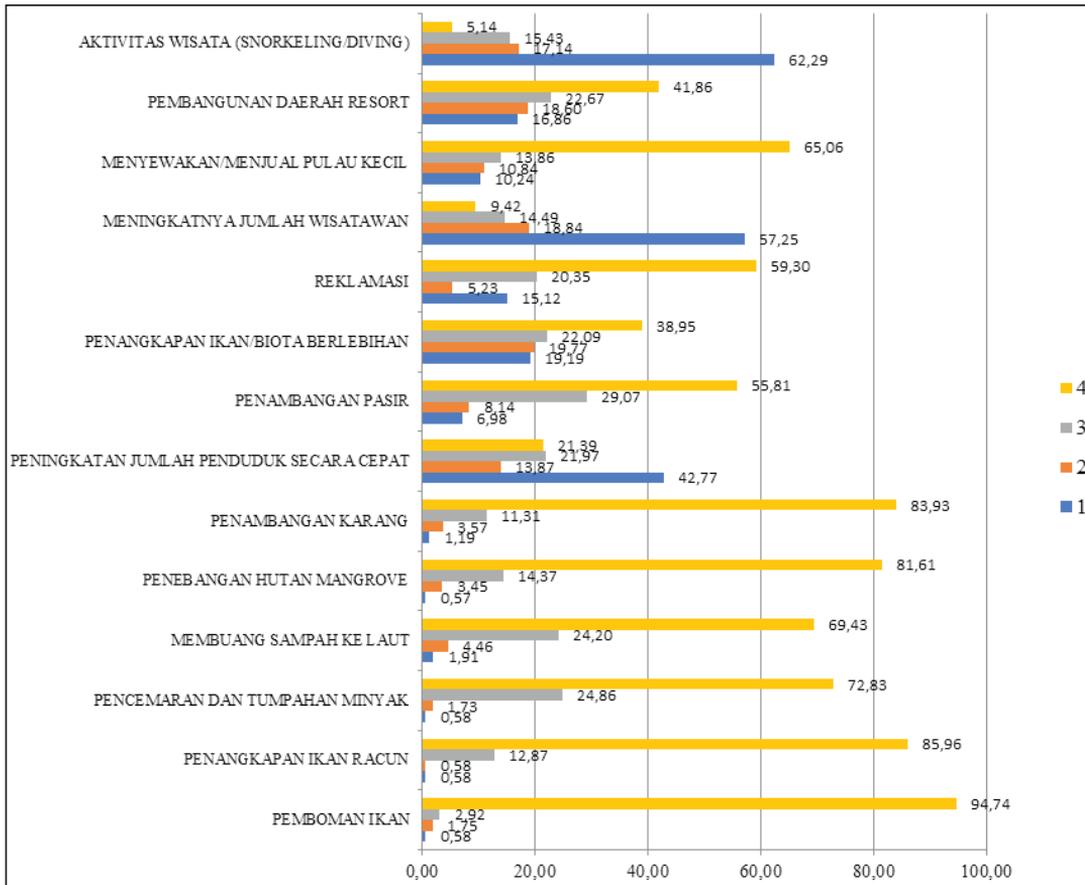
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Faktor yang memberikan pengaruh sangat tinggi terhadap perubahan sumber daya di Pulau Pari Kepulauan Seribu, menurut responden, adalah bahan pencemar (50,29% responden), hama penyakit (48,07% responden), dan perubahan cuaca yang ekstrem (47,73% responden). Lokasi Pulau Pari yang berjarak relatif dekat dengan *mainland* Jakarta 16,15 km^[15] dapat menyebabkan aliran bahan pencemar sampai ke perairan pulau tersebut. Adanya pembangunan *resort* dan sarana—prasarana seperti dermaga atau pelabuhan yang menunjang kegiatan wisata ataupun kegiatan sehari-hari penduduk juga dapat menyebabkan meningkatkannya polutan yang masuk ke perairan di Pulau Pari Kepulauan Seribu. Sementara itu, faktor yang memberikan pengaruh sangat rendah terhadap penurunan sumber daya adalah tingkat kesadaran/pendidikan atau perilaku (36,11% responden), pembangunan (30,46% responden), penangkapan/pemanfaatan sumber daya (45,71% responden), dan aktivitas wisata (44,83% responden).

Menurut responden, aktivitas wisata memberikan pengaruh yang sangat rendah terhadap perubahan ekologi di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Mereka bahkan berpendapat bahwa aktivitas wisata tidak menyebabkan kerusakan lingkungan, terutama ekosistem terumbu karang. Hal ini berbeda dengan pernyataan para ahli bahwa salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan ekosistem terumbu karang adalah pemanfaatan area tersebut sebagai objek wisata bahari^[6]. Perbedaan ini terjadi karena penduduk melihat hanya dari dampak positif kegiatan wisata dan masih rendahnya sosialisasi tentang dampak dari kegiatan wisata.

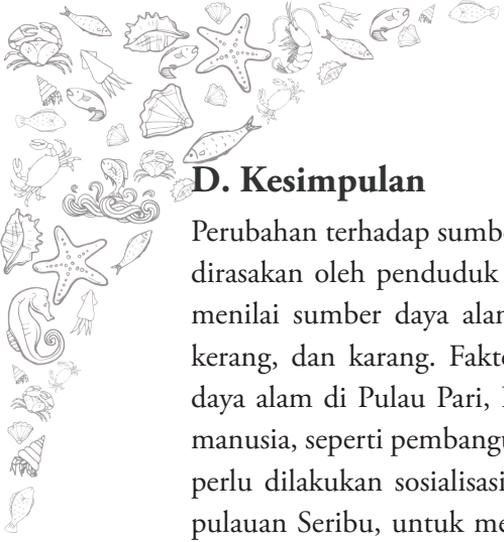
Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, telah menyadari bahwa terdapat beberapa kegiatan yang dapat menyebabkan degradasi lingkungan. Tingkat pengetahuan responden terhadap aktivitas yang dapat menyebabkan degradasi lingkungan dapat terlihat pada Gambar 102. Rata-rata di atas 50% responden menyatakan bahwa kegiatan-kegiatan penambangan karang, penebangan mangrove, membuang sampah laut, pencemaran dan tumpahan minyak, penangkapan ikan dengan racun dan pemboman ikan merupakan aktivitas yang sangat berpengaruh terhadap degradasi lingkungan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Menurut responden, saat ini sudah tidak ada lagi orang yang melakukan aktivitas tersebut di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Keterangan: 1: Memberikan pengaruh sangat rendah; 2: Memberikan pengaruh rendah; 3: Memberikan pengaruh tinggi; 4: Memberikan pengaruh sangat tinggi.

Gambar 102. Persepsi masyarakat Pulau Pari terhadap kegiatan-kegiatan yang menyebabkan degradasi lingkungan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Meningkatnya aktivitas wisata (*snorkelling/diving*), meningkatnya jumlah wisatawan, dan meningkatnya jumlah penduduk, dinyatakan oleh responden sebagai hal yang berpengaruh sangat rendah terhadap degradasi lingkungan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Pendapat ini diduga karena terdapat dampak positif ekonomi yang telah dirasakan penduduk dengan adanya wisatawan. Tingkat pengetahuan yang masih rendah diduga juga sebagai faktor yang menyebabkan penduduk memberikan pernyataan tersebut. Padahal jumlah penduduk yang semakin tinggi dapat memberikan tekanan terhadap lingkungan^[8].



D. Kesimpulan

Perubahan terhadap sumber daya alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, telah dirasakan oleh penduduk di sana. Penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menilai sumber daya alam yang menurun kondisinya adalah ikan, udang, kerang, dan karang. Faktor yang memengaruhi perubahan kondisi sumber daya alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berasal dari faktor alamiah dan manusia, seperti pembangunan dermaga dan aktivitas wisata. Oleh karena itu, perlu dilakukan sosialisasi dan edukasi terhadap penduduk Pulau Pari, Kepulauan Seribu, untuk meningkatkan pengetahuan mereka akan pentingnya pemeliharaan sumber daya alam secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bengen DG, Retraubun ASW, Sudirman S. Menguak realitas dan urgensi pengelolaan berbasis eko-sosio sistem pulau-pulau kecil. Bogor: Pusat Pembelajaran dan Pengembangan Pesisir dan Laut; 2012.
- [2] Wibowo S, Yunizal, Setiabudi E, Erlina MD, Tazwir. Teknologi penanganan dan pengolahan teripang (Holothuridea). Jakarta: IPPL; 1997.
- [3] Hartati ST, Wahyuni IS, Indarsyah IJ. Pemanfaatan sumber daya ikan di gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 2010;16(1):9–19.
- [4] Timotius, S. Karakteristik biologi karang. Makalah Training Centre 7–12 Juli 2003. Yayasan Terumbu Karang Indonesia (Terangi). 2003.
- [5] Daby D. Effects of seagrass bed removal for tourism purposes in Mauritian bay. *Environment Pollution*. 2003;125:313–324.
- [6] Kurniawan F, Adrianto L, Bengen DG, Prasetyo LB. Vulnerability assesment of small island to tourism: the case of the marine tourism park of the Gili Matra Island, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*. 2016 April 16; 65:308–326.
- [7] Triyono. Penilaian ekonomi dan daya dukung wisata bahari di Pulau Pari Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2013.
- [8] Pieter, Herri Z, Namora LL. Pengantar psikologi dalam keperawatan. Jakarta: Kencana Prenada Media Group; 2012.
- [9] Abrar M, Sam W, Sekar MCH, Corri C, Ahmad RD, Suhardi, Nurhasim. Laporan kegiatan penelitian: model perlindungan ekosistem pesisir: restorasi habitat terumbu karang di Pulau Pari Kepulauan Seribu, DKI Jakarta; 2016.
- [10] Rosmawati A. Penilaian indeks kerentanan pulau-pulau kecil: studi kasus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta [Tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2018.
- [11] Bird ECF, Otto SRO. Environmental changes on the coast in Indonesia. Japan: The United of University; 1982.
- [12] Saragih DA. Pengelolaan sampah di pulau-pulau kecil (studi kasus di Pulau Pari dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu) [Tesis]. [Bogor]: Institut Pertanian Bogor; 2015.
- [13] Uneputty, Evans. Accumulation of beach litter on island of the Pulau Seribu archipelago, Indonesia. *Mar Poll Bull*. 1997;34:652–655.
- [14] Farhan AR, Lim S. Vulnerability assessment of ecological conditions in Seribu Islands Indonesia. *Ocean and Coastal Management* 2012 May 7;65:1–14.



BAB XVIII

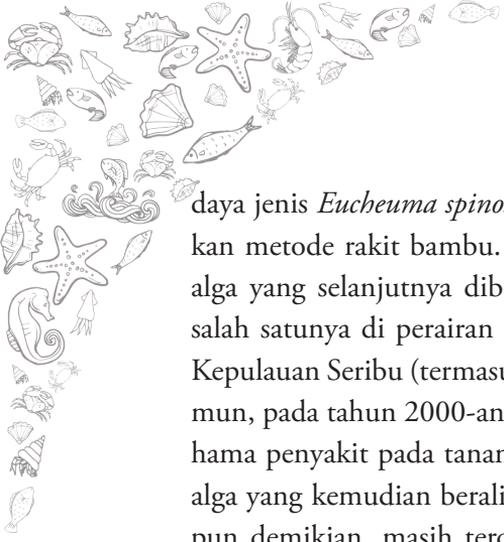
PEMANFAATAN BUDI DAYA MAKRO ALGA *Eucheuma cottonii* DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

HILDA NOVIANTY

A. Kondisi Budi Daya Makro Algae *Eucheuma* sp di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan wilayah di Teluk Jakarta yang terdiri dari Pulau Pari, Pulau Kongsu, Pulau Tengah, Pulau Burung, dan Pulau Tikus dan dikelilingi oleh terumbu karang atol^[1]. Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki ekosistem perairan pesisir dan laut yang lengkap, seperti mangrove, lamun, dan terumbu karang yang dapat dijadikan sebagai sumber daya hayati (SDH) yang berpotensi sebagai sumber pangan. Salah satu komoditas dari ekosistem tersebut adalah makro alga. Makro alga merupakan komoditas non-ikan yang memiliki nilai tambah (*value added*) yang tinggi karena memiliki sifat fungsional berupa pembentuk gel, penstabil, pengemulsi, pengental, penjernih, dan pensuspensi yang telah dimanfaatkan dalam industri pangan, farmasi, dan kosmetik^[2,3]. Makro alga juga mengandung komponen polyfenol yang memiliki aktivitas antioksidan^[4,5,6] yang dapat mencegah penyakit berbahaya, seperti kanker^[7]. Selain itu, makro alga mengandung kandungan mineral (iodine, kalsium), protein 5–15%, lipid 1–5%, dan vitamin (B, B12, C, E) yang bermanfaat bagi tubuh^[8]. Hal tersebut yang membuat nilai makro alga menjadi tinggi dan menjadi komoditas prioritas untuk dibudidayakan.

Beswani^[9] menyatakan budi daya makro alga dimulai di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tahun 1968. Pada saat itu, Sulistijo melakukan uji coba budi



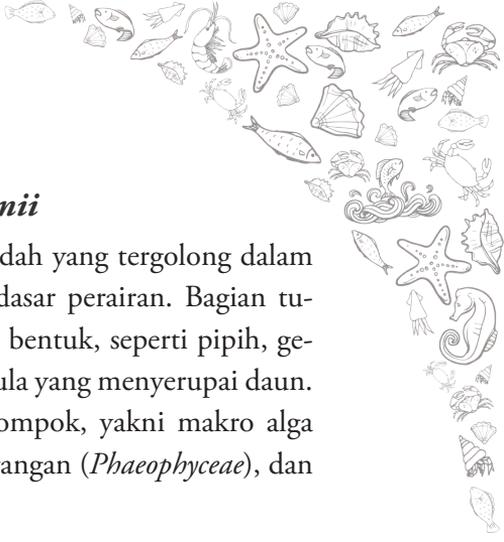
daya jenis *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma edule* yang ditanam menggunakan metode rakit bambu. Uji budi daya tersebut menghasilkan bibit makro alga yang selanjutnya dibudidayakan kembali di wilayah lain di Indonesia, salah satunya di perairan Bali. Hingga tahun 1999, produksi makro alga di Kepulauan Seribu (termasuk wilayah Pulau Pari) mengalami peningkatan. Namun, pada tahun 2000-an produksinya mengalami penurunan karena adanya hama penyakit pada tanaman budi daya makro alga^[9]. Banyak petani makro alga yang kemudian beralih ke sektor usaha lain, yakni wisata bahari. Meskipun demikian, masih terdapat kelompok masyarakat yang menjalani usaha budi daya makro alga dan olahannya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Jenis makro alga yang dibudidayakan masyarakat Pulau Pari adalah jenis *Eucheuma* sp. Produk budi daya makro alga yang dihasilkan berupa *dried seaweed* (*Eucheuma* yang sudah dikeringkan) dan olahan makanan berbahan baku makro alga, seperti dodol, selai, dan manisan. Meskipun usaha budi daya makro alga di Pulau Pari tersaingi oleh usaha wisata bahari, sektor ini masih memiliki peluang untuk dikembangkan.

Tujuan tulisan ini adalah mengkaji pemanfaatan hasil budi daya makro alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dari segi karakteristik mutu produk hasil budi daya dan peluang usahanya. Informasi dalam tulisan ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk pengembangan budi daya dan pemanfaatan makro algae *Eucheuma* sp di wilayah lain, khususnya wilayah Kepulauan Seribu. Pengkajian dan pengumpulan data sekunder dilakukan melalui pendekatan *desk study* pada 2018. Metode *desk study* merupakan salah satu upaya mempelajari informasi, data, dan laporan yang mempunyai relevansi dengan tujuan penelitian berdasarkan penelaahan, pengumpulan data, ataupun informasi terkait dengan permasalahan yang dikaji^[10].

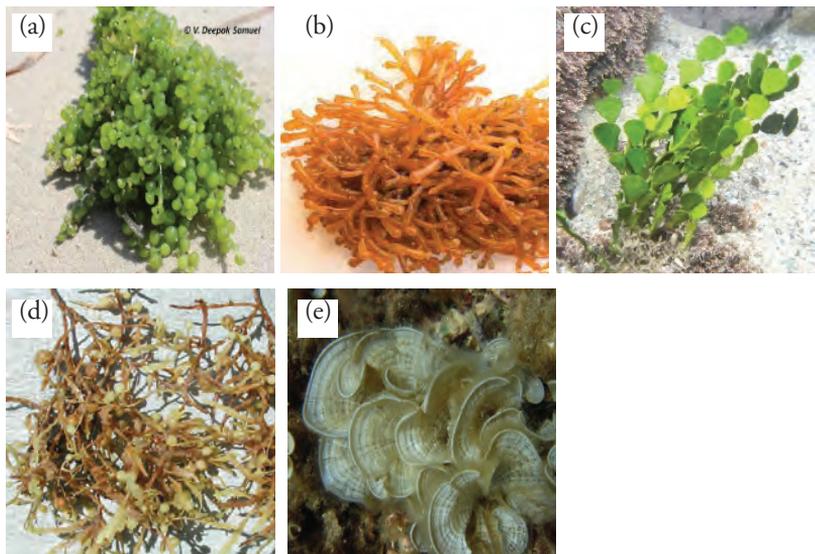
B. Budi Daya *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Agar proses budi daya optimal, pengenalan akan sumber daya secara fisik, biologi dan faktor geografisnya perlu untuk diketahui serta teknik budi daya dan pasca panennya seperti yang akan dipaparkan dalam sub bab dibawah ini.



1. Mengenal Makro Alga *Eucheuma cottonii*

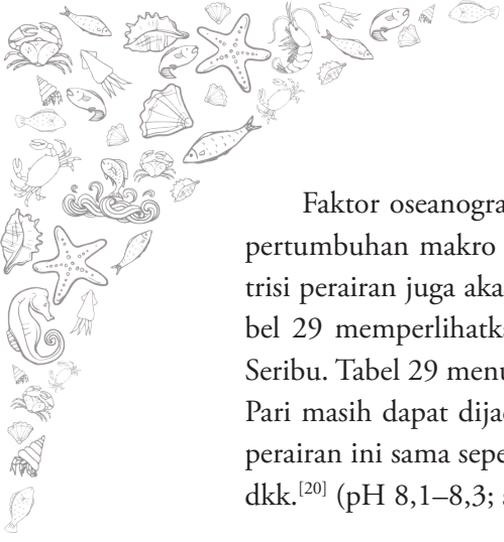
Makro alga merupakan tumbuhan tingkat rendah yang tergolong dalam kategori makro alga benthik yang melekat di dasar perairan. Bagian tubuhnya berupa *thallus* yang memiliki berbagai bentuk, seperti pipih, gepeng, tabung, bulat (Gambar 103)^[8] dan ada pula yang menyerupai daun. Makro alga dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yakni makro alga hijau (*Chlorophyceae*), makro alga cokelat kepirangan (*Phaeophyceae*), dan makro alga merah (*Rhodophyceae*)^[7].



Sumber: Gambar a^[11], gambar b^[12], gambar c^[13], gambar d^[14], gambar e^[15]

Gambar 103. Berbagai bentuk fisik *Thallus* makro alga (dari kiri ke kanan gambar (a) bulat, (b) tabung, (c) gepeng, (d) daun, (e) pipih).

Pengelompokan makro alga tersebut dilakukan berdasarkan zat pigmen (zat warna) yang terkandung dalam *thallus*-nya. Makro alga hijau mengandung pigmen khlorofil a, b, karoten, xanthofil dan lutein; makro alga cokelat mengandung pigmen cokelat karotin, fukosantin, klorofil a dan c; makro alga merah mengandung pigmen fikoeiritrin, karotin, xantofil, dan fikobilin^[16]. Selain pigmen, ciri makro alga adalah berkembang biak dengan dua cara, yaitu seksual atau generatif dan aseksual atau vegetatif^[17].



Faktor oseanografis, jenis substrat, dan sinar matahari menentukan pertumbuhan makro alga. Selain itu, menurut Ahda^[16], keberadaan nutrisi perairan juga akan sangat menunjang pertumbuhan makro alga. Tabel 29 memperlihatkan karakteristik perairan di Pulau Pari Kepulauan Seribu. Tabel 29 menunjukkan bahwa secara oseanografis, perairan Pulau Pari masih dapat dijadikan lokasi budi daya *Eucheuma cottonii*. Kondisi perairan ini sama seperti kajian budi daya *Eucheuma cottonii* oleh Dinda, dkk.^[20] (pH 8,1–8,3; suhu 27–31°C; dan salinitas 31–32‰).

Tabel 29. Karakteristik Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu

Parameter	Karakteristik Perairan Pulau Pari ^[18]	Persyaratan Karakteristik Perairan Budi Daya Makro alga ^[19]
pH	8,6	7,3–8,2
Suhu	30,1°C	25–27°C
Salinitas	30,41 ‰	30 ‰

Makro alga *Eucheuma* sp (Gambar 104) termasuk dalam famili makro alga merah (*Rhodophyceae*) yang memiliki bentuk fisik *thallus* silindris, permukaan licin, *cartilaginous*, duri-duri pada *thallus*-nya tidak tersusun melingkari *thallus*, percabangan *thallus* ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan di daerah basal (pangkal), dan memiliki warna *thallus* hijau, hijau kuning, abu-abu, atau merah^[16].

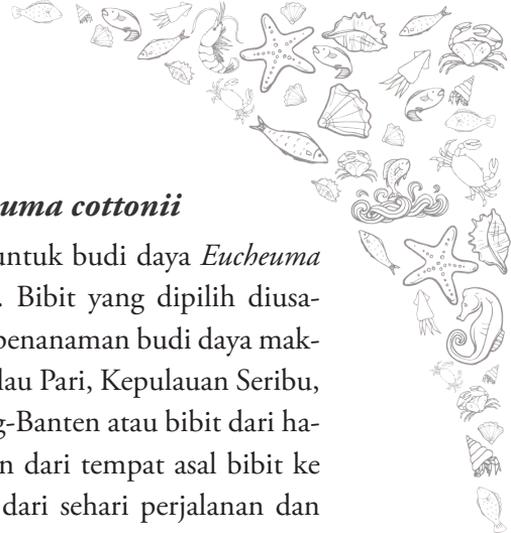


Sumber: Gambar a^[21], gambar b^[22], gambar c^[23]

Gambar 104. Berbagai penampakan warna Thallus makro algae *E.cottonii* (dari kiri ke kanan gambar (a) Hijau, (b) Kuning, (c) Merah).

2. Teknik Budi Daya dan Pascapanen Makro Alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Kegiatan budi daya makro alga pada umumnya terdiri dari 3 tahapan, yakni pemilihan bibit, kegiatan budidaya, dan pascapanen.



a. Pemilihan Bibit Makro Alga *Eucheuma cottonii*

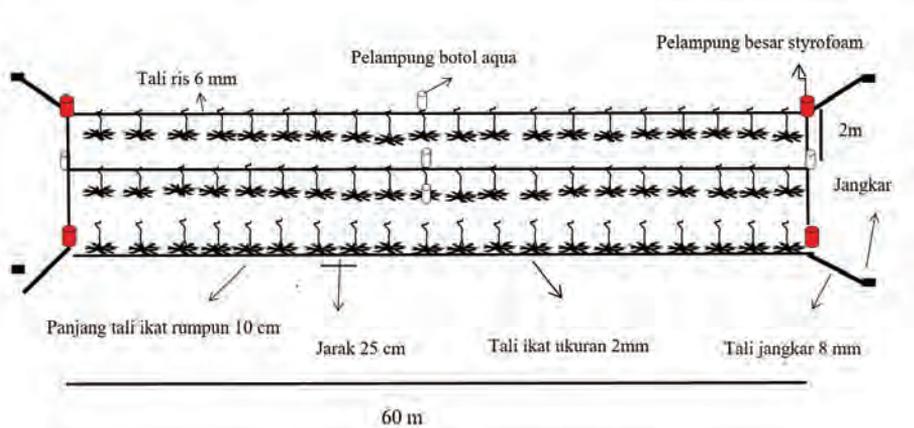
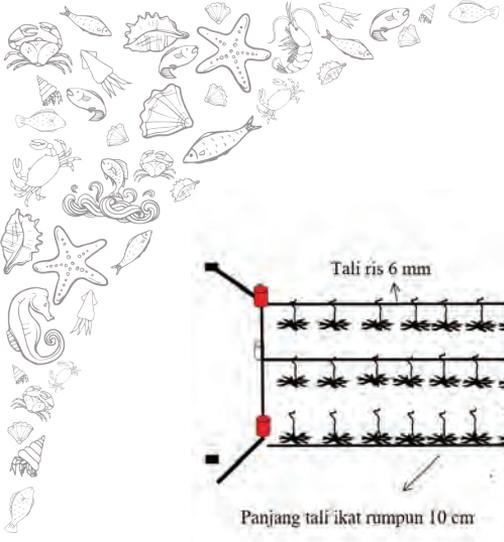
Bibit makro alga yang dapat digunakan untuk budi daya *Eucheuma cottonii* adalah yang berumur 2 minggu. Bibit yang dipilih usahakan berasal dari lokasi terdekat dengan penanaman budi daya makro alga. Petani budi daya makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, biasanya menggunakan bibit dari Bontang-Banten atau bibit dari hasil budi daya yang sebelumnya. Perjalanan dari tempat asal bibit ke lokasi penanaman sebaiknya tidak lebih dari sehari perjalanan dan usahakan bibit dalam keadaan lembap/basah dan tidak terkena air hujan/tawar. Sebelum ditanam, bibit harus disortir terlebih dahulu.

Bibit dengan *thallus* bibit yang rusak/sakit/luka harus dipotong atau dibuang. Pilih bibit yang bersih, cerah, dengan keadaan organoleptik (penampakan, warna, bau) normal. Setiba di lokasi tanam, bibit yang telah disortir sebaiknya langsung ditanam. Jika tidak dapat di tanam langsung, bibit makro alga sebaiknya direndam di air laut dan hindari terkena paparan cahaya matahari secara langsung.

b. Kegiatan Budi Daya Makro Alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Budidaya makro alga *Eucheuma cottonii* yang diterapkan oleh masyarakat di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menggunakan metode *lone line* (rawai)^[18,20]. Metode *lone line* atau rawai adalah metode budi daya dengan menggunakan tali panjang yang dibentangkan^[16]. Metode ini sangat mudah diterapkan oleh masyarakat pesisir karena bahan yang digunakan sifatnya tahan lama dan mudah didapat. Bahan yang diperlukan hanya tali ris atau nilon (diameter 6 mm untuk tali rawainya, diameter 8 mm untuk mengaitkan tali jangkar, diameter 1,5 mm untuk mengaitkan bibit), jangkar, dan pelampung (styrofoam, botol minuman plastik). Gambar 105 dan 106 menunjukkan rancang bangun dan aktivitas budi daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 105. Rancang Bangun Budi Daya Makro Alga Menggunakan Metode *Long Line*^[18]



Gambar 106. Aktivitas Budi Daya *Eucheuma cottonii* Menggunakan Metode *Long Line* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Pemeliharaan yang dilakukan saat masa tanam adalah membersihkan bibit dari lumut atau sampah yang menyangkut dengan cara menggoyangkan tali rawai atau mengambil kotoran yang menyangkut menggunakan perahu sampan minimal seminggu dua sekali.

c. Pascapanen *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Pemanenan makro alga dapat dilakukan mulai umur 35 hingga 45 hari tanam^[24,25,26,19]. Perbedaan karakteristik perairan dan kondisi lingkungan dapat menyebabkan perbedaan umur panen makro alga dari jenis yang sama. Teknik pascapanen yang biasa dilakukan petani budi daya makro alga di Pulau Pari adalah pengeringan tawar dan asin. Dari kedua teknik pascapanen tersebut, yang paling baik menghasilkan mutu makro alga kering (*dried seaweed*) *Eucheuma cottonii* adalah pengeringan tawar^[27]. Adapun langkah-langkah nya adalah

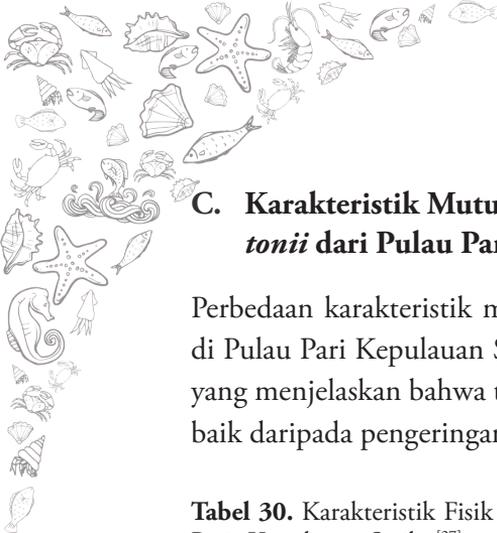
Buku ini tidak diperjualbelikan.

- (1) Makro alga yang dipanen diambil dengan cara melepaskan tali rawai/ris dari jangkar dan menariknya ke dalam sampan, sambil membersihkan makro alga menggunakan air laut.
- (2) Makro alga dilepaskan dari ikatan tali rawai/ris, kemudian dimasukkan ke bak penampung berisi air tawar, dan ditutup menggunakan terpal (tidak boleh terkena air hujan) selama 3 hari.
- (3) Makro alga di jemur hingga kering menggunakan *para-para* yang terbuat dari bambu dan dialasi jaring. Tutup *para-para* dengan terpal jika hujan turun. Lamanya pengeringan tergantung pada kondisi cuaca (5–7 hari).
- (4) Makro alga kering disortasi (dibersihkan dari pasir, dari batu-batuan, dan dari makro alga jenis lain yang menempel ataupun kotoran lainnya), kemudian dikemas.

Hasil panen makro alga kering harus ditutup dalam kemasan kedap udara agar tidak terjadi penyerapan udara dari luar sehingga kadar air makro alga stabil dan kekeringannya tetap terjaga (Gambar 107).



Gambar 107. Aktivitas Pascapanen Makro Alga *Euclima cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu



C. Karakteristik Mutu Hasil Budi Daya Makro Alga *Eucheuma cottonii* dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Perbedaan karakteristik mutu hasil budi daya makro alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari Kepulauan Seribu dapat dilihat pada tabel 30 dan gambar 108, yang menjelaskan bahwa teknik pengeringan tawar memiliki mutu yang lebih baik daripada pengeringan asin.

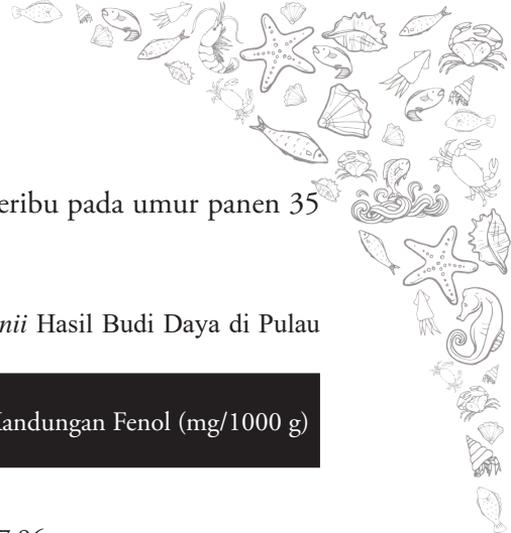
Tabel 30. Karakteristik Fisik Makro Algae *Eucheuma cottonii* Hasil Budi Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[27]

No	Sampel	Kadar Air (%)	Organoleptik	
			Penampakan	Bau
1	Pengeringan tawar	14,36	Putih, bersih, sedikit garam	spesifik makro alga
2	Pengeringan asin	22,76	kusam, banyak butiran pasir dan garam (kotor)	spesifik makro alga dan bau garam (apek)
SNI 2690 (2015): <i>Eucheuma</i> Makro alga kering		Maks. 30	-	spesifik makro alga



Gambar 108. Perbedaan fisik produk makro alga dengan dua cara pengeringan, yaitu asin (gelap) (kiri) dan tawar (terang) (kanan).^[27]

Tabel 30 menunjukkan bahwa hasil pascapanen dengan teknik pengeringan tawar makro alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dalam bentuk *dried seaweed* (makro alga kering) memiliki kadar air dan sifat organoleptik yang masih sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) no 2690 tahun 2015 tentang mutu makro alga kering. Selain itu, hasil penelitian^[28] pada tabel 31 menunjukkan bahwa umur panen makro alga *Eucheuma*



cottonii hasil budi daya di Pulau Pari Kepulauan Seribu pada umur panen 35 hari memiliki kekuatan gel terbesar.

Tabel 31. Kekuatan Gel Makro Algae *Eucheuma cottonii* Hasil Budi Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[28].

No	Umur Panen (hari)	Kekuatan Gel (g/cm ²)	Kandungan Fenol (mg/1000 g)
1	35	430,00	
2	45	355,97	77,96
3	55	214,37	

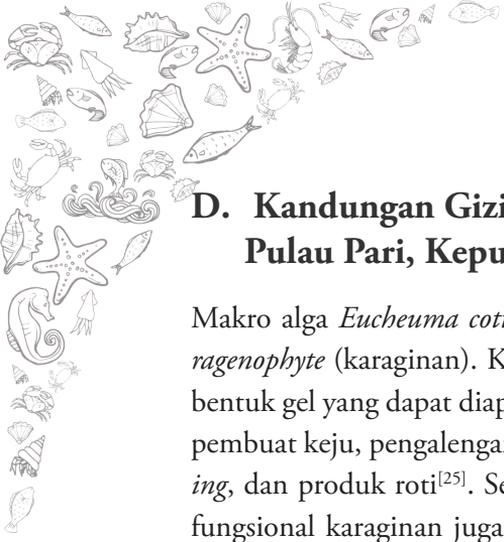
Nilai kekuatan gel yang semakin tinggi menunjukkan tingginya mutu makro alga kering. Hal ini karena kekuatan gel merupakan sifat fungsional makro alga yang dapat diaplikasikan dalam berbagai produk makanan, kosmetik, farmasi, dan industri^[28]. Kekuatan gel juga menunjukkan kemampuan hasil ekstraksi dalam membentuk gel^[29].

Makro alga *Eucheuma cottonii* kering sebelum diolah menjadi produk pangan terlebih dahulu direndam dalam air tawar selama 3 hari (pergantian air perendaman sebanyak tiga kali/hari). Gambar 109 menunjukkan perendaman makro alga *Eucheuma cottonii* kering sebelum digunakan atau diolah menjadi bahan pangan siap saji. Makro alga akan mengembang 5 kali lipat (jika kering hampir 90%). Gambar 109 memperlihatkan perbedaan cara pengeringan secara tawar dan asin. Setelah perendaman, makro alga langsung dapat diolah dalam berbagai macam diversifikasi produk (dodol, manisan, selai, minuman, kerupuk, kue kering, dan salad).



Sumber: Gambar a (dokumen pribadi), gambar b^[30], gambar c^[31]

Gambar 109. Penanganan makro alga kering *Eucheuma cottonii* sebelum diolah (dari kiri ke kanan) (a) Dried *Eucheuma*, (b) Perendaman *Eucheuma*, (c) *Eucheuma* yang telah mekar).

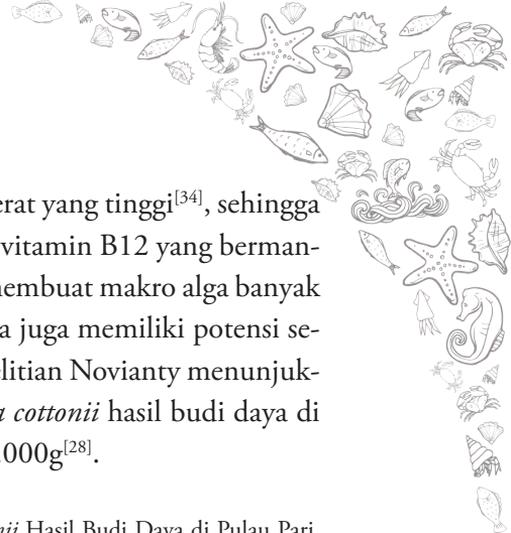


D. Kandungan Gizi Makro Alga *Eucheuma cottonii* dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Makro alga *Eucheuma cottonii* tergolong *hydrocolloid* yang mengandung *caragenophyte* (karaginan). Karaginan bersifat pengemulsi, penstabil, dan pembentuk gel yang dapat diaplikasikan ke produk makanan seperti, es krim, jelly, pembuat keju, pengalengan, *milk based product*, produk minuman, *salad dressing*, dan produk roti^[25]. Selain dapat diaplikasikan ke produk makanan, sifat fungsional karaginan juga dapat diaplikasikan ke produk kosmetik, farmasi, industri tekstil, kertas, dan kulit. Karaginan dalam kosmetik dan farmasi berperan dalam pembuatan salep, krem, lotion, pasta gigi, tonik rambut, sabun, tablet^[8], sedangkan pigmen yang dimiliki makro alga dapat berperan sebagai zat pewarna dalam industri tekstil.

Selain memiliki kandungan senyawa karaginan, makro alga *Eucheuma* sp. juga mengandung senyawa polisakarida, protein, mineral, dan vitamin^[5] yang diperlukan oleh tubuh. Menurut Suparmi dan Achmad^[8], makro alga mengandung serat (30–40%), mineral (iodine dan kalsium), protein (5–15%), lipid (1–5%), dan vitamin (B, B12, C, E), bahkan menurut Wong dan Cheung^[32], kandungan asam amino, vitamin, dan mineral dalam makro alga mencapai 10–20 kali lipat dibandingkan tanaman darat. Wong dan Cheung^[32] menyatakan bahwa makro alga mengandung nutrisi lengkap, yaitu air, protein, karbohidrat, lemak, serat kasar, abu, vitamin (A,B,C,D,E,K), mineral esensial (besi, iodine, aluminium, mangan, kalsium, nitrogen terlarut, fosfor, sulfur, chlor silicon, rubidium, strontium, selenium, barium, titanium, cobalt, boron, copper, kalium, magnesium, natrium), enzim, asam nukleat, dan asam amino^[32]. Adapun nilai gizi dari *Eucheuma cottoni* hasil budi daya di Pulau Pari dapat dilihat pada Tabel 32.

Makro alga mengandung zat gizi makro (protein, karbohidrat, serat) yang dibutuhkan oleh tubuh. Kandungan lemak yang sangat rendah menjadikan konsumsi makro alga baik untuk penderita penyakit jantung, sementara kandungan serat yang tinggi sangat baik bagi penderita konstipasi. Menurut Pattama Ratana-Arporn dan Anong Chirapart^[33], konsumsi makro alga dapat meningkatkan asupan serat makanan dan menurunkan keparahan beberapa penyakit kronik/berbahaya. Makro alga juga memiliki kandungan kalori yang



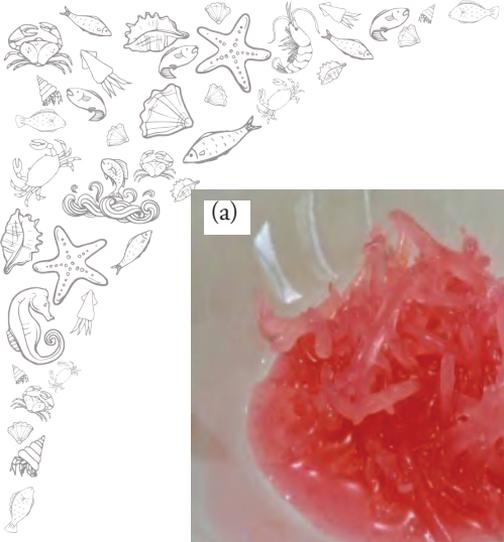
rendah dengan kandungan vitamin, mineral, dan serat yang tinggi^[34], sehingga baik untuk penderita diabetes. Adanya kandungan vitamin B12 yang bermanfaat sebagai *antiaging* (penundaan penuaan kulit) membuat makro alga banyak dimanfaatkan dalam industri kosmetik. Makro alga juga memiliki potensi sebagai kandungan fenol dan antioksidan. Hasil penelitian Novianty menunjukkan bahwa kandungan fenol makro alga *Eucheuma cottonii* hasil budi daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebesar 77,96 mg/1.000g^[28].

Tabel 32. Kandungan Gizi Makro Alga Kering *Eucheuma cottonii* Hasil Budi Daya di Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[18]

No	Parameter	Hasil
1.	Energi dan lemak	0 Kkal/100g
2.	Energi total	257,32 Kkal/100g
3.	Kadar air	14,90 %
4.	Kadar abu	20,77 %
5.	Lemak total	0 %
6.	Protein	2,89%
7.	Karbohidrat total	61,44 %
8.	Serat pangan	37,36 %

Senyawa antioksidan dapat menghentikan reaksi dari radikal bebas yang dapat menyebabkan penyakit degeneratif berbahaya^[35]. Senyawa antioksidan yang terkandung dalam makro alga memiliki aktivitas antibiotik, yakni polyfenol^[7,4]. Jenis polyfenol yang terkandung dalam makro alga merah atau cokelat adalah *catechins* (*gallo catechin*, *epicatechin*, *catechin gallate*), *flavonols*, dan *flavonol glycosides*^[4]. Kandungan fenol yang terkandung dalam makro alga juga memiliki aktivitas sebagai antibakteri sehingga dapat dijadikan alternatif bahan antibiotik^[8]. Kandungan senyawa dan gizi menjadikan makro alga memiliki sifat fungsional yang dapat diaplikasikan ke dalam bahan makanan dan obat-obatan (*anticoagulant*, *antibiotics*, *antimehmetes*, *antihypertensive agent*, pengurang kolesterol, *dilatory agent*, dan insektisida)^[32]. Dalam industri *non-food* (bukan pangan), mikro alga dapat diaplikasikan pada produk pakan, pupuk, penyubur tanah, dan pengemas transportasi (untuk lobster dan kerang hidup)^[32]. Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan makro alga sangat luas meliputi industri pangan, farmasi, dan kosmetik. Makro alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari dijadikan bahan pangan, seperti dodol, manisan, dan selai sebagai usaha olahan hasil budi daya (Gambar 110).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



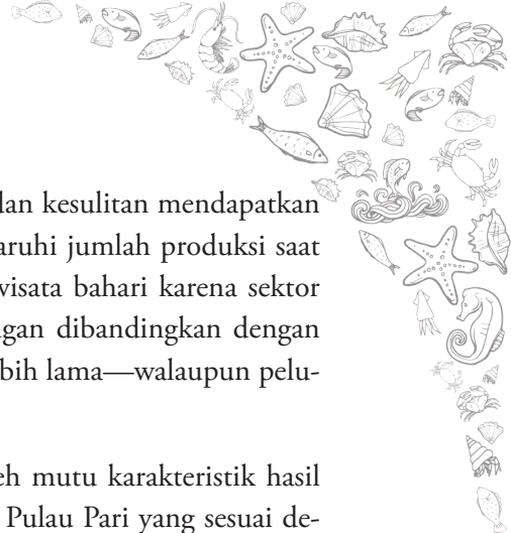
Sumber: (a)^[31], (b)^[23], (c) dokumen pribadi

Gambar 110. Jenis produk olahan makro alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari Kepulauan Seribu (dari kiri ke kanan gambar (a) manisan,^[31] (b) dodol,^[23] (c) olahan produk pangan makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu).

E. Peluang Usaha Makro Algae *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

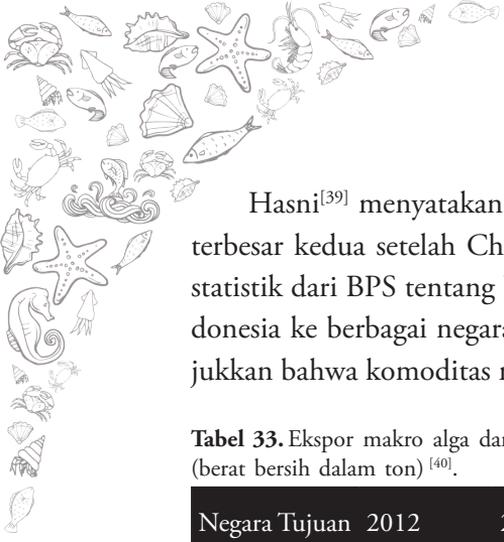
Peluang usaha budi daya makro alga *Eucheuma cottonii* di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, saat ini masih tersaingi oleh usaha wisata bahari. Namun, masih terdapat kelompok usaha pembudidaya makro alga yang melakukan aktivitas budi daya dengan jumlah produksi per kelompok pembudidaya sebesar 1200 kg makro alga kering (*dried seaweed*) dalam 4 kali panen selama 1 tahun dari 200 kg bibit basah makro alga/tanam^[36]. Selain itu, ada juga usaha pengolahan makanan berbasis *Eucheuma cottonii* (manisan, dodol, selai) di Pulau Pari yang belum dapat memberikan keuntungan secara terus-menerus karena stok bahan baku *dried Eucheuma* yang terbatas^[36]. Masih rendahnya jumlah produksi hasil budi daya makro alga *Eucheuma cottonii* disebabkan oleh banyaknya

Buku ini tidak diperjualbelikan.



pelaku usaha yang beralih ke usaha wisata bahari dan kesulitan mendapatkan bibit yang baik untuk ditanam sehingga memengaruhi jumlah produksi saat panen. Banyaknya petani yang beralih ke usaha wisata bahari karena sektor usaha tersebut lebih cepat menghasilkan keuntungan dibandingkan dengan sektor usaha budi daya yang memerlukan waktu lebih lama—walaupun peluang usaha budi daya makro algae masih besar.

Masih adanya peluang tersebut didukung oleh mutu karakteristik hasil produk budi daya *Eucheuma cottonii* (tabel 30) di Pulau Pari yang sesuai dengan SNI mutu makro alga kering, banyaknya masyarakat di sana yang memiliki usaha pengolahan makanan berbahan baku *Eucheuma* sp (Gambar 110), dan karakteristik perairan Pulau Pari (tabel 29) yang dapat dijadikan wilayah budi daya makro alga (terutama jenis *Eucheuma* sp). Karakteristik perairan Pulau Pari masih dapat dijadikan wilayah budi daya makro alga. Hal ini didukung oleh kajian Novianty dkk.^[37] yang menunjukkan bahwa beberapa jenis makro alga (*Dictyota*, *Hormophysa*, *Padina*, *Caulerpa*, *Halimeda macroloba*, *Galaxaura fasciculata* dan *Hypnea*) yang ditemukan dari perairan gugusan Pulau Pari (termasuk Pulau Burung dan Pulau Tikus) memang telah terkontaminasi logam berat merkuri, tetapi kisarannya belum melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Standard Nasional Indonesia (SNI) Nomor 7.387 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran logam pada pangan. Cordova dan Ahmad^[38] menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada sampel makro alga di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yakni makro alga cokelat berkisar antara $21,50 \pm 9,59 \mu\text{g/kg}$ dan makro alga merah berkisar antara $41,45 \pm 14,00 \mu\text{g/kg}$ masih di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh SNI No. 7.387 tahun 2009. Selain itu, Cordova dan Ahmad^[38] juga menyatakan bahwa konsentrasi merkuri dalam sedimen di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, belum melewati batas yang ditetapkan Inggris (1990) dan nilai baku mutu IADC/CEDA (1997) sehingga substansi yang terkandung dalam sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan. Namun, kajian tentang kualitas perairan dan tindakan pencegahan serta penanganan pencemaran di wilayah Pulau Pari masih diperlukan supaya peluang keberhasilan budi daya perikanan di lokasi tersebut menjadi lebih besar. Selain itu, pendampingan dari praktisi untuk pelaku usaha budi daya dan olahan makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, juga sangat dibutuhkan agar kualitas mutu produk tetap terjaga.



Hasni^[39] menyatakan bahwa Indonesia merupakan pemasok makro alga terbesar kedua setelah Chili pada 2012–2014. Tabel 33 menunjukkan data statistik dari BPS tentang besar jumlah ekspor komoditas makro alga dari Indonesia ke berbagai negara tujuan. Besarnya jumlah ekspor tersebut menunjukkan bahwa komoditas makro alga memiliki peluang pasar yang besar.

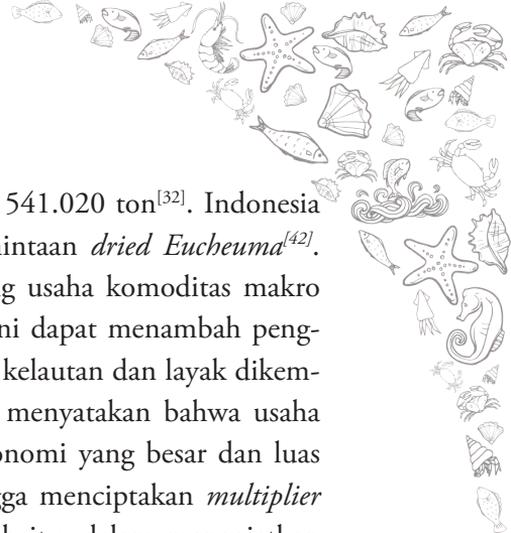
Tabel 33. Ekspor makro alga dan ganggang lainnya menurut negara tujuan utama, 2012–2018 (berat bersih dalam ton) ^[40].

Negara Tujuan	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tiongkok	103.505,7	130.118,9	136.619,1	147.958,6	139.950,3	148.452,0	157 654,5
Chili	5.955,0	6.043,5	6.650,3	7.975,7	5.043,8	4.742,2	3 825,6
Korea Selatan	3.347,2	2.671,8	6.140,5	10.915,2	3.853,8	5.597,6	9 319,4
Hong Kong	4.362,4	4.196,8	5.983,7	3.292,6	3.031,4	1.612,3	838,0
Filipina	9.510,6	6.075,9	6.973,8	6.278,2	3.080,3	1.320,4	1 207,8
Jepang	815,1	667,2	1.074,8	1.574,0	1.225,3	1.910,7	1 589,3
Perancis	1.200,0	1.720,0	2.538,8	3.655,6	1.537,2	1.845,6	2 767,3
Denmark	818,2	1.455,9	772,4	1.206,0	1.201,3	998,0	666,8
Vietnam	6.011,7	1.677,9	5.085,0	6.453,3	1.751,5	4.612,6	7 667,8
Spanyol	706,0	486,2	1.260,4	1.712,3	762,9	1.052,4	2 727,5
Lainnya	4.029,2	2.954,2	6.750,6	5.339,2	2.216,2	1.480,2	4 012,4
Jumlah	140.261,1	158.068,3	179.849,4	196.360,7	163.654,0	173.624,0	192 276,4

Hasni^[39] juga mengungkapkan bahwa permintaan dunia akan makro alga yang terus meningkat merupakan peluang besar bagi Indonesia untuk memaksimalkan potensi produksi makro alga, baik sebagai bahan baku maupun produk olahannya. Hasil olahan makro alga yang paling banyak diproduksi secara global adalah karaginan, yakni produk olahan dari makro alga jenis *Eucheuma cottonii*.

Selain karaginan, makro alga *Eucheuma* sp juga memiliki kandungan senyawa dan gizi yang dapat dimanfaatkan dalam industri *food* (makanan) dan *non-food* (bukan makanan) sehingga menjadikan makro alga jenis *Eucheuma cottonii* memiliki prospek pasar dengan permintaan yang tinggi. Kajian Asni dkk^[41] menunjukkan bahwa di Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan, jumlah produksi budi daya *Eucheuma cottonii*—yang memiliki nama lain *Kappaphycus alvarezii*—mengalami peningkatan dari jumlah kering 6897 ton (tahun 2010) menjadi 10677 ton. Permintaan pasar untuk makro alga *dried Eucheuma co-*

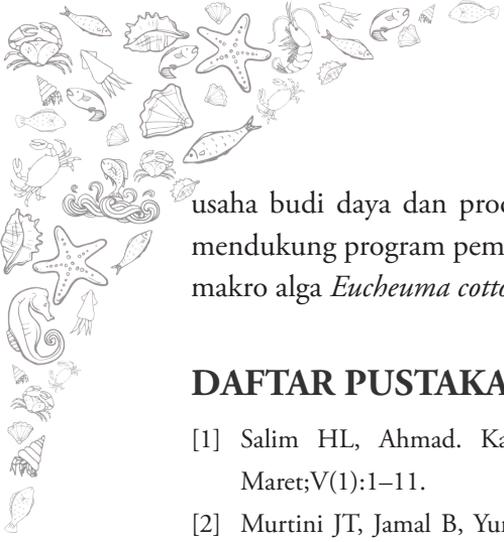
Buku ini tidak diperjualbelikan.



tonii (dalam bentuk kering) pada 2012 mencapai 541.020 ton^[32]. Indonesia menguasai 50% pangsa pasar dunia untuk permintaan *dried Eucheuma*^[42]. Keunggulan tersebut menambah besarnya peluang usaha komoditas makro alga jenis *Eucheuma cottonii*, bahkan komoditas ini dapat menambah penghasilan (*income*) penduduk dalam sektor ekonomi kelautan dan layak dikembangkan^[8]. Hal ini dipertegas oleh Dahuri yang menyatakan bahwa usaha budi daya makro alga menimbulkan dampak ekonomi yang besar dan luas serta dapat menyerap banyak tenaga kerja sehingga menciptakan *multiplier* pelaku usaha budi daya makro alga^[43]. Oleh sebab itu, dalam menggiatkan produksi makro alga dalam bentuk usaha budi daya dan pengolahannya agar lebih maju, harus ada keselarasan antara pemerintah, peneliti, pembudidaya, dan pengusaha industri yang terkait agar peningkatan ekonomi yang dijalin melalui usaha budi daya makro alga dan pengolahannya dapat terwujud.

F. Kesimpulan

Usaha budi daya makro alga jenis *Eucheuma* sp di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, telah dilakukan sejak 1968 oleh peneliti dari Lembaga Oseanografi Nasional LIPI (kini Pusat Penelitian Oseanografi LIPI). Hasil budi daya makro alga jenis *Eucheuma cottonii* tersebut berupa *seaweed dried* (makro alga kering) dan berbagai jenis olahan makanan berbahan baku *Eucheuma*. Seiring majunya wisata bahari, usaha budi daya makro alga di Pulau Pari mulai ditinggalkan, tetapi masih ada warga yang melakukan aktivitas budi daya dan pengolahannya. Peluang peningkatan pemanfaatan budi daya makro alga di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebenarnya masih besar. Hal ini didukung oleh mutu makro alga yang dihasilkan di sana masih sesuai standar SNI no.2690 tahun 2015 tentang mutu makro alga kering dan kondisi lingkungan perairan yang masih dapat dijadikan lokasi budidaya. Untuk mendukung hal tersebut, upaya pencegahan dan pencemaran akan lebih baik lagi dilakukan agar kondisi lingkungan budi daya semakin baik karena kualitas perairan atau lingkungan mendukung keberhasilan kegiatan budidaya. Pendampingan dari praktisi ahli kepada warga dalam melakukan aktivitas budi daya dan pengolahannya juga dibutuhkan (teknik budidaya, teknik pascapanen, teknik pengolahan dan manajemen kualitas mutu produk, dan pemasaran) untuk menjaga konsistensi mutu produk dan pengembangan usaha budidaya. Pada akhirnya, diharapkan terjadi peningkatan penghasilan masyarakat Pulau Pari melalui pemanfaatan



usaha budi daya dan produknya. Usaha pemanfaatan budi daya juga turut mendukung program pemerintah dalam upaya memenuhi permintaan ekspor makro alga *Eucheuma cottonii*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Salim HL, Ahmad. Karakteristik pantai gugusan Pulau Pari. Region. 2013 Maret;V(1):1–11.
- [2] Murtini JT, Jamal B, Yunizal. Pengaruh pemucatan dan pH filtrat terhadap mutu natrium alginat. Dalam: Rachmat R, Sulistijo, Abdullah R, editor. Peran serta fikologi dalam pengembangan IPTEK mikro dan makroalgae di indonesia. Prosiding Pra Kipnas VII Forum Komunikasi I Ikatan Fikologi Indonesia (IFI): 1999 September 8; Serpong Tangerang-Indonesia: Gedung DRN Puspitek; 2000. 91–96.
- [3] Susanto AB, Rini P, Alva W. Teknologi pengolahan rumput laut di Indonesia. Dalam: Susanto AB, Puri M, editors. Bioteknologi dan industri rumput laut. Prosiding Workshop Nasional Bioteknologi dan Industri Rumput Laut 5 September 2009. Semarang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro; 2009. 1–20.
- [4] Wang T, Rósa J, Guðrún Ó. Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from iceland seaweeds. Food Chemistry. 2009;116:240–248.
- [5] Kumar KS, Ganesan K, Subba Rao PV. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (doty) doty- an edible seaweed. Food Chemistry. 2008;107:289–295.
- [6] Chew YL, Yau Y L, Mohammed O, Kong Soo K. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. LWT. 2008;41:1067–1072.
- [7] Pal A, Kamthania MC, Kumar A. Bioactive compounds and properties of seaweeds - A Review. Open Access Library Journal. 2014;1:1–17.
- [8] Suparmi, Achmad S. Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. Jurnal Sultan Agung. 2009; XLIV(118):95–116.
- [9] Besweni. Kajian ekologi ekonomi pengembangan budidaya rumput laut di Kepulauan Seribu (studi kasus di gugusan perairan Pulau Pari) [Tesis]. [Bogor]: Program Pascasarjana IPB; 2002. 84.
- [10] Hikmah. Strategi pengembangan industri pengolahan komoditas rumput laut *Eucheuma cottonii* untuk peningkatan nilai tambah di sentra kawasan industrialisasi. Jurnal Kebijakan Sosek KP. 2015 Juni 6;5(1):27–36.



[11] Samuel VD. *Caulerpa racemose*. 2013 Januari 29 [cited 2018 Juli 10]. Available from: [//marinelifeindia.wordpress.com/2013/01/29/oval-sea-grapes-seaweed-caulerpa-racemosa-forsskal-j-agardh-1873/](http://marinelifeindia.wordpress.com/2013/01/29/oval-sea-grapes-seaweed-caulerpa-racemosa-forsskal-j-agardh-1873/)

[12] Deane G. *Gracilaria*, graceful redweed. 2018 [cited 2018 Juli 10]. Available from: www.eattheweeds.com/gracilaria-the-pot-thickens-2/

[13] Anderson RJ, Stegenga H, Bolton JJ. Seaweeds of the South African South coast. 2016 Aug 15 [cited 2018 Juli 10]. Available from: [//southafrseaweeds.uct.ac.za/descriptions/green/halimeda_cuneata.php](http://southafrseaweeds.uct.ac.za/descriptions/green/halimeda_cuneata.php)

[14] Sargassum weeds closeup. 2002 august 9 [cited 2020 March 13]. Available from : https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sargassum_weeds_closeup.jpg

[15] Szokalová J. Phaeophyceae. 2011 Juni 14 [cited 2018 Juli 10]. Available from: www.biolib.cz/en/imageterminations/id156778/

[16] Ahda A, Agus S, A Imam BS, Ilham B, Iskandar I, I Made S, Restu Y, Setiawan, Kurnia, Edward D, Sulistijo, Achmad Z, Jamal B, Irzal E, Nico R. Profil rumput laut indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan; 2005. 169.

[17] Herandarudewi SMC, Hilda N. Budidaya dan diversifikasi produk alga laut (*Eu-cheuma* sp). Jakarta: UPT LPKSDMO Pulau Pari LIPI; 2015. 24.

[18] Novianty H, Niken RS, Suhardi, Achmad M, Ahmad RD, Izaak N. Laporan Akhir Kegiatan Pelaksanaan Iptekda Lipi Khusus. Pengembangan unit usaha diversifikasi olahan rumput laut (*Eu-cheuma Cottonii*) di Pulau Pari-Kepulauan Seribu. UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI; 2016. 21 hal.

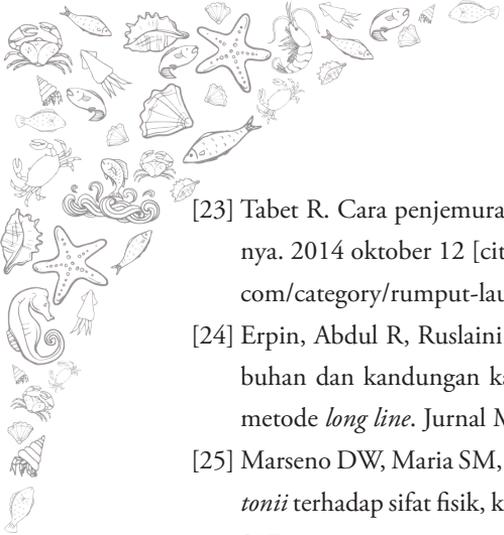
[19] Poncomulyo T, Herti M, Lusi K. Budidaya dan pengolahan rumput laut. Jakarta: Agro Media Pustaka; 2006. 67.

[20] Dinda HAS, Edward D, Urip R. Analisis usaha budidaya rumput laut (*Eu-cheuma cottonii*) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Jurnal Ilmiah Satya Mina Bahari. 2016;1(1):11–31.

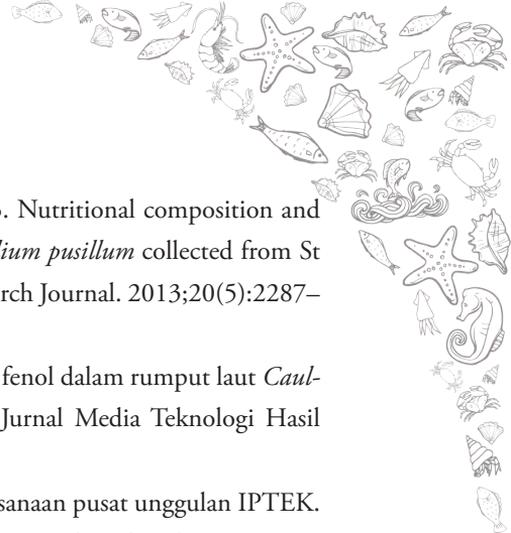
[21] Yuwono SS. Rumput laut merah (*Eu-cheuma cottonii*). 2015 Oktober 1 [cited 2018 Jul 10]. Available from: <http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2015/10/rumput-laut-merah-euchema-cottonii/>

[22] Ikhlas MZ. Cara memilih lokasi untuk budidaya rumput laut. 2012 Mei [cited 2018 Juli 10]. Available: gadgetyuk.blogspot.com/2014/11/cara-memilih-lokasi-untuk-budidaya.html

Buku ini tidak diperjualbelikan.



- [23] Tabet R. Cara penjemuran rumput laut *eucheuma cottonii* dan standar kekeringannya. 2014 oktober 12 [cited 2018 Juli 10]. Available from: //raheemtabet.wordpress.com/category/rumput-laut/page/2/
- [24] Erpin, Abdul R, Ruslaini. Pengaruh umur panen dan bobot bibit terhadap pertumbuhan dan kandungan karaginan rumput laut (*Eucheuma spinosum*) menggunakan metode *long line*. Jurnal Mina Laut Indonesia. 2013;03(12):156–163.
- [25] Marseno DW, Maria SM, Haryadi. Pengaruh umur panen rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap sifat fisik, kimia, dan fungsional karagenan. Agritech. 2010;30(4):212–217.
- [26] Daud R. Pengaruh masa tanam terhadap kualitas rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Jurnal Media Akuakultur. 2013;8(2):135–138.
- [27] Novianty H, Sekar MCH. Effect of sea water and fresh water soaking to the hedonic test of *eucheuma* sp syrup and pudding. Dalam: Phuong NT, Sukree H, editors. Projecting ASEAN FEN-Plus for Sustainable Aquaculture, Fisheries and Aquatic Ecosystem. Proceeding of the IOP Conference Series for Earth and Environmental Science 137; 2017 November 7–9; Batu Malang-Indonesia: Kusuma AgroWisata Hotel. 2018: 5 hal.
- [28] Novianty H. Penentuan usia panen terhadap karakteristik *Eucheuma cottonii* dari perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu. EKSAKTA. 2019(02):105–116.
- [29] Desiana E, Tri Yuni H. Pembuatan karagenan dari *Eucheuma cottonii* dengan ekstraksi KOH menggunakan variabel waktu ekstraksi. Jurnal FTUMJ (Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta). 2015:1–7.
- [30] Razi F. Pengolahan dodol dari rumput laut. 2014 Juni 2 [cited 2018 Jul 10]. Available from: komunitas penyuluh perikanan.blogspot.com/2014/06/pengolahan-dodol-dari-rumput-laut.html
- [31] Aren Foundation. Aneka olahan rumput laut dari Sumbawa. 2014 Juli 15 [cited 2018 Juli 10]. Available from: rumputlautindonesia.blogspot.com/2014/07/aneka-olahan-rumput-laut-dari-sumbawa.html
- [32] Priono, B. Budidaya rumput laut dalam upaya peningkatan industrialisasi perikanan. Media Akuakultur. 2013;8(1):1–8.
- [33] Ratana-Arporo P, Chirapart A. Nutritional evaluation of tropical green seaweed *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*. Kasetsart J (nat.sci). 2006;40:75–83.



- [34] Siddique MAM, Md Shahzad KK, Md Khurshid AB. Nutritional composition and amino acid profile of a subtropical red seaweed *Gelidium pusillum* collected from St Martin's Island, Bangladesh. *International Food Research Journal*. 2013;20(5):2287–2292.
- [35] D Japiala FY, Lita ADYM, Feny M. Kandungan total fenol dalam rumput laut *Caulerpa racemosa* yang berpotensi sebagai antioksidan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 2013;1(2):1–5.
- [36] Rosmawati A, Hilda N. Laporan akhir kegiatan pelaksanaan pusat unggulan IPTEK. Economic benefit impact budidaya dan pengolahan rumput laut di Pulau Pari: UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi LIPI; 2018. 10 hal.
- [37] Novianty H, Sekar MCH, Suratno. Mercury test on macroalgae from Burung and Tikus Island. Dalam: Phuong NT, Sukree H, editors. Projecting ASEAN FEN-Plus for Sustainable Aquaculture, Fisheries and Aquatic Ecosystem. Proceeding of the IOP Conference Series for Earth and Environmental Science 137; 2017 November 7–9; Batu Malang-Indonesia: Kusuma AgroWisata Hotel; 2018: 5 hal.
- [38] Cordova MR, Ahmad M. Screening of mercury absorption in brown macroalgae *hormophysa triquetra* and red macroalgae *Gracilaria Salicornia* from Pari Island. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2017;2(3): 25–33.
- [39] Hasni. Perdagangan luar negeri rumput laut. Dalam: Salim Z, Ernawati, editor. Info Komoditi Makro algae. Jakarta: AMP Press Al Mawardi Prima; 2015. 63–84.
- [40] Badan Pusat Statistik. Ekspor rumput laut dan ganggang lainnya menurut negara tujuan utama 2012–2017. [cited 2019 Mei 2]. Available from: <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/25/2025/ekspor-rumput-laut-dan-ganggang-lainnya-menurut-negara-tujuan-utama-2012-2017.html> pada artikelnya grafiknya sampai 2018
- [41] Asni A. Analisis produksi rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) berdasarkan musim dan jarak lokasi di budidaya di perairan Kabupaten Bantaeng. *Jurnal Akuatika*. 2015;6(2):140–153.
- [42] Hikmah. Strategi pengembangan industri pengolahan komoditas rumput laut *E. cottonii* untuk peningkatan nilai tambah di sentra kawasan industrialisasi. *J. Kebijakan Sosek KP*. 2015;5(1):27–36.
- [43] Munadi E. Rumput laut, komoditi potensial yang belum termanfaatkan. Dalam: Salim Z, Ernawati, editors. Info Komoditi Makro Algae. 2015;(5):1–6.

Buku ini tidak diperjualbelikan.





BAB XIX

MENILAI HARGA EKOSISTEM MANGROVE

DI GUGUSAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

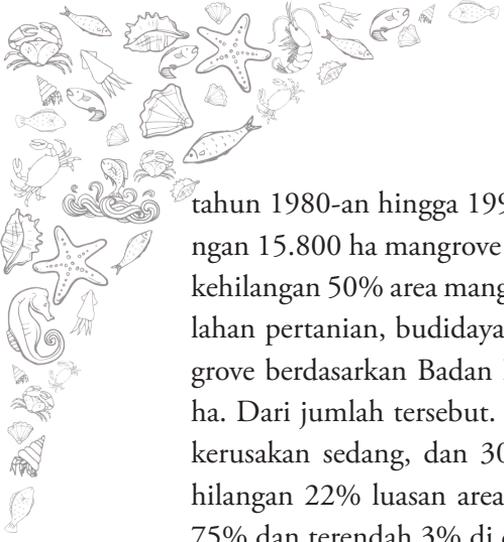
ALLSAY K. A. CINTRA

A. Kondisi Umum Ekosistem Mangrove Global dan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Mangrove adalah kelompok pohon tropis dan semak yang tumbuh di zona intertidal laut yang kondisinya ekstrem, terbatas, dan dinamis^[1]. Hutan mangrove mampu tumbuh dan berkembang di daerah tropis dan subtropis pada lingkungan pesisir yang berkadar garam tinggi, jenuh air, kondisi tanah yang tidak stabil, dan anaerob yang selalu dipengaruhi oleh pasang surut^[2]. Mangrove banyak ditemukan tumbuh dan berkembang di sepanjang kawasan pesisir teluk yang dialiri sungai dan di pulau-pulau kecil.

Mangrove sebagai ekosistem memiliki peranan yang sangat penting bagi masyarakat dan lingkungan. Ekosistem mangrove berkontribusi sebagai penyumbang nutrien dan sumber makanan bagi detritivor; sebagai tempat perlindungan, pemijahan, dan pengasuhan berbagai biota (ikan, udang); dan memelihara keseimbangan ekologi^[3]. Mangrove juga berfungsi sebagai pelindung pantai dari ombak, arus, dan angin. Selain itu, ekosistem ini juga berperan sebagai penghasil bahan organik yang sangat produktif, sumber bahan baku industri bahan bakar, pemasok larva ikan, udang, dan biota laut lainnya, serta fungsi pariwisata^[4,5].

Besarnya peranan ekosistem mangrove terlambat untuk disadari oleh manusia. Secara global, terjadi penurunan area mangrove sebesar 35% antara

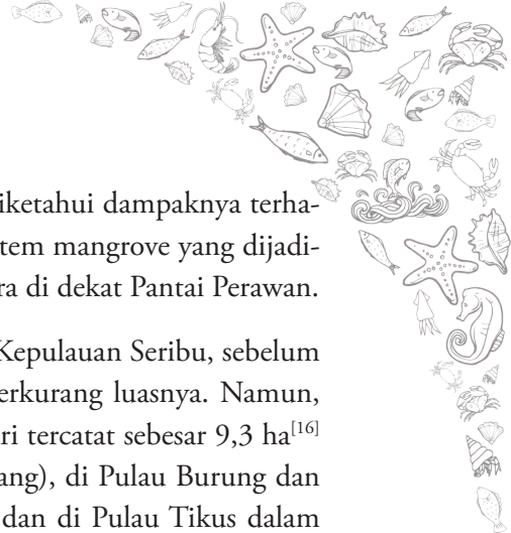


tahun 1980-an hingga 1990-an^[6]. Malaysia kehilangan 2,83% atau setara dengan 15.800 ha mangrove antara tahun 2010–2012. Sementara itu, Tiongkok kehilangan 50% area mangrove dari 1957–1980an selama masa pembangunan lahan pertanian, budidaya, dan area bisnis^[7]. Di Indonesia, luasan area mangrove berdasarkan Badan Informasi Geospasial pada 2009 adalah 3.244.018 ha. Dari jumlah tersebut, sebesar 30,7% kondisinya baik, 27,4% mengalami kerusakan sedang, dan 30,7% mengalami kerusakan berat^[8]. Indonesia kehilangan 22% luasan area mangrovenya paling tinggi terjadi di daerah Jawa 75% dan terendah 3% di daerah Papua^[9].

Kerusakan ekosistem mangrove terjadi karena adanya pemanfaatan yang tidak berkelanjutan. Penyebab utama kerusakan mangrove pada dua dekade terakhir adalah budi daya udang, eksploitasi kayu mangrove, pembangunan daerah pesisir, pertanian/perkebunan, dan bencana alam^[9]. Dampak dari kerusakan ini adalah pencemaran, penurunan produktivitas perairan, masalah kesehatan^[10], perubahan ekosistem, dan hilangnya biota laut di kawasan sekitarnya^[11]. Degradasi ekosistem mangrove juga berdampak pada biodiversitas dan fungsi ekosistem^[12].

Ekosistem mangrove Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, berdasarkan lingkungan tempat hidupnya^[13] tumbuh pada hamparan terumbu (*mangrove development on reef flat*), terutama tumbuh pada substrat berpasir atau berlumpur atau langsung di permukaan hamparan terumbu. Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari dapat dikategorikan sebagai mangrove pantai yang dominan dipengaruhi oleh pasang surut^[2], sedangkan berdasarkan kategori setting lingkungan tempat hutan mangrove tumbuh^[14,15] ekosistem mangrove Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu termasuk dalam *fringe mangrove*. *Fringe mangrove* merupakan mangrove yang mengalami rendaman dari pasang surut dan salinitas yang tinggi, dan produktifitasnya tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan *riverine mangrove*. Fungsi yang paling utama dari ekosistem mangrove jenis ini adalah sebagai pelindung garis pantai.

Kondisi aktual di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dirangkum sebagai berikut. 1) Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari tersebar di beberapa pulau, yaitu Pulau Pari, Pulau Kongsu, Pulau Tengah, dan Pulau Burung; 2) berdasarkan wawancara dengan penduduk setempat, Pulau Burung dan Pulau Tengah menjadi pulau pribadi dan telah dilakukan pembangunan

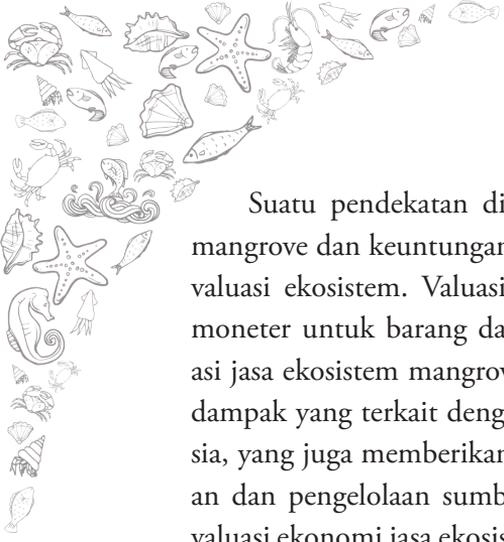


di pulau tersebut meskipun secara ilmiah belum diketahui dampaknya terhadap mangrove yang tumbuh di sana; dan 3) ekosistem mangrove yang dijadikan daerah wisata berada di Pulau Pari sebelah utara di dekat Pantai Perawan.

Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebelum 2014 tidak pernah tercatat bertambah ataupun berkurang luasnya. Namun, pada 2014, luasan mangrove di Gugusan Pulau Pari tercatat sebesar 9,3 ha^[16] dengan kondisi mangrove di Pulau Pari rusak (jarang), di Pulau Burung dan Pulau Kongsu dalam kondisi baik (sangat padat), dan di Pulau Tikus dalam kondisi baik (padat)^[17]. Mangrove dapat ditemukan di empat pulau, yaitu Pulau Pari, Pulau Burung, Pulau Tengah, dan Pulau Kongsu^[18]. Mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, didominasi *Rhizophora. stylosa* untuk mangrove sejati dan *Pandanus tectorius* untuk mangrove asosiasi. Keanekaragaman mangrove untuk semua pulau berkategori rendah^[17,18].

Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari mengalami ancaman kerusakan akibat faktor alami dan faktor antropologi. Faktor alami adalah perubahan iklim^[19], seperti pengasaman laut^[20], peningkatan suhu, dan muka air laut^[21]. Faktor antropologik atau faktor manusia adalah adanya perubahan demografik penambahan penduduk di sana^[18] dan peningkatan kunjungan wisatawan^[13,22] yang dapat menyebabkan perubahan penggunaan lahan, seperti pembangunan perumahan mewah^[23], pengerukan, dan penyedotan pasir untuk menambah luas lahan di Pulau Tikus dan Pulau Burung. Hal ini mengakibatkan tertimbunnya pohon mangrove^[23,24], pencemaran berupa sampah, logam berat, eutrofikasi^[18], dan kapal karam^[25]. Kerusakan ekosistem mangrove dapat berpengaruh terhadap kesejahteraan manusia karena ekosistem mangrove memberikan jasa ekosistem, baik berupa produk yang dapat dirasakan langsung manfaatnya maupun jasa yang tidak terlihat langsung bagi manusia.

Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, termasuk yang pertumbuhannya lambat. Tutupan mangrovenya kisaran sedikit hingga jarang. Hal ini merupakan karakteristik ekosistem mangrove di pulau-pulau kecil^[26]. Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, luasannya lebih kecil dibandingkan dengan ekosistem lamun dan terumbu karang^[18] sehingga kurang diperhatikan oleh masyarakat maupun pemangku kepentingan. Hal ini menyebabkan ancaman terhadap ekosistem mangrove akan lebih mudah terjadi.

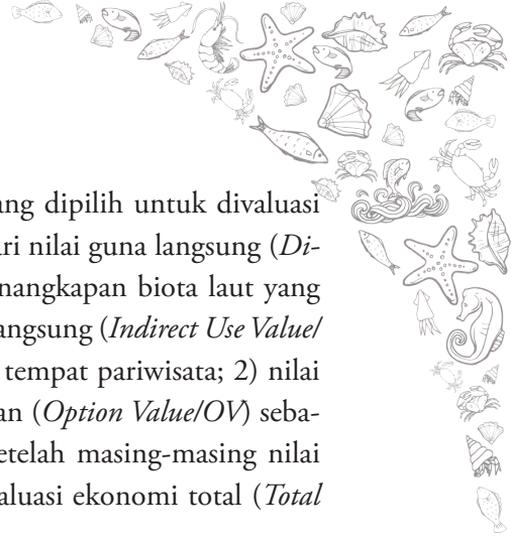


Suatu pendekatan diperlukan untuk mengukur pentingnya ekosistem mangrove dan keuntungan yang bisa diterima manusia, salah satunya dengan valuasi ekosistem. Valuasi merupakan proses memberikan nilai atau harga moneter untuk barang dan jasa lingkungan yang tidak dipasarkan^[27]. Valuasi jasa ekosistem mangrove diartikan sebagai pendekatan untuk mengetahui dampak yang terkait dengan interaksi jasa ekosistem dengan kegiatan manusia, yang juga memberikan informasi tambahan untuk manajemen lingkungan dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan^[28]. Salah satu metode valuasi ekonomi jasa ekosistem adalah *TEV (Total Economic Valuation)*. Dalam metode ini, total nilai ekonomi dari jasa ekosistem mangrove diidentifikasi dan dikuantifikasikan sehingga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dan pemangku kepentingan tentang fungsi jasa ekosistem mangrove dan sebagai dasar ilmiah dalam membuat kebijakan pengelolaan di kawasan Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu.

Valuasi ekosistem mangrove telah banyak dilakukan, baik ekosistem mangrove di daerah muara maupun di pulau-pulau kecil. Jenis ekosistem mangrove yang berbeda akan menghasilkan jasa yang berbeda, dan akan memberikan nilai TEV yang berbeda pula. Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, belum pernah divalusi sebelumnya. Tujuan tulisan ini adalah mengetahui nilai dari ekosistem mangrove gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan menggunakan metode TEV.

Untuk mengetahui nilai dari ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari, langkah pertama adalah mengidentifikasi jenis ekosistem mangrove dengan observasi lapangan dan studi literatur. Kemudian, dilakukan identifikasi fungsi ekosistem mangrove melalui studi literatur dan identifikasi pemanfaatan ekosistem mangrove oleh masyarakat dengan melakukan wawancara menggunakan kuesioner. Pada tahap ini, wawancara kuesioner dilakukan terhadap 40 responden masyarakat Pulau Pari dan wisatawan sebanyak 20 responden. Terakhir, dilakukan penghitungan nilai TEV berdasarkan data yang didapat.

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yakni metode pengambilan sampel secara sengaja dengan pertimbangan bahwa responden adalah masyarakat yang memanfaatkan ekosistem mangrove. Responden dalam penelitian ini adalah masyarakat Pulau Pari dan wisatawan yang memanfaatkan ekosistem mangrove secara langsung maupun tidak langsung. Data variabel yang digunakan untuk menghitung TEV merupakan data primer dan data sekunder.

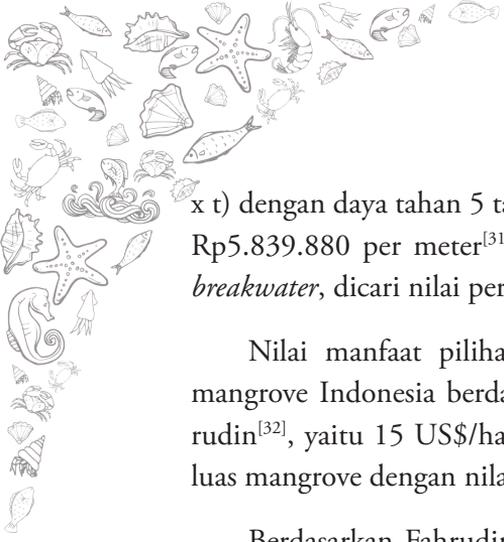


Pada tulisan ini, nilai ekosistem mangrove yang dipilih untuk dievaluasi adalah 1) nilai guna (*Use Value/UV*) yang terdiri dari nilai guna langsung (*Direct Use Value/DUV*) mangrove sebagai tempat penangkapan biota laut yang dapat dijual oleh masyarakat, dan nilai guna tidak langsung (*Indirect Use Value/IUV*) mangrove sebagai pelindung dari abrasi dan tempat pariwisata; 2) nilai keberadaan (*Existence Value/EV*); dan 3) nilai pilihan (*Option Value/OV*) sebagai kekayaan sumber daya hayati (*biodiversity*). Setelah masing-masing nilai diketahui, seluruh nilai tersebut ditotal menjadi valuasi ekonomi total (*Total Economic Valuation/TEV*).

Nilai dari manfaat langsung adalah nilai yang diperoleh dari manfaat yang langsung dari ekosistem hutan mangrove, seperti manfaat hasil perikanan (keong blencong dan ikan belanak), buah mangrove, dan kayu mangrove. Komoditas tersebut didapatkan dari wawancara dengan kuesioner *purposive sampling* masyarakat yang tinggal di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang secara khusus mengambil manfaat dari ekosistem mangrove. Masyarakat yang mengambil komoditas langsung dari ekosistem mangrove tidak terlalu banyak, yakni 25 responden. Nilai manfaat langsung didapat dengan pendekatan nilai pasar. Pendekatan nilai pasar ini mengestimasi nilai ekonomi dari komoditas yang dimanfaatkan oleh masyarakat dari sumber daya mangrove^[29].

Perhitungan nilai manfaat wisata mangrove dilakukan berdasarkan Wahyuni^[30] dengan menggunakan WTP (*willingness to pay*). Nilai wisata mangrove merupakan nilai sumber daya alam yang dapat dipasarkan (*market valuation*). Survei dilakukan untuk melihat tingkat kesediaan responden membayar untuk suatu objek atau lokasi tertentu yang memiliki akses terbuka tanpa harus membayar untuk akses terhadap objek dan lokasi tersebut. Untuk mengetahui nilai WTP manfaat wisata mangrove, digunakanlah metode *Contingent Valuation Method* (CVM)^[30]. Pengambilan sampel secara *purposive sampling* dilakukan terhadap wisatawan yang telah melakukan wisata mangrove. Jumlah wisatawan yang didapat sebanyak 42 responden. Kemudian nilai WTP wisata mangrove selama satu tahun pun dihitung.

Nilai manfaat tidak langsung ekosistem mangrove sebagai penahan abrasi dihitung menggunakan metode *replacement cost* (biaya pengganti). Prinsip metode ini adalah menghitung biaya yang akan dikeluarkan untuk menggantikan fungsi mangrove jika hutan mangrove tidak ada. Setelah dihitung, untuk biaya pembuatan tanggul dengan ukuran 50 m x 1,5 m x 2,5 m (p x l



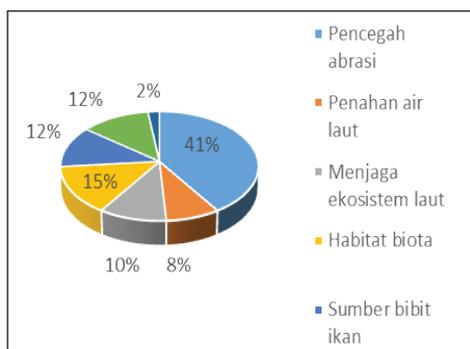
x t) dengan daya tahan 5 tahun diperlukan biaya sebesar Rp291.994.000 atau Rp5.839.880 per meter^[31]. Setelah mendapatkan nilai pembuatan tanggul/*breakwater*, dicari nilai per tahunnya.

Nilai manfaat pilihan didekati dengan nilai keanekaragaman hayati mangrove Indonesia berdasarkan perhitungan Ruitenbeek 1991 *dalam* Fahrudin^[32], yaitu 15 US\$/ha/tahun. Nilai manfaat didapat dengan mengalikan luas mangrove dengan nilai keanekaragaman hayati.

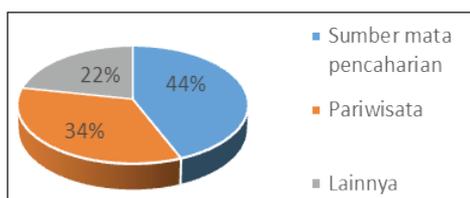
Berdasarkan Fahrudin^[32], manfaat keberadaan adalah manfaat yang dirasakan oleh masyarakat dari keberadaan sumber daya setelah manfaat lainnya dihilangkan dari analisis sehingga nilainya merupakan nilai ekonomi keberadaan suatu komponen sumber daya. Secara umum, teknik pendekatan dilakukan dengan *interview* atau wawancara terhadap rumah tangga dengan menanyakan keinginan untuk membayar (WTP) dalam mempertahankan aset lingkungan saat ini (Maryadi 1998) dalam Fahrudin^[32]. Nilai WTP manfaat keberadaan ini dihitung dengan menggunakan metode *Contingent Valuation Method* (CVM)^[31]. Jumlah sampel yang diambil adalah sebanyak 60 responden.

B. Identifikasi Fungsi dan Manfaat Ekosistem

Ekosistem mangrove Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil yang kerapatannya cenderung rendah dan pertumbuhannya lambat. Ekosistem mangrove di sana juga dapat dikategorikan sebagai *fringe mangrove* yang memiliki fungsi utama sebagai penahan abrasi^[26]. Perspektif masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan wisatawan terhadap fungsi mangrove sudah baik karena hampir setengah dari total jumlah responden menjawab sebagai pencegah abrasi, sementara sisanya menjawab dengan fungsi ekosistem mangrove pada umumnya (Gambar 111). Pemahaman yang baik terhadap fungsi mangrove ini muncul karena sudah banyaknya sosialisasi dari lembaga pemerintahan dan LSM. Sebagai contoh, kantor UPT LPKSDMO di Pulau Pari beberapa kali mengadakan sosialisasi pentingnya ekosistem pesisir dan sebagai fasilitator tempat untuk lembaga lain agar dapat membuat kegiatan serupa. Selain itu, pemahaman yang baik dari wisatawan hadir karena pendidikan mereka dan mereka tinggal di kota yang akses informasi baik.



Gambar 111. Fungsi Utama Ekosistem Mangrove Menurut Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu



Gambar 112. Pemanfaatan Ekosistem Mangrove bagi Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Pemanfaatan ekosistem mangrove bagi masyarakat Pulau Pari berbeda dengan pemanfaatan oleh wisatawan. Masyarakat banyak yang memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai daerah menangkap ikan belanak, keong blencong, dan kayu bakar; sementara wisatawan memanfaatkan ekosistem tersebut sebagai tempat wisata. Namun, masyarakat pun memanfaatkan ekosistem mangrove dengan menyediakan jasa penyewaan kapal untuk keliling mangrove (Gambar 112).

C. Valuasi Ekosistem Mangrove

Berdasarkan analisis nilai guna langsung dan tidak langsung, didapatkan nilai seperti yang tercantum pada Tabel 34. Nilai guna langsung ekosistem Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah komoditas keong blencong, ikan belanak, buah, dan kayu mangrove. Namun, masyarakat yang memanfaatkan komoditas tersebut tidak terlalu banyak. Beberapa penyebabnya adalah beralihnya mata pencaharian masyarakat dari nelayan ke penyedia jasa wisata, seperti penyewaan sepeda, *catering*/warung, penyewaan *guest house*, penyewaan perahu, dan jasa lainnya yang lebih banyak dan lebih cepat menghasilkan uang.



Tabel 34. Nilai Guna Ekosistem Mangrove Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Nilai Guna	Rentang Harga	Harga per tahun
Langsung		
Keong blencong	Rp 10.950.000	
Ikan belanak	Rp 31.025.000– Rp 164.250.000	Rp 97.637.500
Buah mangrove	Rp 36.500.000– Rp 109.500.000	Rp 73.000.000
Kayu mangrove	Rp 18.250.000	
Tidak Langsung		
Nilai Wisata Mangrove	Rp 44.963.437.500	
Nilai Penahan Abrasi	Rp 6.175.019.033	

Keong blencong (Gambar 113) merupakan nama lokal di masyarakat Kepulauan Seribu untuk gastropoda jenis *Terebralia palustris* dan *Telescopium telescopium*. Keong blencong biasanya ditemukan di permukaan substrat di ekosistem mangrove. Pengambilan keong ini secara tradisional menggunakan tangan saat air surut di ekosistem mangrove Pulau Pari, sekitar Pantai Perawan, dan Pulau Burung.

Pengumpul keong blencong didominasi ibu rumah tangga yang sekaligus berprofesi sebagai penyedia jasa catering (Gambar 114) dengan hasil per hari penangkapan Keong Blencong rata rata 10 kg. Kemudian dijual matang seharga Rp30.000. Berdasarkan perhitungan nilai langsung dari Keong Blencong per tahun adalah Rp10.950.000 (Tabel 34). Pengumpul keong Blencong jumlahnya sudah sangat sedikit, karena berdasarkan wawancara dengan responden, usaha yang dikeluarkan tidak sepadan dengan hasil yang didapatkan. Pengumpul yang kebanyakan ibu-ibu harus membawa berkarung-karung keong yang berat dan memisahkan daging dengan cangkangnya yang memerlukan waktu lama. Kemudian, barulah mereka bisa memasak daging Keong Blencong. Biasanya 10 kg keong hanya menghasilkan satu mangkuk besar keong yang telah masak. Jadi, meskipun keong ini melimpah, karena hanya sedikit masyarakat yang memanfaatkannya, nilai valuasinya rendah dibandingkan yang lain.



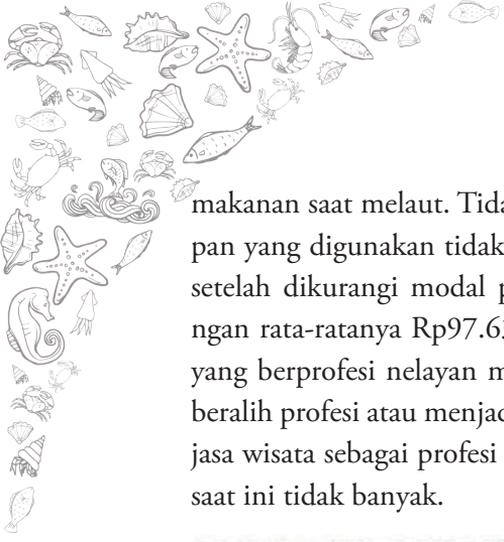
Gambar 113. Keong Blencong yang Terdapat di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu



Gambar 114. Ibu-Ibu Pengumpul Keong Blencong

Jenis ikan yang ditangkap di perairan sekitar ekosistem mangrove adalah ikan belanak (*Liza valgiensis*) yang ditangkap jaring dengan ukuran 2–2,5 inci. Jaring tersebut ditinggal saat pasang dan diambil saat surut. Tangkapan nelayan berkisar 10–20kg/hari dengan harga Rp10.000–25.000/kg. Modal yang digunakan mulai dari Rp0–50.000/hari biasanya digunakan untuk bekal

Buku ini tidak diperjualbelikan.



makanan saat melaut. Tidak ada pengeluaran untuk bahan bakar karena sampan yang digunakan tidak menggunakan mesin. Nilai langsung ikan belanak setelah dikurangi modal per tahun adalah Rp31.025.000–164.250.000 dengan rata-ratanya Rp97.637.500 (Tabel 34). Saat ini, masyarakat Pulau Pari yang berprofesi nelayan makin sedikit karena kebanyakan dari mereka telah beralih profesi atau menjadikan profesi nelayan sebagai profesi sampingan dan jasa wisata sebagai profesi utama. Akibatnya, pemanfaatan ikan belanak pada saat ini tidak banyak.

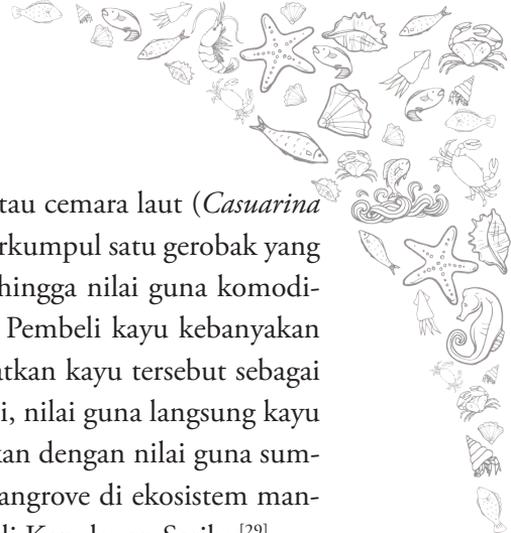


Gambar 115. Bibit Mangrove yang Siap Dijual

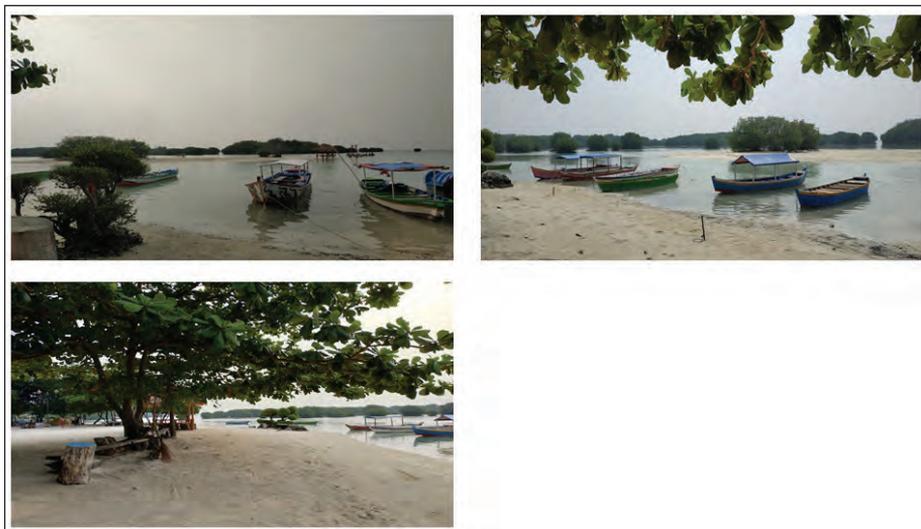
Buah mangrove yang diambil dan disemai dari jenis *Rhizophora stylosa* dan *R. Apiculata* merupakan jenis paling banyak tersebar di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Di wilayah tersebut, hanya ada satu orang yang menjual buah mangrove yang sudah disemai. Beberapa orang memang menyemai buah tersebut, bukan untuk dijual, melainkan hanya ditanam di sekitar pulau untuk mencegah abrasi. Tiap hari buah mangrove yang dikumpulkan bisa berjumlah 50–100 buah tergantung musim. Bibit mangrove (Gambar 115) dijual berkisar Rp2.000–3.000 sehingga berdasarkan perhitungan, nilai langsung dari buah mangrove per tahun adalah Rp36.500.000–109.500.000 dengan rata-ratanya Rp73.000.000 (Tabel 34). Hasil semaian buah mangrove biasanya dijual kepada orang-orang yang mengadakan kegiatan konservasi, seperti kementerian/ lembaga pemerintah, LSM, ataupun swasta.

Kayu mangrove biasanya dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan pribadi dan tidak untuk dikomersialisasikan. Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, umumnya lebih permisif bila yang menebang pohon mangrove adalah masyarakat sendiri dan tidak dalam jumlah yang banyak. Pemanfaatan kayu mangrove untuk dijual pun hanya dilakukan oleh satu keluarga. Cara-

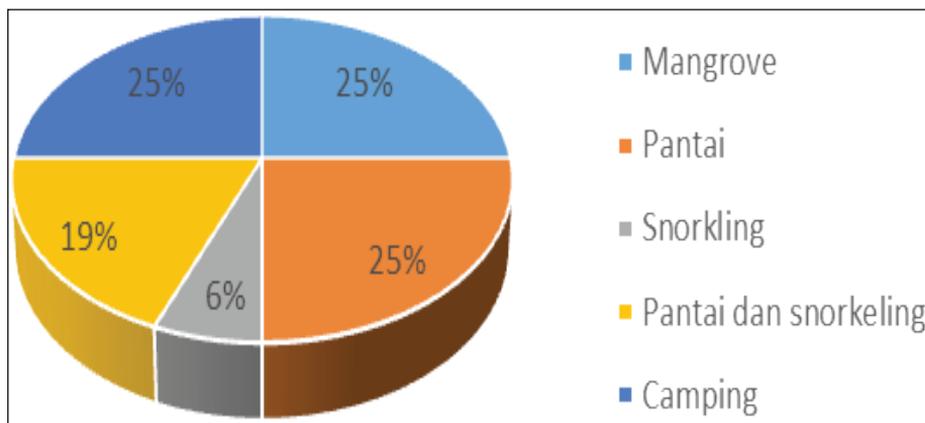
Buku ini tidak diperjualbelikan.



nya dengan mengambil batang pohon mangrove atau cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) yang telah roboh, dan per hari bisa terkumpul satu gerobak yang berisi dua karung dan dijual Rp25.000/karung sehingga nilai guna komoditas kayu mangrove adalah sebesar Rp18.250.000. Pembeli kayu kebanyakan adalah wisatawan atau *agent travel* yang memanfaatkan kayu tersebut sebagai kayu bakar api unggun atau kegiatan *barbeque*. Jadi, nilai guna langsung kayu mangrove per tahun tidak terlalu besar dibandingkan dengan nilai guna sumber daya yang lain atau dengan nilai guna kayu mangrove di ekosistem mangrove di Untung Jawa—wilayah yang juga berada di Kepulauan Seribu^[29].

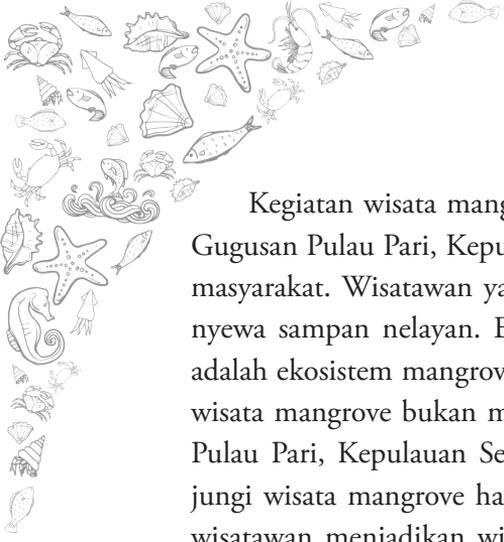


Gambar 116. Lokasi Wisata Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

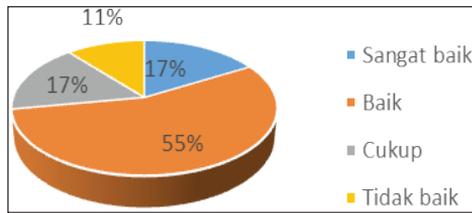


Gambar 117. Tujuan Wisatawan Berkunjung ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu

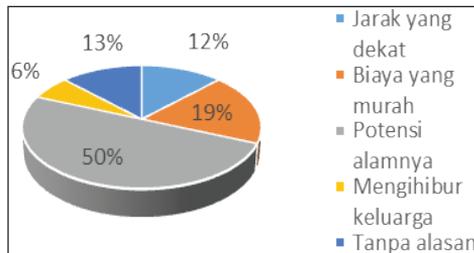
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Kegiatan wisata mangrove merupakan salah satu potensi wisata alam di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang dikelola swadaya seadanya oleh masyarakat. Wisatawan yang ingin mengelilingi hutan mangrove dapat menyewa sampan nelayan. Ekosistem mangrove yang dijadikan daerah wisata adalah ekosistem mangrove di dekat Pantai Perawan (Gambar 116). Namun, wisata mangrove bukan merupakan tujuan utama wisatawan berkunjung ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Wisatawan yang tujuan utamanya mengunjungi wisata mangrove hanya sebanyak 25% (Gambar 117). Sebagian besar wisatawan menjadikan wisata mangrove sebagai wisata sampingan yang dikunjungi bila selesai kegiatan wisata lainnya karena wisata yang paling dikenal di sana adalah wisata snorkelling dan wisata pantai.



Gambar 118. Perspektif Wisatawan terhadap Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu



Gambar 119. Faktor Pendorong Wisatawan Mengunjungi Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Nilai guna tidak langsung dari ekosistem mangrove sebagai wisata diperoleh sebesar Rp44.963.437.500 (Tabel 34). Nilai wisata mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, lebih besar bila dibandingkan dengan wisata mangrove di Pulau Untung Jawa yang juga berada di daerah Kepulauan Seribu. Hal ini karena luasan mangrove di Gugusan Pulau Pari lebih besar. Nilai guna wisata mangrove menunjukkan potensi yang bisa dikembangkan di ekosistem mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Wisata, selain memberikan

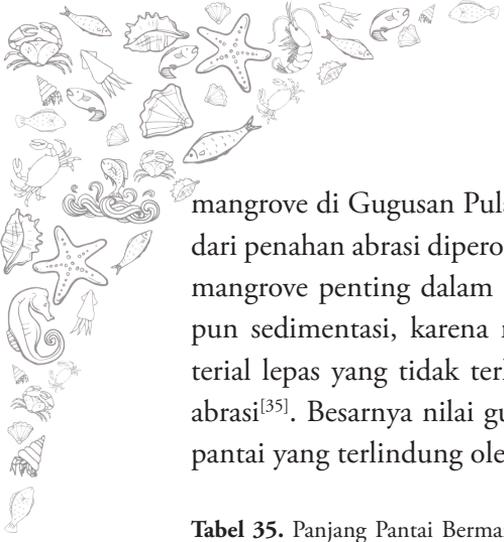
keuntungan bagi wisatawan untuk menikmati keindahan alam dan biotanya, juga menambah penghasilan masyarakat lokal^[31]. Besarnya nilai wisata karena sebagian besar wisatawan menilai bahwa ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sangat baik (Gambar 118). Faktor pendorong sebagian besar wisatawan mengunjungi ekosistem mangrove adalah tertarik terhadap potensi dan keindahan ekosistem mangrove dan biayanya yang murah (Gambar 119). Untuk mengelilingi hutan mangrove di Gugusan Pulau Pari, diperlukan waktu 10–15 menit dengan menggunakan sampan. Akar-akar mangrove dibuat dalam bentuk yang menarik oleh nelayan untuk dijadikan *spot* foto bagi wisatawan. Selain itu, faktor biaya yang murah (Rp10.000) untuk menaiki sampan membuat para wisatawan tertarik untuk mengelilingi daerah mangrove.

Beberapa hal perlu diperhatikan dalam wisata mangrove Pulau Pari Kepulauan Seribu adalah kondisi mangrove yang tidak baik berdasarkan persepsi wisatawan (Gambar 118). Hal ini karena banyaknya sampah yang tersangkut pada akar-akar pohon mangrove sehingga mengurangi keindahannya (Gambar 120). Sampah yang tersangkut di akar mangrove dan di pantai biasanya merupakan sampah kiriman dari laut yang terbawa ombak ke pulau^[34]. Masyarakat di Pulau Pari kebanyakan membuang sampah pada tempatnya dan selanjutnya dibersihkan oleh petugas PPSU di sana. Selain itu, sampah yang mencemari ekosistem mangrove ini belum dikelola oleh profesional atau mendapat bantuan dari pemerintah setempat sehingga mengganggu keindahan.



Gambar 120. Sampah yang Mencemari Ekosistem Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Manfaat nilai guna tidak langsung sebagai penahan abrasi diestimasi dengan biaya pembuatan pemecah gelombang (*break water*). Berdasarkan Lampiran Permen PUPR No.: 28/PRT/M/2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, pemecah gelombang adalah struktur pengaman pantai yang dibangun sejajar pantai, panjang, atau pendek yang dibangun dengan tujuan mereduksi gelombang di pantai dengan cara memaksa gelombang tersebut pecah di atas struktur. Panjang pantai ekosistem

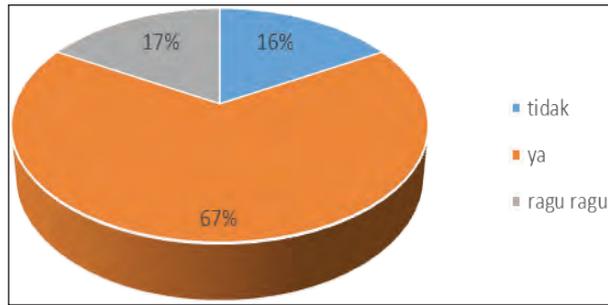


mangrove di Gugusan Pulau Pari adalah 5286,94 m (Tabel 35) sehingga nilai dari penahan abrasi diperoleh sebesar Rp6.175.019.033 (Tabel 34). Ekosistem mangrove penting dalam melindungi garis pantai, baik terhadap erosi maupun sedimentasi, karena material penyusun daratan Pulau Pari adalah material lepas yang tidak terkonsolidasi sehingga mudah mengalami erosi atau abrasi^[35]. Besarnya nilai guna penahan abrasi dipengaruhi oleh panjang garis pantai yang terlindung oleh mangrove.

Tabel 35. Panjang Pantai Bermangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu^[34]

Pulau	Panjang Pantai Bermangrove (m)
Pulau Pari	1160
Pulau Tengah	1820
Pulau Burung	1500
Pulau Kongsu	806,94
Pulau Tikus	-
Total	5286,94

Nilai keberadaan ekosistem mangrove (Tabel 36) diperoleh dari kemauan responden untuk membayar (WTP) atas keberadaan hutan mangrove di kawasan mereka^[30,31]. Dari survei, diketahui sebanyak 67% responden bersedia membayar bila diadakan suatu program konservasi mangrove, 17% responden ragu-ragu membayar karena perlu mengetahui pengelola uang tersebut, dan 16% responden menyatakan tidak bersedia membayar program konservasi karena hal itu merupakan tanggung jawab pemerintah dan mereka tidak sanggup membayar (Gambar 121). Berdasarkan kuesioner, nilai yang sanggup dibayar masyarakat adalah Rp20.000 per bulan. Bila jumlah KK di Pulau Pari adalah 265 KK, didapatkan Rp63.600.000 sebagai nilai keberadaan ekosistem mangrove (Tabel 36). Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, pendapatannya beragam. Penduduk yang bermata pencaharian di penyedia jasa wisata mampu membayar dengan nilai yang lebih tinggi karena pendapatannya tinggi. Sementara itu, penduduk yang bermata pencaharian sebagai nelayan memberikan nilai WTP yang rendah karena pendapatannya yang rendah.

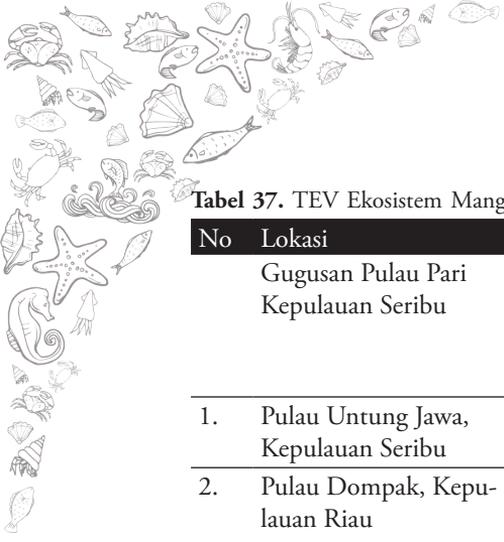


Gambar 121. Kebersediaan Responden untuk Membayar Nilai Keberadaan Ekosistem Mangrove

Tabel 36. Valuasi Ekonomi Total (TEV) Ekosistem Mangrove Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Valuasi Manfaat Ekosistem Mangrove	Nilai per tahun	Persentase
Manfaat Guna		
Langsung (DUV)	Rp199.837.500	0,389%
Tidak langsung (IUV)	Rp51.138.456.533	99,484%
Manfaat Keberadaan (EV)	Rp63.600.000	0,124%
Manfaat Pilihan (OV)	Rp2.009.184	0,004%
TEV	Rp51.403.903.217	100%

Nilai pilihan (Tabel 36) merupakan nilai yang diberikan oleh masyarakat atas adanya pilihan untuk menikmati barang dan jasa dari sumber daya alam pada masa yang akan datang^[36]. Perhitungan nilai pilihan dilakukan menggunakan metode *benefit transfer* dengan cara menghitung besarnya nilai keanekaragaman (*biodiversity*) yang ada pada ekosistem mangrove tersebut^[37]. Satu hektare hutan mangrove Indonesia mempunyai nilai setara dengan 15 US\$ per tahunnya^[32] sehingga pada luasan ekosistem mangrove Gugusan Pulau Pari 9,4 ha^[16] dengan nilai tukar rupiah Rp14.402,75 (pada 27 Juli 2018), nilai pilihan yang didapat adalah Rp2.484.474 (Tabel 36). Keanekaragaman biota yang hidup di ekosistem mangrove Gugusan Pulau Pari, misalnya Gastropoda jenis *Littorania cf. Undulata*, *L. Scabra*, *L. ziczac*, *Tectanus coronatus*; cacing laut jenis *Marphysa mossambica*, *Peninereis nuntia*; burung burung laut yang memanfaatkan hutan pantai dan mangrove (punai gading, dederuk jawa, walet linci, kolibri, tekukur), dan krustacea (kelomang dan kepiting jenis *Metopograpsus sp.* dan kepiting batu)^[38] meskipun tidak memiliki nilai ekonomi penting dan hanya dimanfaatkan untuk kebutuhan dan hobi tertentu, biota-biota tersebut memiliki fungsi dan *niche* dalam ekosistem. Bila biota tersebut hilang akan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem.



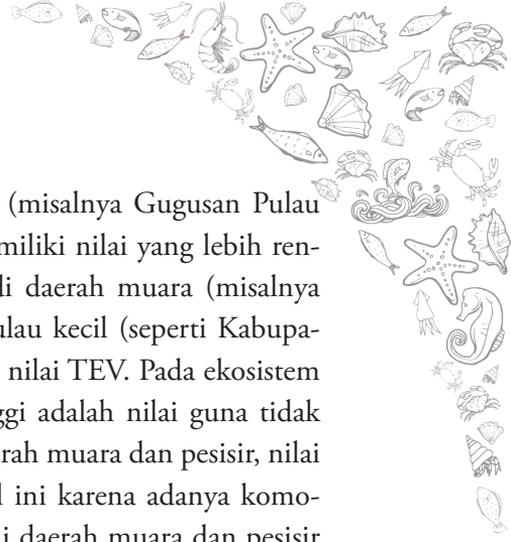
Tabel 37. TEV Ekosistem Mangrove di Beberapa Daerah di Indonesia

No	Lokasi	TEV	Persentase	Referensi
	Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu	Rp51.403.903.217	DUV : 0,21% IUV : 99,754% OV : 0,002% EV : 0,004%	Tulisan ini
1.	Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu	Rp7.895.726.912	DUV : 5% IUV : 95%	[29]
2.	Pulau Dompok, Kepu- lauan Riau	Rp88.257.253.176	DUV : 60,2% IUV : 39,7% OV : 0,1%	[39]
3.	Pesisir Desa Palaes Ke- camatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara	Rp10.888.218.123	DUV : 1,61% IUV : 97,99% OV : 0,40%	[37]
4.	Pesisir Kabupaten Banggai dan Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah	Rp26.591.841.888	DUV : 26,36% IUV : 74,55% OV : 0,09%	[40]
5.	Pesisir Kabupaten Me- rauke	Rp213.344.656.759	DUV : 77,67% IUV : 18,68% OV : 0,93% EV : 1,44% BV : 1,28%	[31]
6.	Kawasan Delta Mahakam	Rp 503.071.398.869	DUV : 81,05% IUV : 7,38% OV : 7,07% EV : 2,64% BV : 1,85%	[30]

Sumber: Diolah dari berbagai sumber

Total valuasi ekonomi ekosistem mangrove Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sebesar Rp51.403.903.217 dengan persentase nilai paling tinggi adalah nilai tidak langsung yang jumlahnya Rp51.138.456.533 (Tabel 36). Hal ini menunjukkan bahwa manfaat tidak langsung ekosistem mangrove sebagai penahan ombak untuk mencegah terjadinya abrasi di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan potensi wisata mangrove memiliki peranan yang penting; bila ekosistem mangrove hilang, masyarakat maupun lingkungan di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu akan mengalami kerugian yang sangat besar.

Tabel 37 membandingkan valuasi ekosistem mangrove di beberapa daerah di Indonesia. Besaran valuasi bergantung pada jenis ekosistem mangrove, dan semakin luas dan kaya biodiversitasnya, nilainya akan semakin tinggi.



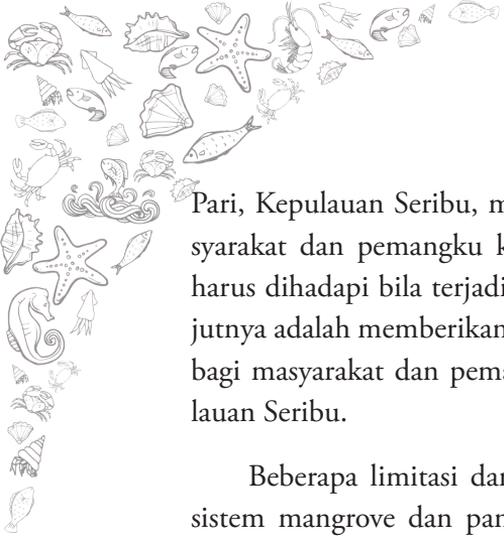
Ekosistem mangrove di daerah pulau-pulau kecil (misalnya Gugusan Pulau Pari, Pulau Untung Jawa, dan Pulau Dempo) memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan ekosistem mangrove di daerah muara (misalnya delta Mahakam) ataupun daerah pesisir bukan pulau kecil (seperti Kabupaten Merauke). Hal ini dapat dilihat dari penyusun nilai TEV. Pada ekosistem mangrove pulau-pulau kecil, nilai yang lebih tinggi adalah nilai guna tidak langsung, sedangkan pada ekosistem mangrove daerah muara dan pesisir, nilai yang lebih tinggi adalah nilai guna langsung. Hal ini karena adanya komoditas kayu dan biota tangkapan yang lebih besar di daerah muara dan pesisir sehingga daerah tersebut memiliki produktivitas yang lebih tinggi daripada ekosistem mangrove di pulau kecil.

Pemanfaatan oleh masyarakat yang berbeda juga menghasilkan valuasi yang berbeda. Pesisir Desa Palaes dan pesisir Kabupaten Banggai serta Banggai Kepulauan memiliki ekosistem mangrove yang lebih luas daripada ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari. Namun, pada daerah tersebut tidak memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai tempat wisata sehingga tidak ada nilai guna wisata yang menyebabkan valuasi totalnya lebih rendah. Berdasarkan beberapa hal tersebut, pemahaman akan fungsi dan penggunaan terbaik dari jenis ekosistem yang berbeda akan membantu dalam memformulasikan kebijakan manajemen yang dapat menjamin keberlangsungan barang dan jasa yang dihasilkan ekosistem^[14].

D. Kesimpulan

Ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu memiliki valuasi berdasarkan TEV sebesar Rp.51.403.903.217 yang terbagi menjadi nilai guna langsung sebesar Rp199.837.500, nilai guna tidak langsung sebesar Rp51.138.456.533, nilai keberadaan sebesar Rp63.600.000, dan nilai pilihan sebesar Rp2.009.184. Persentase nilai tidak langsung lebih tinggi karena jenis ekosistem mangrove di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, merupakan jenis ekosistem fringe mangrove/berada di pulau kecil yang memiliki fungsi utama sebagai penahan abrasi, dan memiliki kondisi yang sangat baik menurut wisatawan sehingga nilai wisata di daerah tersebut tinggi.

Perhitungan nilai ekosistem mangrove diharapkan dapat menjadi pertimbangan para pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan yang—secara langsung maupun tidak langsung—memengaruhi ataupun dipengaruhi ekosistem mangrove. Besarnya nilai ekosistem mangrove di Gugusan Pulau

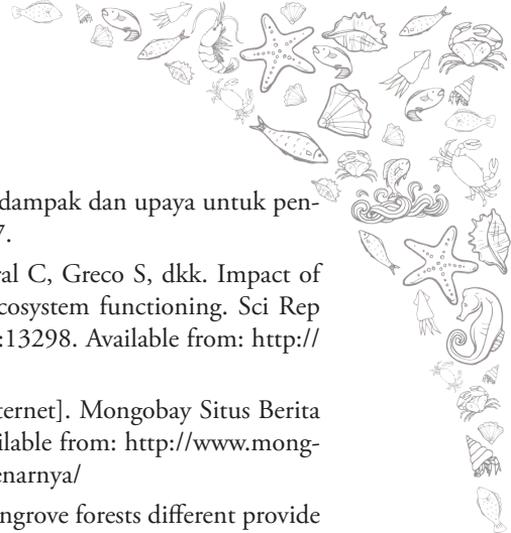


Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan potensi yang dapat dikelola oleh masyarakat dan pemangku kepentingan terkait, serta ancaman kerugian yang harus dihadapi bila terjadi kerusakan ekosistem. Jadi, langkah penting selanjutnya adalah memberikan pemahaman akan pentingnya ekosistem mangrove bagi masyarakat dan pemangku kepentingan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

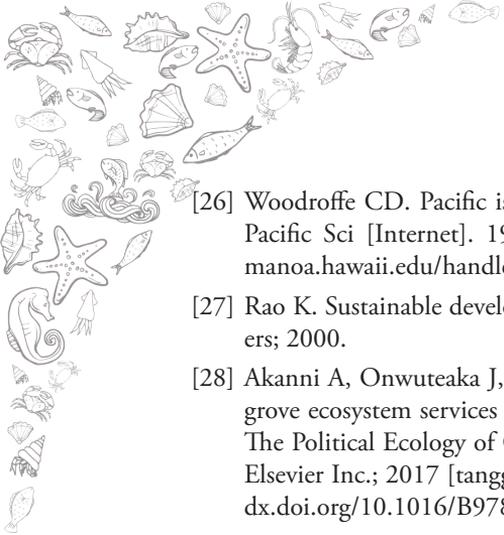
Beberapa limitasi dari tulisan ini adalah penggunaan data luasan ekosistem mangrove dan panjang pantai bermangrove yang tidak aktual pada 2018, serta masih digunakannya data sekunder dari studi yang dilakukan sebelumnya. Adanya kegiatan pembangunan di pulau ini kemungkinan dapat mengubah luasan ekosistem mangrove. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan data yang lebih aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Robertson AI, Alongi DM. Tropical mangrove ecosystem vol. 41, Mangrove Swamp Ecology; 1992.
- [2] Pramudji. Mangrove di Indonesia. Jakarta: COREMAP-CTI LIPI P2O; 2017.
- [3] Brander LM, Wagtendonk AJ, Hussain SS, McVittie A, Verburg PH, de Groot RS, dkk. Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: a meta-analysis and value transfer application. *Ecosyst Serv* [Internet]. 2012;1(1):62–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.003>
- [4] Bengen G. Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove. Bogor: Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan IPB; 1999.
- [5] Noor Y, Khazali M, Suryadiputra I. Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. Bogor: PKA/WI-IP; 1999.
- [6] Valiela I, Bowen JL, York JK. Mangrove Forests: one of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience* [Internet]. 2001;51(10):807. Available from: <https://academic.oup.com/bioscience/article/51/10/807-815/245210>
- [7] Romañach SS, DeAngelis DL, Koh HL, Li Y, Teh SY, Raja Barizan RS, dkk. Conservation and restoration of mangroves: global status, perspectives, and prognosis. *Ocean Coast Manag* [Internet]. 2018 Mar [cited 2018 Oct 3];154:72–82. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0964569117301710>
- [8] Kusmana C. Distribution and current status of mangrove forests in Indonesia. Dalam: Faridah-Hanum I, Latiff A, Hakeem KR, Ozturk M, editors. *Mangrove ecosystems of Asia* [Internet]. 2014 cited tanggal 11 maret 2018. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-8582-7>
- [9] Ilman M, Dargusch P, Dart P, Onrizal. A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land use policy* [Internet]. 2016;54:448–59. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.010>
- [10] Pramudji. Hutan mangrove di Indonesia: peranan permasalahan dan pengelolannya. *Oseana*. 2000;XXV(1):13–20.



- [11] Pramudji. Eksploitasi hutan mangrove di indonesia: dampak dan upaya untuk pengunggulannya. *Oseanoografi*. 2002;XXVII(3):11–7.
- [12] Carugati L, Gatto B, Rastelli E, Lo Martire M, Coral C, Greco S, dkk. Impact of mangrove forests degradation on biodiversity and ecosystem functioning. *Sci Rep* [Internet]. 2018 [cited tanggal 11 maret 2018] ;8(1):13298. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41598-018-31683-0>
- [13] Ambari M. Siapa pemilik Pulau Pari sebenarnya [Internet]. Mongobay Situs Berita Lingkungan. 2017 May 23 [cited 2018 May 7]. Available from: <http://www.mongobay.co.id/2017/05/23/siapa-pemilik-pulau-pari-sebenarnya/>
- [14] Ewel KC, Twilley RR, Ong JE. Different kinds of mangrove forests different provide different goods and services. *Glob Ecol Biogeogr Lett*. 1998;7(1):83–94.
- [15] Lugo AE, Snedaker SC. The ecology of mangroves. 1974. 7.
- [16] Ghazali I. Distribusi lamun dan mangrove menggunakan citra satelit worldview-2 di Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Bogor: IPB; 2014.
- [17] Cahyadi FD. Kajian potensi dan pengelolaan ekosistem mangrove di gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Universitas Gadjah Mada; 2016.
- [18] Wouthuyzen S, Hindarti D, Yulianto K, Hermanto B, Abrar M, Mira S, dkk. Evaluasi status ekosistem dan sumber daya hayati laut di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Jakarta; 2009.
- [19] Ward RD, Friess DA, Day RH, MacKenzie RA. Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosyst Heal Sustain* [Internet]. 2016 [tanggal cited 14 maret 2018];2(4). Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/ehs2.1211>
- [20] Doney SC, Fabry VJ, Feely RA, Kleypas JA. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Ann Rev Mar Sci* [Internet]. 2009;1(1):169–92. Available from: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.marine.010908.163834>
- [21] Wilson R. Impacts of climate change on mangrove ecosystems in the coastal and marine environments of Caribbean small island developing states (SIDS). *Sci Rev* [Internet]. 2017 [cited 2018 Jun 25];60–82. Available from: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/607715/7._Mangroves_combined.pdf
- [22] Sutari T. Ikhtisar Pulau Pari konflik lahan sampai tumpahan minyak [Internet]. CNN 2018 Apr 14 [cited 2018 May 7]. Available from: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20180411160912-20-290121/ikhtisar-pulau-pari-konflik-lahan-sampai-tumpahan-minyak/>.
- [23] Prahehesti R, Dundu PE. Gugusan Pulau Pari pesona yang perlahan tergerus [Internet]. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2015 Nov 29 [cited 2018 May 7]. Available from: <http://lipi.go.id/lipimedia/gugusan-pulau-pari-pesona-yang-perlahan-tergerus/10493>
- [24] Suroto, editor. Kepulauan seribu terancam tenggelam [Internet]. *Republika*. 2015 Jun 18[cited 2018 May 7]. Available from: <http://www.republika.co.id/berita/koran/halaman-1/15/06/18/nq4m0f25-kepulauan-seribu-terancam-tenggelam>
- [25] Savitri E. Terumbu Karang di Pulau Pari rusak dihantam kapal karam [Internet]. *Detik*. 2018 May 7 [cited 2018 May 7]. Available from: <https://news.detik.com/berita/d-4008906/terumbu-karang-di-pulau-pari-rusak-dihantam-kapal-karam>.



- [26] Woodroffe CD. Pacific island mangroves: distribution and environmental settings. *Pacific Sci* [Internet]. 1987;41(1-4):166-85. Available from: <http://scholarspace.manoa.hawaii.edu/handle/10125/1031>
- [27] Rao K. *Sustainable development Economics and policy*. Oxford: Blackwell Publishers; 2000.
- [28] Akanni A, Onwuteaka J, Uwagbae M, Mulwa R, Elegbede IO. The values of mangrove ecosystem services in the Niger delta region of Nigeria [Internet]. Vol. 1980, *The Political Ecology of Oil and Gas Activities in the Nigerian Aquatic Ecosystem*. Elsevier Inc.; 2017 [tanggal cited 11 maret 2018]. 387-437. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809399-3.00025-2>
- [29] Prasetyo DE, Zulfikar F, Shinta S. Valuasi Ekonomi hutan mangrove di Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu: studi konservasi berbasis green economy. *Omni-Akuatika* [Internet]. 2016;12(1). Available from: <http://ojs.omniakuatika.net/index.php/joa/article/view/29>
- [30] Wahyuni dkk. The valuation of total economic of mangrove forest at delta Mahakam region in Kutai Kartanegara district, East Kalimantan. *J. Penelit Kehutanan Wallacea*. 2014;3(April):1-12.
- [31] Widiastuti MMD, Novri N, Arifin T. Valuasi ekonomi ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Merauke. *J. Sos. Ekon. Kelaut Perikan*. 2016;11(2):147-59.
- [32] Fahrudin A. *Analisis ekonomi pengelolaan lahan pesisir Kabupaten Subang, Jawa Barat*. IPB; 1996.
- [33] Potret wilayah: PPSU Kepulauan Seribu bersihkan sampah kiriman [Internet]. *Berita Jakarta*. [cited 2019 May 23]. Available from: <http://www.beritajakarta.id/potret-wilayah/album/1386/pps-kepulauan-seribu-bersihkan-sampah-kiriman>
- [34] Salim HL, Ahmad. Karakteristik pantai Gugusan Pulau Pari. *Region*. 2013;V(1):1-11.
- [35] Wahyuni dkk. Valuasi total ekonomi hutan mangrove di kawasan delta Mahakam kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 3
- [36] Fauzi A. *Ekonomi sumber daya alam dan lingkungan. Teori dan aplikasi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2004.
- [37] Suzana BOL, Timban J, Kaunang R, Ahmad F. Valuasi ekonomi sumber daya hutan mangrove di Desa Palaes Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *J. ASE*. 2011;7(2):29-38.
- [38] Herandarudewi S, Abrar M, Wouthuyzen S, editors. *Keanekaragaman hayati di Pulau Pari*. Jakarta: UPT LPKSDMO Pulau Pari PPO LIPI; 2014.
- [39] Zen LW, Ulfah F. Valuasi ekonomi hutan mangrove di Pulau Dompok Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. *J. Din Marit* [Internet]. 2014;IV(1):45-52. Available from: <http://riset.umrah.ac.id/wp-content/uploads/2015/07/VALUASI-EKONOMI-HUTAN-MANGROVE-DI-PULAU.pdf>
- [40] Sugeng Putranto, Neviaty P, Zamani, Harpasis S, Sanusi2 ER, AF. Valuasi ekonomi sumber daya hutan mangrove di pesisir Kabupaten Banggai dan Banggai Kepulauan Sulawesi Tengah. *J. Ilmu dan Teknol Kelaut Trop*. 2017;9(2):645-56.



BAGIAN KEEMPAT

UPAYA KONSERVASI SUMBER DAYA HAYATI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

BAB XX Pendidikan Lingkungan/Konservasi Pada Usia Dini: Suatu Uji Coba Bentuk Pengelolaan Ekosistem dan Sumber Daya Hayati Pesisir yang Berkelanjutan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Sarah Rosemary Megumi Wouthuyzen, Nurdien Harry Kistanto, Agus Hartoko, dan Sam Wouthuyzen

BAB XXI Pendirian dan Pengembangan Daerah Perlindungan Biota Laut (DPBL): Suatu Usaha Pemulihan Stok Biota Laut Tereksplorasi Berlebih di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Sam Wouthuyzen, Vincentius P. Siregar, Muhammad Abrar, Sekar M. C. Herendarudewi, Izak Nikijuluw, Niken Rahayu Sepa, Suhardi, Achmad Mansur, dan Ahmad Rezza Dzumalex





BAB XX

PENDIDIKAN LINGKUNGAN/KONSERVASI PADA USIA DINI:

SUATU UJI COBA BENTUK PENGELOLAAN EKOSISTEM DAN SUMBER DAYA HAYATI PESISIR YANG BERKELANJUTAN DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

SARAH ROSEMARY MEGUMI WOUTHUYZEN,
NURDIEN HARRY KISTANTO, AGUS HARTOKO, DAN SAM WOUTHUYZEN

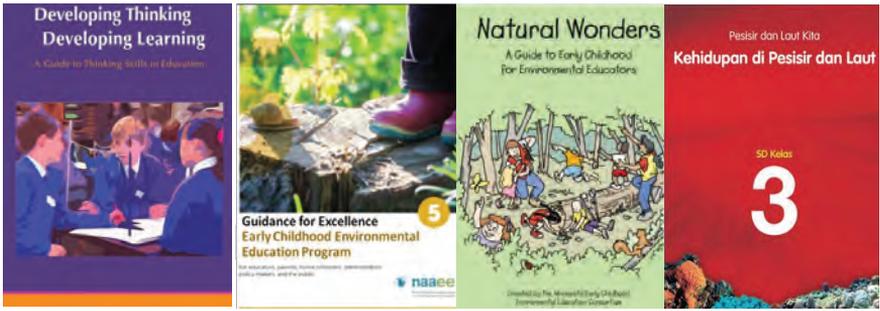
A. Pendidikan Lingkungan/Konservasi Pada Usia Dini

UNESCO-UNEP^[1] mendefinisikan pendidikan lingkungan sebagai proses pembelajaran untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran akan masalah lingkungan (konservasi) dengan tujuan mengembangkan kesadaran penduduk dunia akan isu-isu lingkungan serta memiliki pengetahuan, keterampilan, sikap, motivasi, dan komitmen untuk bekerja, baik secara individu atau bersama-sama, dengan menemukan solusi dan mencegah masalah di masa depan. Selanjutnya, UNESCO-UNEP^[2] menambahkan bahwa tujuan dasar pendidikan lingkungan adalah membantu individu dan masyarakat memahami sifat kompleks alam dan lingkungan hasil interaksi aspek biologis, fisik, sosial, ekonomi, dan budaya; memperoleh pengetahuan, nilai, sikap, dan keterampilan praktis untuk berpartisipasi secara bertanggung jawab dan efektif dalam mengantisipasi/ menyelesaikan masalah lingkungan dan pengelolaan kualitas lingkungan.

Pendidikan lingkungan dan konservasi kini telah diperluas, tidak hanya pada orang dewasa, tetapi pendidikan lingkungan dan konservasi juga diper-



kenalkan dan diajarkan secara terus-menerus dan konsisten kepada anak-anak usia dini di berbagai negara di dunia, baik di negara maju seperti, Amerika Serikat^[3,4] dan Australia^[5], maupun di negara berkembang, seperti Tobago^[6], Grenada^[7], Yunani^[8], dan Indonesia^[9], walaupun penerapannya masih jarang. Gambar 122 menunjukkan sebagian kecil materi pembelajaran untuk anak usia dini.



Sumber: Dari kiri ke kanan^[10, 11, 12, 13]

Gambar 122. Sebagian Kecil Materi Pembelajaran Pendidikan Lingkungan pada Anak Usia Dini

Usia dini merupakan periode ketika anak-anak secara aktif terlibat dalam memperoleh konsep dasar. Anak-anak secara alami mengamati dan mencari tahu secara terus-menerus tentang dunia kehidupan di sekitar mereka. Mereka cukup siap untuk melakukan pengamatan sederhana, eksplorasi, dan klasifikasi (Gambar 123). Mereka juga mengembangkan konsep, keterampilan, dan sikap yang relevan. Jadi, mereka telah membangun fondasi untuk memahami masalah dan solusi lingkungan hingga pada tingkat yang lebih tinggi dan kelak dalam kehidupan dewasa^[14].

Anak-anak pada usia 7–8 tahun mulai menggunakan pemikiran logis dan pada usia 8–9 tahun anak-anak dapat belajar dan memahami lingkungan di sekitarnya serta mulai mampu memperbarui pengetahuan mereka berdasarkan informasi/pengetahuan yang mereka peroleh^[14,15]. Anak-anak juga mulai mampu mengintegrasikan pengetahuan baru tersebut dengan pengetahuan yang sudah ada pada dalam pikirannya, sehingga belajar anak menjadi lebih efektif dan hasil belajarnya menjadi optimal^[14]. Mereka membangun pemahaman tentang dunia melalui bermain, eksplorasi, dan kegiatan kreatif, seperti menggambar, mewarnai, dan mengasah kemampuan dengan berbagai bentuk permainan dan bernyanyi^[16].

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Pendidikan lingkungan usia dini (murid SD kelas -2) yang berkunjung ke Pulau Pari

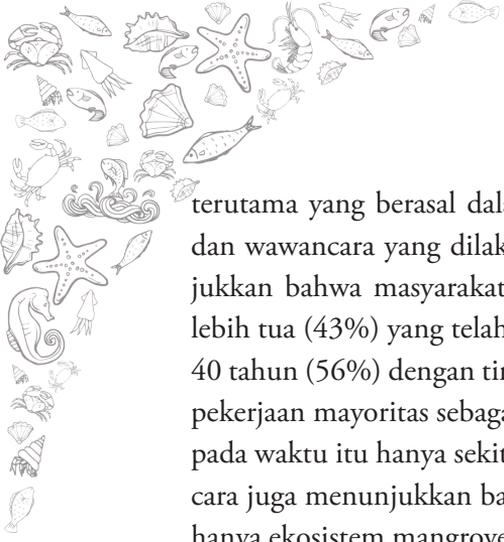
Sumber foto: Baris paling atas^[11]; baris ke-2 dan 3 dokumentasi penulis.

Gambar 123. Anak-anak usia dini sangat berpotensi dalam mengamati dan mencari tahu alam lingkungan di sekitar mereka, baik anak-anak di negara maju maupun di negeri berkembang, seperti Indonesia.

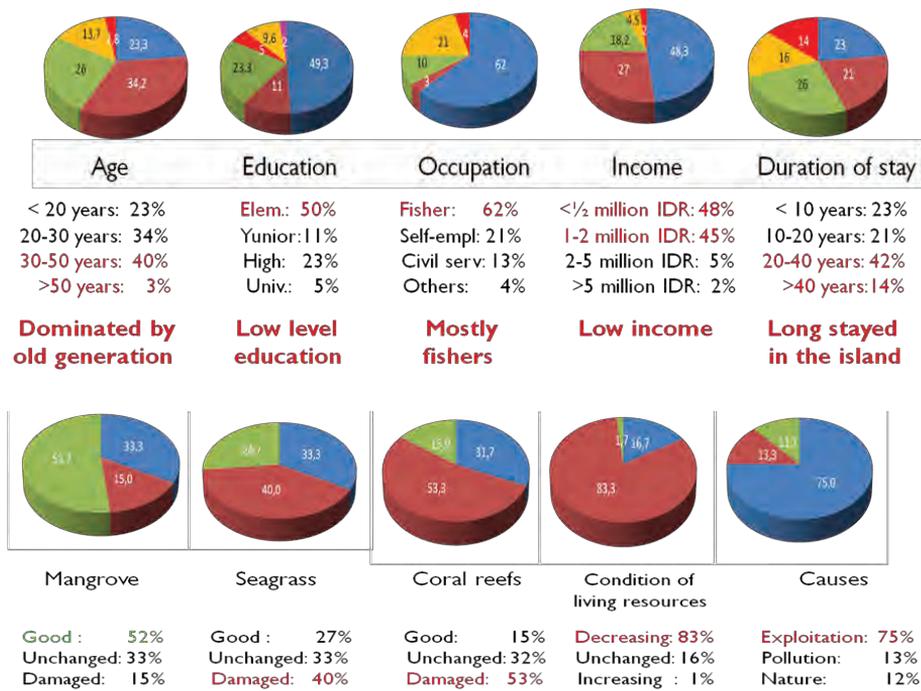
B. Pentingnya Pendidikan Lingkungan/Konservasi Usia Dini di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Gugusan Pulau Pari merupakan bagian kecil dari Gugusan Kepulauan Seribu (Provinsi DKI, Jakarta) yang memiliki ekosistem tropis khas dan lengkap (ekosistem terumbu karang, padang lamun, dan mangrove) berikut sumber daya hayati pesisir (SDHP) dengan keanekaragaman biota (flora dan fauna) laut yang tinggi dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya di Kepulauan Seribu. Ekosistem tersebut memberikan kontribusi besar berupa barang (*goods*) dan jasa lingkungan (*environmental serviecs*) yang menunjang kehidupan masyarakat di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, namun ada banyak masalah,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

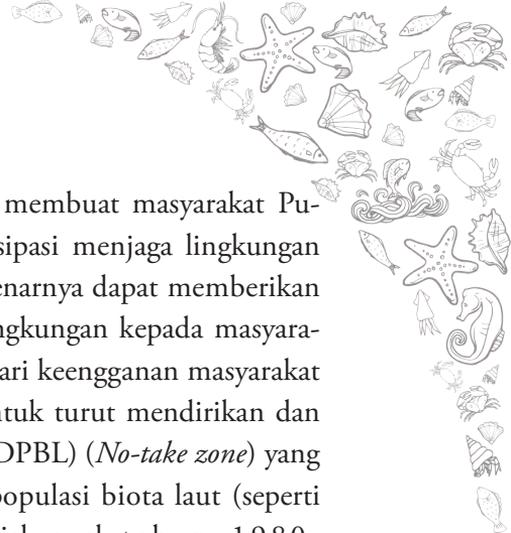


terutama yang berasal dalam Pulau Pari (*internal factor*) sendiri. Hasil survei dan wawancara yang dilakukan sebelum tahun 2012 (Gambar 124) menunjukkan bahwa masyarakat Pulau Pari, didominasi oleh generasi yang relatif lebih tua (43%) yang telah tinggal di pulau selama 20 tahun hingga lebih dari 40 tahun (56%) dengan tingkat pendidikan yang rendah (50% tamat SD) dan pekerjaan mayoritas sebagai nelayan (62%) dengan penghasilan relatif rendah pada waktu itu hanya sekitar 1–2 juta rupiah (93%). Hasil survei dan wawancara juga menunjukkan bahwa masyarakat Pulau Pari sebenarnya tahu bahwa hanya ekosistem mangrove yang relatif masih baik sebesar 52%, tetapi kondisi ekosistem lamun dan terumbu karang telah mengalami degradasi/kerusakan masing-masing sebesar 40% dan 53%. Sementara itu, sumber daya hayati pesisir (SDHP), seperti ikan, moluska (kerang-kerangan), krustasea (kepiting rajungan), dan ekinodermata (teripang dan bulu babi) telah berkurang drastis sebesar 83% karena pemanfaatan SDHP yang berlebihan (*over exploitation*) dengan persentasi 75% (Gambar 124)^[17].



Gambar 124. Kondisi sosial-ekonomi masyarakat Pulau Pari sebelum tahun 2012 (atas), dan kondisi ekosistem dan SDHP di Pulau Pari sebelum tahun 2012^[17].

Buku ini tidak diperjualbelikan.



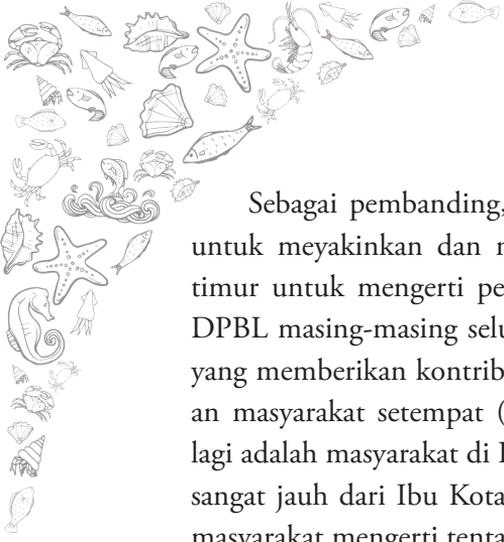
Kondisi sosial-ekonomi tersebut tampaknya membuat masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sulit diajak berpartisipasi menjaga lingkungan ketiga ekosistem tersebut beserta SDHP yang sebenarnya dapat memberikan barang (utamanya produk perikanan) dan jasa lingkungan kepada masyarakat jika dijaga dengan baik. Hal ini terlihat jelas dari keengganan masyarakat ketika LPKSDMO-LIPI mengajak masyarakat untuk turut mendirikan dan mengembangkan daerah perlindungan biota laut (DPBL) (*No-take zone*) yang terbukti efektif memulihkan dan meningkatkan populasi biota laut (seperti kerang-kerangan) yang tereksploitasi berlebih sejak awal tahun 1980-an^[18]. Ada banyak negara yang telah mendirikan DPBL dan memetik hasil yang menguntungkan dari adanya DPBL^[19, 20, 21].

Upaya menentukan lokasi yang disepakati secara bersama oleh masyarakat dan pendirian DPBL di Pulau Pari membutuhkan waktu yang panjang, yakni 3 tahun setelah melalui 6 kali FGD; 2 kali FGD per tahun dari tahun 2012 hingga 2014 (Gambar 125). Kesepakatan ini pun bisa tercapai setelah Lurah Kepulauan Seribu selatan, dimana Pulau Pari berada dalam wilayah administrasi ini, memaksa masyarakat untuk segera mendirikan DPBL^[18]. Pelajaran yang bisa dipetik (*lesson learned*) dari kasus ini adalah bahwa masyarakat dewasa Pulau Pari, Kepulauan Seribu sulit diajak berpartisipasi dalam upaya konservasi ekosistem dan SDHP di pulau yang mereka tinggali. Padahal, masyarakat di sana sering mendapat pembelajaran/penyuluhan/diklat mengenai konservasi yang telah dilakukan oleh berbagai pihak (instansi pemerintah, akademisi, ilmuwan dan LSM serta pemerhati lingkungan lainnya)^[18, 22].



Gambar 125. Kegiatan FGD untuk menempatkan pendirian DPBL di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan luas 39 ha yang membutuhkan waktu 3 tahun (6 kali FGD).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sebagai pembandingan, dibutuhkan waktu hanya 2 tahun (4 kali FGD) untuk meyakinkan dan mengajak masyarakat pesisir Pulau Bintang bagian timur untuk mengerti pentingnya ekosistem padang lamun dan pendirian DPBL masing-masing seluas ± 4 ha di 3 lokasi padang lamun Bintang timur yang memberikan kontribusi besar terhadap mata pencaharian dan kehidupan masyarakat setempat (Gambar 126). Pembandingan yang lebih mencolok lagi adalah masyarakat di Pulau Pai, Kepulauan Padaido, Papua, yang terletak sangat jauh dari Ibu Kota. Di lokasi tersebut hanya dalam 1 kali FGD saja masyarakat mengerti tentang pentingnya peranan ekosistem terumbu karang. Mereka sepakat untuk mendirikan DPBL seluas 579 ha (Gambar 127) satu hari setelah FGD dan pada hari berikutnya mereka mengundang pendeta untuk mendoakan DPBL yang baru mereka dirikan sehingga tidak ada satupun warga desa yang berani mengeksploitasi SDHP di dalam DPBL karena mereka terikat langsung pada hukum adat kearifan lokal “Sasi”.

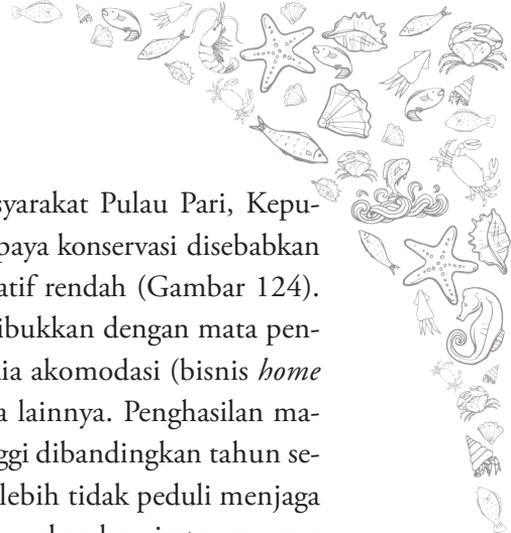


Gambar 126. Kegiatan FGD untuk menetapkan pendirian DPBL di ekosistem padang lamun Pulau Bintang bagian timur yang membutuhkan waktu 2 tahun (4 kali FGD).



Gambar 127. Kegiatan FGD untuk menetapkan pendirian DPBL di ekosistem terumbu karang di Pulau Pia, Kepulauan Padaido, Papua seluas 579 ha yang hanya membutuhkan sekali FGD.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

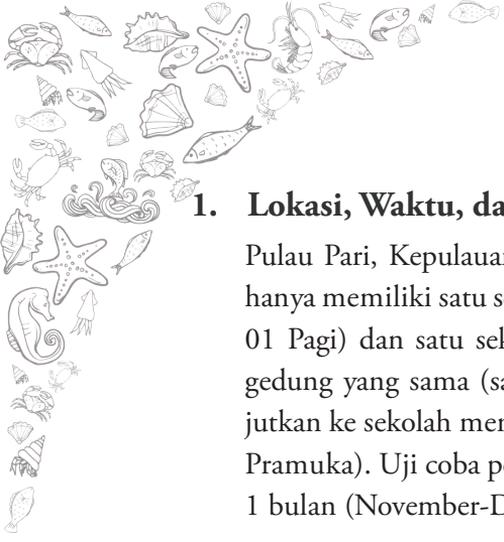


Sebelum tahun 2012, ketidak-tertarikan masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terhadap masalah lingkungan dan upaya konservasi disebabkan oleh tingkat pendidikan dan pendapatan yang relatif rendah (Gambar 124). Setelah tahun 2012, masyarakat di sana sangat disibukkan dengan mata pencarian baru di sektor wisata bahari sebagai penyedia akomodasi (bisnis *home stay*) dan pemandu wisata atau layanan jasa wisata lainnya. Penghasilan masyarakat dari sektor pariwisata bahari jauh lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya (2012), namun mereka justru lupa atau lebih tidak peduli menjaga keberlanjutan jasa ekosistem pesisir yang mereka tawarkan ke wisatawan yang memilih Pulau Pari jadi destinasi wisata favorit karena ketertarikannya pada lingkungan dan ekosistem di pulau ini^[22].

Berdasarkan latar belakang tersebut sulit diharapkan bahwa masyarakat dewasa Pulau Pari mau berpartisipasi dalam upaya-upaya konservasi lingkungan^[22]. Oleh karena itu, strategi konservasi lingkungan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu harus diubah dengan cara mengenalkan pendidikan lingkungan dan konservasi SDHP sejak usia dini, yakni pada murid-murid sekolah dasar kelas 2–3 (berusia 7–9 tahun) yang memiliki ketertarikan besar terhadap lingkungan^[23]. Jika mereka mendapat mentor/guru yang dapat mengarahkan mereka dengan baik, maka mereka dapat menjadi “*Champion*” atau pemuka lingkungan seiring dengan bertambahnya usia. Tulisan ini membahas upaya dan uji coba pendidikan lingkungan dan konservasi SDHP pada murid-murid kelas 2 di sekolah dasar (SDN) Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

C. Uji Coba Pendidikan Lingkungan/Konservasi pada Usia Dini di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Pendidikan lingkungan/konservasi SDHP, khususnya yang terkait dengan kebaharian pada usia dini (murid SD kelas 2–3 dengan usia 8–9 tahun) masih sangat jarang dilakukan. Pada sub bab berikut dibahas uji coba pendidikan lingkungan/konservasi SDHP pada murid-murid SD Pulau Pari kelas 2 untuk melihat pemahaman murid tentang masalah lingkungan dan konservasi SDHP sebagai bahan perbandingan terhadap persepsi dan motifasi orang tua mereka yang terkesan sudah melemah kepeduliannya pada lingkungan dan konservasi SDHP di Pulau Pari.



1. Lokasi, Waktu, dan Partisipan

Pulau Pari, Kepulauan Seribu yang terletak \pm 35 km dari Kota Jakarta hanya memiliki satu sekolah formal, yaitu satu sekolah dasar negeri (SDN 01 Pagi) dan satu sekolah menengah pertama (SMP) yang menempati gedung yang sama (satu atap) (Gambar 128). Siswa yang ingin melanjutkan ke sekolah menengah atas (SMA) harus pergi ke pulau lain (Pulau Pramuka). Uji coba pendidikan konservasi SDHP ini berlangsung sekitar 1 bulan (November-Desember 2015).

Partisipan yang mengikuti kegiatan pendidikan lingkungan/konservasi SDHP adalah siswa kelas 2 SDN 01 Pagi Pulau Pari (Tabel 38) yang berusia 8-9 tahun dengan jumlah total 27 siswa, terdiri atas 14 siswa perempuan dan 13 laki-laki. Pendidikan ini untuk sementara waktu menggantikan mata pelajaran resmi muatan lokal (Mulok), bahasa Inggris atau Pendidikan Lingkungan Budaya Jakarta (PLBJ) di SD tersebut.

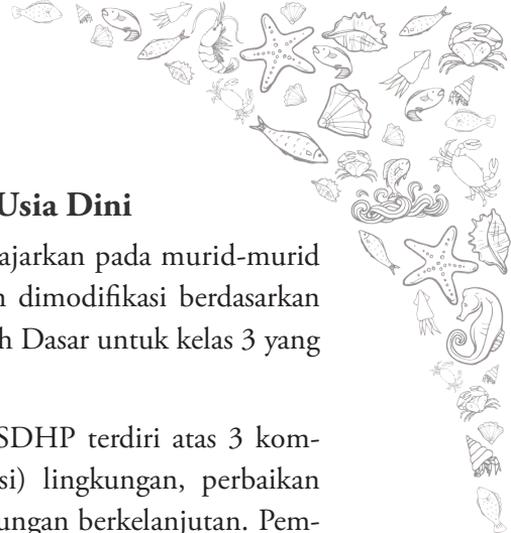
Tabel 38. Jumlah Murid SD dan SMP di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Tahun Ajaran 2014/2015

Level	KELAS-1	KELAS-2	KELAS-3	KELAS-4	KELAS-5	KELAS-6	Total
SD	25	27	25	29	24	23	151
Level	KELAS-7	KELAS-8	KELAS-9	-	-	-	Total
SMP	16	19	20	-	-	-	55



Gambar 128. Peta Gugusan Pulau Pari Berikut Lokasi SDN 01 Pulau Pari dan SMP Satu Atap

Buku ini tidak diperjualbelikan.



2. Metode Pendidikan Konservasi Siswa Usia Dini

Bahan pendidikan Konservasi SDHP yang diajarkan pada murid-murid kelas SDN 01 Pagi, Pulau Pari diadopsi dan dimodifikasi berdasarkan buku Silabus Mulok Kelautan Tingkat Sekolah Dasar untuk kelas 3 yang disusun oleh COREMAP-LIPI[24].

Kegiatan belajar pendidikan konservasi SDHP terdiri atas 3 kompetensi dasar, yaitu: pemeliharaan (preservasi) lingkungan, perbaikan (restorasi) lingkungan, dan pengawasan lingkungan berkelanjutan. Pembelajaran dibagi menjadi 3 tahap sesuai dengan kompetensi dasar tersebut, dan pada setiap tahapan dilakukan 2–5 kali pertemuan mengikuti metode yang telah ditetapkan (Tabel 39). Di samping itu, dilakukan uji awal dan uji akhir sebelum dan setelah pembelajaran selesai untuk melihat tingkat pemahaman/kemajuan murid-murid SDN 01 Pagi serta wawancara terhadap murid dan orang tua murid untuk melihat keefektifan program pendidikan konservasi SDHP pada akhir pendidikan.

Data yang terkumpul berupa observasi partisipatif, tes awal dan tes akhir, serta data dari hasil wawancara dan dokumentasi seluruhnya ditabulasi lalu dideskripsikan dalam bentuk tabel, grafik/gambar, dan penarikan kesimpulan^[23].

Tabel 39. Kompetensi dasar, topik bahasan, dan metode pendidikan konservasi SDHP yang diuji coba diajarkan pada SDN 01 Pagi Pulau Pari, Kepulauan Seribu.^[9]

Ta- hap	Kompetensi Dasar	Perte- muan	Topik Bahasan	Metode
I	Pemeliharaan lingkungan:			
	<ul style="list-style-type: none"> Memahami lingkungan wilayah pesisir dan laut, ciri-ciri ekosistem dan SDHP yang dikandungnya. Mengenal interaksi masyarakat pesisir dan upaya pengawetan/perindungan berbagai SDHP dari tindakan yang merusak. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4. 5. 	<p>Menyebutkan keadaan ber-ciri-ciri umum ekosistem pesisir dan SDHP yang dikandungnya,</p> <p>Mengenali keberadaan dan macam-macam ekosistem pesisir dan SDHP yang terkandung di dalamnya.</p> <p>Menyebutkan peran dan manfaat ekosistem pesisir dan SDHP,</p> <p>Menceritakan interaksi masyarakat pesisir dengan lingkungannya.</p> <p>Mengenal usaha-usaha pemeliharaan SDHP.</p>	<p>bagai</p> <p>Pembelajaran aktif (<i>active learning</i>) dan langsung (<i>learning by doing</i>) di alam atau di luar kelas (<i>fieldtrip</i>) yaitu di pantai Pasir Perawan.</p>

Buku ini tidak diperjualbelikan.



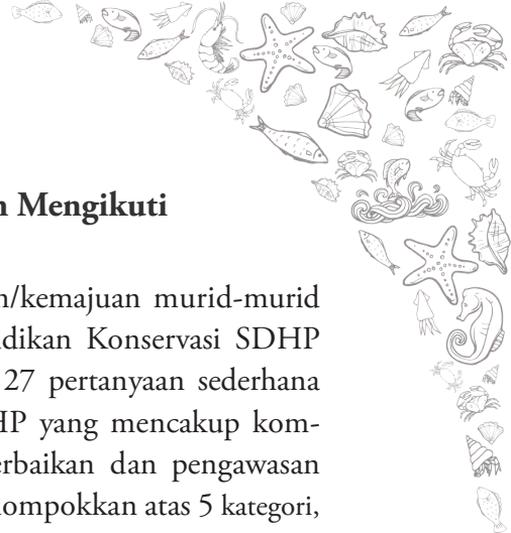
Tahap	Kompetensi Dasar	Pertemuan	Topik Bahasan	Metode
II. Perbaiki Lingkungan:				
	Menjelaskan usaha-usaha perbaikan, pemulihan lingkungan pesisir dan mampu menerapkan dalam kehidupan sehari-hari.	6.	Menceritakan lingkungan tempat tinggal yang indah dan bersih	Permainan (<i>games</i>) dengan cara mencocokkan gambar. Murid membuat sebuah karangan berteman ekosistem pesisir dan cara-cara merawatnya di kehidupan sehari-hari.
		7.	Menceritakan cara-cara menjaga kebersihan dan keindahan lingkungan tempat tinggal, sekolah, lingkungan dan desa	
		8.	Menjelaskan praktik-praktik perbaikan dan pemulihan lingkungan pesisir dalam kehidupan	
		9.	Mempraktikkan cara-cara menjaga dan melindungi lingkungan tempat tinggal, sekolah dan lingkungan sekitar desa/pantai	
III. Pengawasan berkelanjutan				
	Menjelaskan usaha-usaha Pengawasan berkelanjutan pada ekosistem pesisir dan SDHP	10.	Menyebutkan kegiatan yang merusak habitat pesisir dan laut d seperti membuang sampah di laut, bom, bus	Pembelajaran memakai audio-visual di kelas, dengan cara menonton video dokumenter berteman ekosistem pesisir dan upaya konservasi SDHP atau melihat <i>slide power point</i> yang dibuat guru.
		11.	Menyebutkan bentuk-bentuk tindakan yang harus diambil untuk melestarikan habitat pesisir dan laut, serta mempraktikkan cara-cara yang harus dilakukan untuk melestarikan habitat pesisir dan laut	

(Sumber:^[9] dengan modifikasi seperlunya).

3. Hasil Uji Coba Pendidikan Lingkungan/Konservasi SDHP pada Usia Dini

Hasil uji coba pendidikan lingkungan/konservasi SDHP terhadap murid-murid kelas 2, SDN 01, Pulau Pari berupa hasil test sebelum dan sesudah mengikuti pendidikan dan hasil pembelajaran kompetensi di lingkungan/konservasi adalah sebagai berikut:

Buku ini tidak diperjualbelikan.



a. Hasil Uji/Tes Sebelum dan Sesudah Mengikuti Pendidikan Konservasi SDHP

Untuk mengetahui tingkat pemahaman/kemajuan murid-murid sebelum dan sesudah mengikuti pendidikan Konservasi SDHP dilakukan uji/tes dengan memberikan 27 pertanyaan sederhana tentang ekosistem dan konservasi SDHP yang mencakup kompetensi dasar berupa pemeliharaan, perbaikan dan pengawasan berkelanjutan (Tabel 39). Hasil tes dikelompokkan atas 5 kategori, yaitu: sangat baik, baik, sedang, kurang, dan sangat kurang. Hasil tes dari 25 murid yang mengikuti tes tersebut disajikan dalam Tabel 40. Dari 27 murid SD, 25 murid mengikuti tes sebelum pendidikan, dan 26 murid mengikuti tes sesudah pendidikan lingkungan/konservasi SDHP dengan hasil yang menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan lingkungan/konservasi SDHP dari nilai rata-rata 61,6 (cukup) menjadi 76 (baik) dalam kurung waktu hanya 1 bulan.

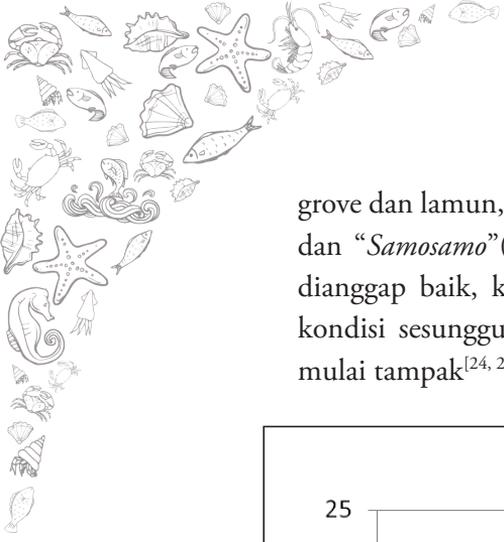
Tabel 40. Hasil tes sebelum dan sesudah mengikuti pendidikan konservasi SDHP.

No.	Kategori	Rentang Nilai		Sebelum Tes			Sesudah Tes	
		F	Jumlah	Nilai (%)	F	Jumlah	Nilai (%)	
1.	Sangat Baik	>80	2	181	8	10	865	38
2.	Baik	66-80	14	931	56	14	1003	54
3.	Cukup	56-65	1	62	4	1	61	4
4.	Kurang	46-55	3	159	12	1	46	4
5.	Sangat Kurang	<45	5	206	20	0	0	0
Jumlah Total			25	1539	100	26	1975	100
Rata-rata				61,6 (cukup)			-	76,0 (baik)

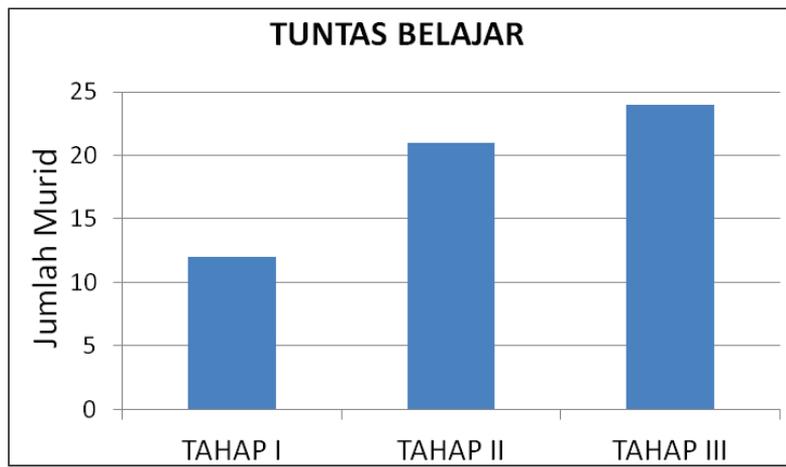
b. Hasil Pembelajaran Kompetensi Dasar pada Tahap I, II, dan III

Hasil pembelajaran kompetensi dasar Tahap I, II, dan III disajikan dalam Gambar 129. Pembelajaran pada tahap I, II, dan III dianggap tuntas jika murid-murid mencapai nilai 70. Pada tahap I, dengan menggunakan metode praktik di lapangan (*fieldtrip*), hanya setengah (50%) dari murid-murid (12 orang) yang memahami tentang ekosistem yang ada di Pulau Pari. Pada umumnya, murid cenderung lebih mengenal istilah penamaan lokal pada saat menyebutkan man-

Buku ini tidak diperjualbelikan.



grove dan lamun, seperti “*Pendeka*” (sebutan untuk mangrove muda) dan “*Samosamo*” (sebutan lamun). Meskipun demikian, metode ini dianggap baik, karena murid-murid belajar langsung dan melihat kondisi sesungguhnya di lapangan, di samping spontanitas murid mulai tampak^[24, 25].



Gambar 129. Ketuntasan belajar pada 3 tahap kompetensi dasar dari murid kelas 2 SDN 01 Pagi Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Hasil pembelajaran Tahap II dengan metode permainan (*games*), yaitu mencocokkan gambar dan membuat karangan tentang ekosistem pesisir dan cara-cara merawatnya di kehidupan sehari-hari, ketuntasan pembelajaran meningkat menjadi 21 orang (84%).

Hasil pembelajaran tahap III dengan tugas menggambar dan mewarnai lingkungan dengan tema pemandangan pulau, ekosistem, dan biota laut, serta kegiatan interaksi masyarakat dengan ekosistem setelah mereka melihat video dokumenter atau *slide power point*, menunjukkan antusias dan minat belajar yang tinggi, di mana 24 murid tuntas belajar (92,3%). Dua murid masih belum memahami tema yang telah diberikan sehingga guru harus memberikan penjelasan dan arahan kembali kepada siswa tersebut. Gambar 129 memperlihatkan adanya peningkatan ketuntasan belajar siswa SDN 01 Pagi Pulau Pari dalam 3 tahapan kompetensi dasar.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

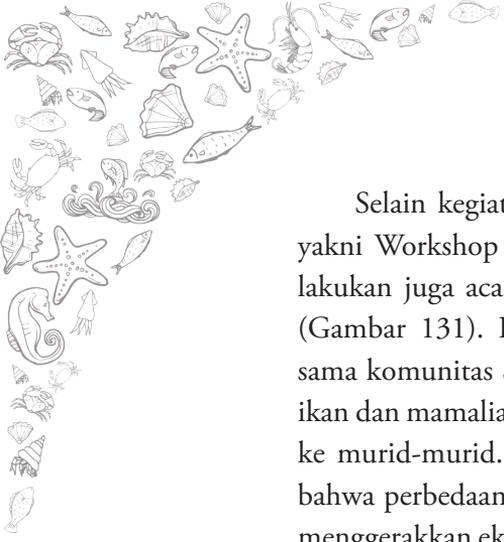
Selama proses pembelajaran tahap I, II, dan III (Gambar 130a, b, c dan d) siswa dengan penilaian kognitif, afektif, dan psikomotorik yang tinggi di setiap tahapan dinobatkan sebagai “Pelestari Cilik” (Gambar 130e). Pemberian penghargaan (reward) bagi siswa berprestasi bertujuan memacu dan memotivasi siswa lainnya meningkatkan pengetahuan mereka terhadap pentingnya upaya konservasi SDHP.

Hasil wawancara terhadap murid pada akhir kegiatan pendidikan konservasi SDHP menunjukkan bahwa 90% murid mengerti terhadap materi yang diajarkan; mengerti tentang ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang; mereka merasa pendidikan ini bermanfaat dan ke depan mereka akan bertindak untuk menjaga lingkungan Pulau Pari. Meskipun demikian, 75% murid merasakan kesulitan untuk menangkap pelajaran yang diberikan.

Hasil wawancara terhadap orang tua murid menunjukkan bahwa 90% orang tua murid paham akan pendidikan konservasi, mengharapkan agar pendidikan ini dapat terus berlangsung, dan pendidikan konservasi sebaiknya diajarkan pada usia dini (3–9 tahun). Orang tua merasa bahwa 70% dari anak mereka menjadi baik setelah mengikuti pendidikan ini, namun, masih sedikit orang tua (40–50%) yang mengajarkan pendidikan lingkungan dan memberikan teladan ke anak-anak mereka.



Gambar 130. Aktivitas kegiatan murid-murid kelas 2 SDN 01 Pulau Pari Kepulauan Seribu (a, b, c, dan d) dan penobatan pelestari cilik (e).

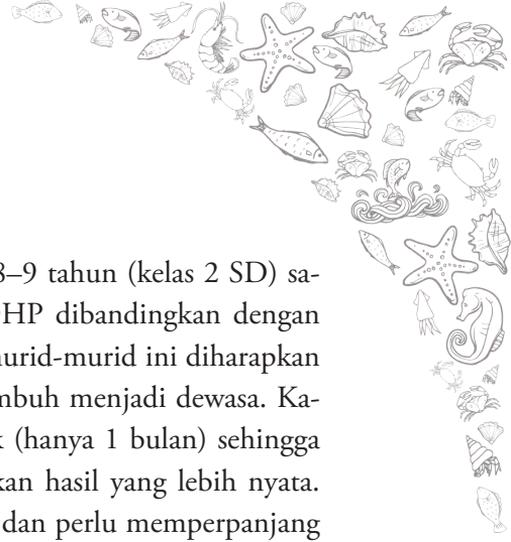


Selain kegiatan pendidikan konservasi SDHP, pada acara lain, yakni Workshop Pembentukan Komunitas Sahabat Pulau Pari, dilakukan juga acara pertemuan dengan murid-murid SDN 01 Pagi (Gambar 131). Pada kesempatan tersebut, LPKSDMO-LIPI bersama komunitas Sahabat Pulau Pari menerangkan perbedaan antara ikan dan mamalia laut, lalu menanyakan kembali pertanyaan tersebut ke murid-murid. Murid-murid SD dengan sangat fasih menjawab bahwa perbedaannya terletak pada ekor; ikan berenang dengan cara menggerakkan ekornya ke kiri dan ke kanan, sedangkan mamalia laut berenang dengan menggerakkan ekornya ke atas dan ke bawah. Ikan bernapas dengan insang, sedangkan mamalia laut bernapas dengan paru-paru. Ikan bertelur, sedangkan mamalia laut melahirkan anak. Hal ini membuktikan pula bahwa anak usia dini sangat cepat mempelajari/menangkap pengetahuan baru, khususnya pengetahuan di bidang lingkungan dan konservasi.



Gambar 131. Pertemuan antara Komunitas Sahabat Pulau Pari, LPKSDMO, LIPI, dan murid-murid SDN 01 Pagi, Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

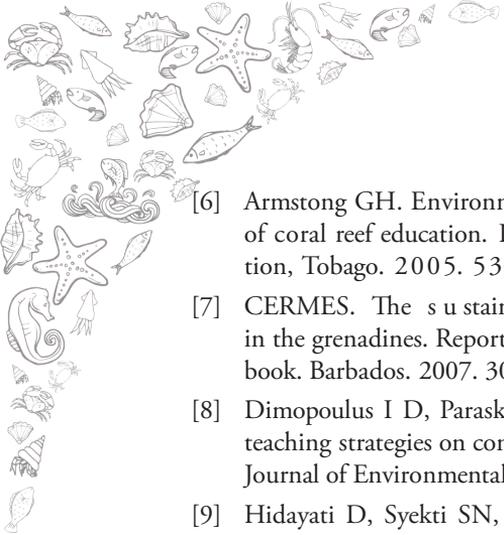


D. Kesimpulan

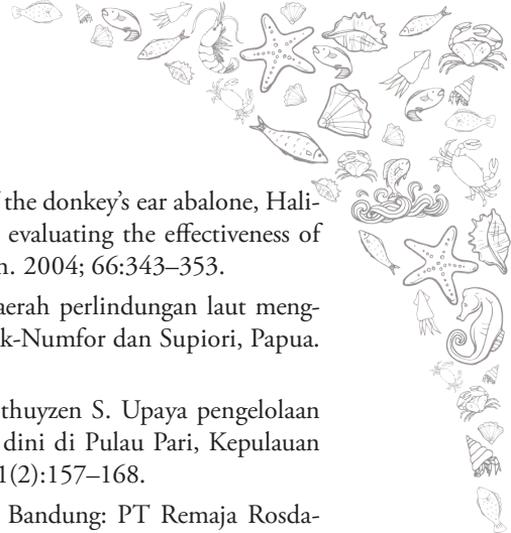
Hasil kajian ini menyimpulkan bahwa anak usia 8–9 tahun (kelas 2 SD) sangat efektif menerima pendidikan konservasi SDHP dibandingkan dengan orang tua mereka. Pada masa yang akan datang, murid-murid ini diharapkan dapat menjadi agen perubahan seiring mereka tumbuh menjadi dewasa. Kajian ini dilakukan pada waktu yang relatif pendek (hanya 1 bulan) sehingga belum bisa teruji dan terukur serta memperlihatkan hasil yang lebih nyata. Oleh karena itu, perlu pengulangan beberapa kali dan perlu memperpanjang jam pelajaran, serta memperluas ke sekolah dasar lainnya, khususnya yang berada di Kepulauan Seribu dan sekitarnya. Hal yang dapat ditempuh adalah memasukkan pendidikan lingkungan/konservasi SDHP ke dalam mata pelajaran Muatan Lokal (Mulok) untuk SD-SD di wilayah pesisir. Bahan pembelajarannya sudah dibuat oleh COREMAP LIPI^[9] sehingga dapat langsung mengadopsi bahan-bahan tersebut. Sayangnya, buku ini juga hampir belum pernah diujicobakan pada SD-SD yang berada di wilayah pesisir. Keterbatasan jumlah guru yang dapat mengajar pendidikan lingkungan/konservasi SDHP menjadi hambatan. Oleh karena itu diperlukan banyak guru yang memiliki latar belakang pendidikan geografi, IPA, ilmu lingkungan/perikanan, dan kelautan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UNESCO-UNEP. The Belgrade Charter: A global framework for environmental education. Connect: UNESCO-UNEP Environmental Education Newsletter, 1976: 1(1):1-2.
- [2] UNESCO-UNEP. The Tbilisi Declaration: final report intergovernmental conference on environmental education. Organized by UNESCO in cooperation with UNEP, Tbilisi, USSR, 14-26 October 1977, Paris, France: UNESCO ED/MD/49. 1978.
- [3] NAAEE (The North American Association for Environmental Education NAAEE. Guidelines for excellence early childhood environmental education programs): 2010.70 p.
- [4] Oltman M, editor Natural wonders: An idea to childhood for environmental. 2002. 72 p.
- [5] Benkendorff K. School projects for monitoring the state of the marine environment. Paper presented at the Annual Meeting of the Australian Science Teachers Association (Sydney, Australia, July 2001.



- [6] Armstrong GH. Environmental education in Tobago's primary schools: a case study of coral reef education. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, Tobago. 2005. 53(1):229-238.
- [7] CERMES. The sustainable grenadines project-coral conservation awareness in the grenadines. Report of The evaluation of the use of the people and coral workbook. Barbados. 2007. 30 p.
- [8] Dimopoulos I D, Paraskevopoulos S, Pantis J. Plannine educational activities and teaching strategies on constructing a conservation educational module. *International Journal of Environmental and Science Education*. 2009. 4(4):352-362.
- [9] Hidayati D, Syekti SN, Abrar M. Silabus muatan lokal kelautan tingkat sekolah dasar. Jakarta: COREMAP LIPI. 2006. 90 p.
- [10] Google Books. Developing Thinking Developing Learning. Diakses pada 10 November 2017, dari https://books.google.co.id/books/about/Developing_Thinking_Developing_Learning.html?id=WHu_GYUIUMosC&printsec=frontcover&source=hp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- [11] NAAEE. Guidelines for Excellence Early Childhood Environmental Education Programs For educators, parents, home schoolers, administrators, policy makers, and the public. 2010. Diakses dari https://cdn.naee.org/sites/default/files/final_ecee_guidelines_from_chromographics_lo_res.pdf.
- [12] Oltman M. Natural Wonders: A Guide to Early Childhood for Environmental Educators. 2002. Diakses dari https://pdfs.semanticscholar.org/b16e/16fe34ae0ac8a07956f9179d00fedf5f89cd.pdf?_ga=2.254458061.453573075.1584075923-2126036117.1570437249.
- [13] Dhewani N. Kehidupan di pesisir dan laut. Bandung: Grafindo Media Pratama. 2006. Diakses dari <http://disarpus.sumedangkab.go.id/library/opac/detail-opac?id=8849>
- [14] McGregor, D. Developing thinking: developing learning. a guide to thinking skills in education. England: Open University Press; 2007. 334 p
- [15] McDevitt TM, Ormrod JE. Child development and education. 4th Edition. New Jersey: Merrill. 2010.
- [16] Fortino C, Gerretson H, Button L, Masters V. Growing Up WILD: teaching environmental education in early childhood. *International Journal of Early Childhood Environmental Education* 2014;2(1):156-171.
- [17] Wouthuyzen S, Abrar M, Mira S, Nikijulw I, Suhardi, Mansur A, Zumalek R. dkk. Rencana zonasi wisata pendidikan dan pengembangan daerah perlindungan laut di gugusan Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO-LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2012. (36 hal).
- [18] Wouthuyzen S, Abrar M, Mira S, Nikijulw I, Suhardi, Mansur A, Zumalek R. dkk. Rencana zonasi wisata pendidikan dan pengembangan daerah perlindungan laut di gugusan Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO-LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2014. (56 hal).
- [19] Follesa MC, Cannas R, Cau A, Cuccu D, Gaston A, Ortu A, Porcu C.. Spillover effects of a Mediterranean marine protected area on the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) resource. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2011;21:564-572.



- [20] Maliao RJ, Webb EL, Jensen KR. A survey of stock of the donkey's ear abalone, *Haliotis asinina* in the sagay marine reserve, Philippines: evaluating the effectiveness of marine protected area enforcement. *Fisheries Research*. 2004; 66:343–353.
- [21] Wouthuyzen S, Lorwens S, La Tanda. Efektifkah daerah perlindungan laut mengkonservasi ikan karang? studi kasus di Kabupaten Biak-Numfor dan Supiori, Papua. *J.Lit.Perikan.Ind.* 2016 Des;22 (4):271–284
- [22] Wouthuyzen SRM, Kistanto NH, Hartoko A, Wouthuyzen S. Upaya pengelolaan pesisir dan laut melalui pendidikan konservasi sejak dini di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Coastal and Ocean Journal*. Desember 2017;1(2):157–168.
- [23] Sudjana, N. Penilaian hasil proses belajar mengajar. Bandung: PT Remaja Rosdakarya; 2009.
- [24] Lind, KK. *Exploring science in early childhood: a development Approach*. New York: Delmar Publisher Inc; 1991.
- [25] Sujiono. Konsep dasar pendidikan anak usia dini. Jakarta: PT Indeks; 2009.





BAB XXI

PENDIRIAN DAN PENGEMBANGAN DAERAH PERLINDUNGAN BIOTA LAUT (DPBL):

SUATU USAHA PEMULIHAN STOK BIOTA LAUT TEREKSPLOITASI BERLEBIH DI PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

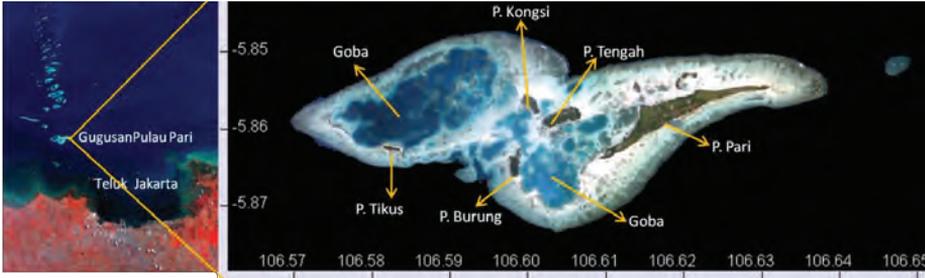
SAM WOUTHUYZEN, VINCENTIUS P. SIREGAR,
MUHAMMAD ABRAR, SEKAR M.C. HERANDARUDEWI,
IZAK NIKIJULUW, NIKEN RAHAYU SEPA, SUHARDI,
ACHMAD MANSUR, DAN AHMAD REZZA DZUMALEX

A. Gambaran Umum Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan Permasalahannya

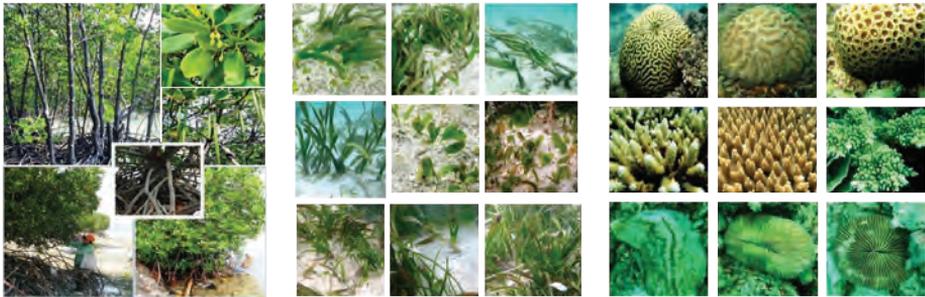
Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu (Gambar 132), memiliki keunikan dan daya tarik lingkungan karena adanya tiga ekosistem tropis wilayah pesisir yang lengkap (mangrove, lamun, dan terumbu karang) (Gambar 133) serta sumber daya hayati pesisir (SDHP) yang berasosiasi dengan ekosistem tersebut. Meskipun demikian, keunikan dan daya tarik lingkungan Pulau Pari mendapat tekanan lingkungan hebat, baik dari faktor luar (pencemaran dari Teluk Jakarta yang sangat kompleks), maupun dari faktor dalam (meningkatnya jumlah penduduk serta pesatnya perkembangan di sektor pariwisata) yang menyebabkan dampak negatif nyata, khususnya terhadap penurunan drastis stok berbagai SDHP di pulau ini akibat eksploitasi berlebih (*over exploited*) (Gambar 134) yang diindikasikan berupa sulitnya ditemukan berbagai biota ekonomi penting, seperti teripang (*Holoturia* spp), kepiting rajungan (*Por-*



tunus Pelagicus), kimah pasir (*Hypopus, hipopus*), dan berbagai jenis kerang-kerangan serta banyak biota laut lainnya jika dibandingkan dengan kondisi pada awal tahun 1980-an^[1].



Gambar 132. Peta Lokasi Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Lokasi Tempat Penelitian Dilakukan^[1]

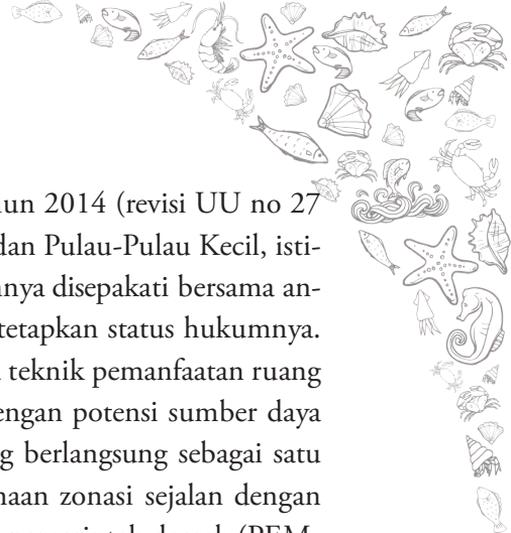


Gambar 133. Ekosistem mangrove (kiri), lamun (tengah), dan terumbu karang (kanan) yang berada dalam kondisi masih baik di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



Gambar 134. Contoh eksploitasi lebih kerang-kerangan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang ditandai beserkannya cangkang dari berbagai kerang di halaman penduduk. Hal ini menyebabkan stok biota ini berkurang secara drastis.

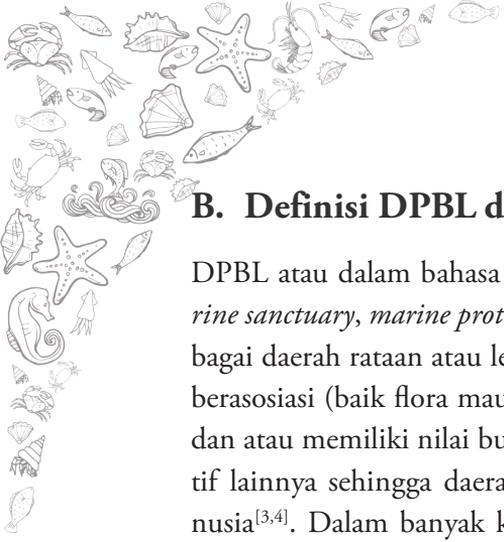
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Berdasarkan Undang-Undang (UU) No.1 tahun 2014 (revisi UU no 27 tahun 2007) tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, istilah zona diartikan sebagai ruang yang penggunaannya disepakati bersama antara berbagai pemangku kepentingan dan telah ditetapkan status hukumnya. Sementara itu, zonasi adalah suatu bentuk rekayasa teknik pemanfaatan ruang melalui penetapan batas-batas fungsional sesuai dengan potensi sumber daya dan daya dukung serta proses-proses ekologis yang berlangsung sebagai satu kesatuan dalam ekosistem pesisir^[2]. Jadi, perencanaan zonasi sejalan dengan amanat undang-undang yang menyebutkan bahwa pemerintah daerah (PEMDA) kota dan kabupaten yang memiliki wilayah pesisir dan laut diwajibkan menyusun empat dokumen, yaitu

- (1) Dokumen Rencana Strategis Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RSWP-3K);
- (2) Dokumen Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3K);
- (3) Dokumen Rencana Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RPWP-3K);
- (4) Dokumen Rencana Aksi Pengelolaan Wilayah dan Pulau-Pulau Kecil (RAPWP-3K).

Keempat dokumen tersebut dapat digunakan dalam pendirian dan pengembangan DPBL dan dapat dipakai sebagai salah satu bahan menyusun dokumen kedua (RZWP-3K). Dokumen pertama (RSWP-3K) dan keempat (RAPWP-3K) merupakan dokumen yang harus dibuat oleh Pemda. Rencana Pengelolaan Wilayah Pesisir baru dapat dilanjutkan setelah rencana zonasi (RZWP-3K) rampung sehingga RZWP-3K merupakan dokumen terpenting karena bertujuan untuk pengalokasian penggunaan ruang pesisir yang rawan konflik antar-pemangku kepentingan dan harus disusun berbasis data dan informasi ilmiah hasil penelitian yang akurat^[2]. LPKSDMO LIPI Pulau Pari pada 2013 hingga 2018 telah aktif memulai pendirian dan pengembangan DPBL di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dan aktif meneliti keefektifan DPBL. Oleh karena itu, kegiatan tersebut sangat berguna untuk diterapkan dalam menyusun RZWP-3K, kemudian mensosialisasikan dan mendesiminasikan ke masyarakat lokal agar disetujui/diterima masyarakat. Jika disetujui, dapat dilanjutkan dengan penyusunan Rencana Aksi Pengelolaan Wilayah Pesisir (RAPWP-3K).



B. Definisi DPBL dan Fungsinya

DPBL atau dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah *marine reserve*, *marine sanctuary*, *marine protected area* (MPA) atau *no-take zone* didefinisikan sebagai daerah rata-rata atau lereng terumbu berikut perairannya serta biota yang berasosiasi (baik flora maupun fauna) termasuk pula benda-benda bersejarah dan atau memiliki nilai budaya yang dilindungi secara hukum atau cara efektif lainnya sehingga daerah tersebut terlindungi dari berbagai aktivitas manusia^[3,4]. Dalam banyak kasus, pengelolaan suatu daerah perlindungan laut yang efektif mencerminkan hubungan antara lingkungan laut dan darat serta masyarakat pengguna.

Sedikitnya ada enam fungsi DPBL^[5,6,7], yaitu a) Melindungi/meningkatkan produksi suatu populasi yang dieksploitasi di suatu daerah (daerah penangkapan); b) Menyumbang produksi perikanan melalui pelimpahan (*spill over*) biota laut dewasa dan juvenil dari suatu wilayah DPBL ke luar DPBL (daerah penangkapan); c) Memberikan perlindungan bagi spesies yang rentan; d) Melindungi rusaknya habitat dan membantu pemulihannya, e) Menjaga keanekaragaman dengan mendorong perkembangan komunitas biologi alami yang berbeda dengan daerah penangkapan; dan f) Memfasilitasi pemulihan ekologi setelah mendapat gangguan, baik dari aktivitas manusia, maupun gangguan alami.

Karena ada banyak manfaat dari pendirian dan pengembangan DPBL, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Indonesia, menargetkan pendirian Daerah Perlindungan Laut (DPL) di perairan Indonesia seluas 20 juta ha hingga tahun 2020. Pada 2012, telah terbangun 15,5 juta ha, termasuk Taman Wisata Laut Anabas yang baru didirikan dan DPL di Kabupaten Maluku Tenggara^[8,9]. Berbagai negara telah mendapat manfaat besar dan nyata dari usaha pendirian DPL^[10], seperti peningkatan populasi lobster di dalam DPL di Mediteranian dan di Selandia Baru^[11,12], siput mata tujuh (*Abalone*), *Haliotis asinina* di Filipina^[13], dan kerang *Anadara* sp di Fiji^[14], serta banyak contoh pada perikanan ikan karang, seperti di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 717 di Teluk Cendrawasih, Papua^[15]. Oleh karena itu, pendirian DPBL di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu sangat diperlu-

kan, karena diharapkan DPBL dapat memberikan manfaat bagi masyarakat di sana pada khususnya, dan dapat dijadikan percontohan untuk wilayah lainnya di Indonesia pada umumnya.

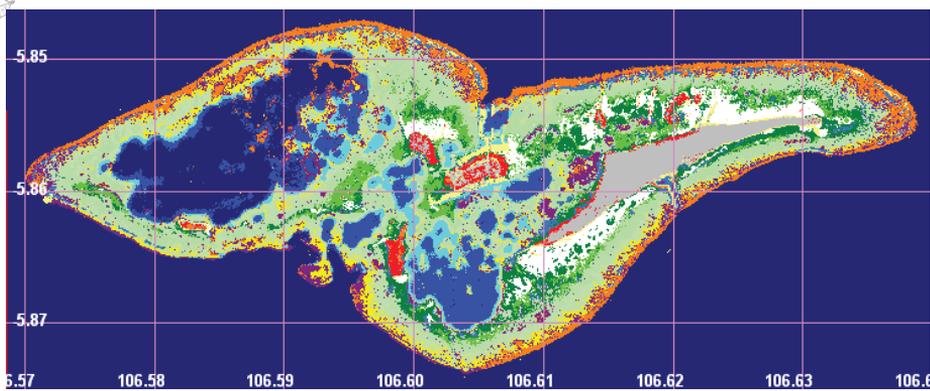
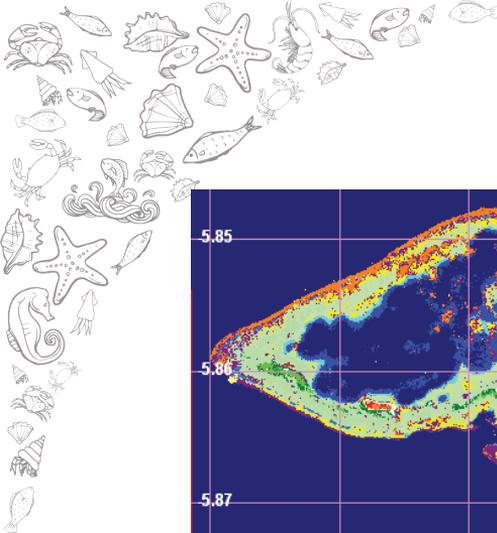
C. Pendirian dan Pengembangan DPBL

Pendirian dan pengembangan daerah perlindungan biota laut (DPBL) sangat penting untuk melindungi biota-biota laut yang terancam populasinya akibat lebih tangkap, namun untuk itu terlebih dahulu dibutuhkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pemetaan Habitat

Untuk membuat rencana zonasi pendirian dan pengembangan (DPBL), seluruh ekosistem berikut sumber daya hayati pulau (SDHP) yang terkandung di masing-masing ekosistem tersebut terlebih dahulu harus dipetakan dan diketahui kondisi dan luasan suatu area yang akan dijadikan DPBL. Untuk itu, pemetaan dilakukan terhadap habitat dasar (bentik) di rataan terumbu Gugusan Pulau Pari menggunakan cara yang efektif dan efisien, yakni teknik penginderaan jauh dengan memanfaatkan data citra satelit WorldView-2 hasil perolehan tanggal 12 Agustus 2012 yang beresolusi tinggi (1,84 m) dan memiliki banyak saluran (multi-spectral, 8 band). Klasifikasi habitat dianalisis menggunakan iso cluster pada paket program perangkat lunak Idrisi Andes (Ver. 15).

Gambar 135 memperlihatkan peta hasil klasifikasi analisis iso-cluster (*unsupervised map*) sebagai peta kerja lapangan dengan 13 kelas habitat, yaitu 1) laut; 2) goba dalam-1; 3) goba dalam-2; 4) goba dangkal; 5) terumbu luar di tubir; 6) terumbu karang-1; 7) terumbu karang-2; 8) lamun lebat; 9) lamun sedang; 10) lamun-pasir; 11) pasir putih-lamun; 12) mangrove; dan 13) daratan. Peta tersebut kemudian diverifikasi menggunakan transek yang seluruh posisi/ koordinatnya direkam menggunakan GPS. Pada Tabel 41, disajikan luas area dari masing-masing ekosistem dan habitat bentik di rataan terumbu Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.



LAGENDA :	
1. Laut	7. Terumbu karang-2
2. Goba dalam -1	8. Lamun lebat
3. Goba dalam -2	9. Lamun sedang
4. Goba dangkal	10. Pasir - Lamun
5. Terumbu luar /tubir	11. Pasir putih
6. Terumbu karang-1	12. Mangrove
	13. Daratan

Gambar 135. Peta ekosistem dan habitat bentik Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu hasil analisis iso-cluster menggunakan 4 band (band-2/biru, -3/hijau/ -4, -5/merah dan -7/infra merah dekat) dari citra satelit Worldview-2, perolehan tanggal 12 Agustus 2012^[1].

Tabel 41. Luas area masing-masing ekosistem dan habitat bentik di rataan terumbu Gugusan Pulau Pari^[1]

No.	Kelas	Kelas Ekosistem habitat bentik	Luas (ha)	Ketelitian Peta (%)	Luas akhir (ha)
1	1	Laut	---	100	---
2	2	Goba Dalam-1	103,1	100	103,1
	3	Goba Dalam-2	57,7		57,7
	4	Goba Dangkal	101,1		101,1
3	5	Terumbu dekat tubir	118,8	85,9	102,1
	6	Terumbu Karang-1	84,9		72,9
	7	Terumbu Karang-2	70,7		60,7
4	8	Lamun lebat	50,2	90,4	45,4
	9	Lamun sedang	55,9		50,5
	10	Pasir dengan spot-spot lamun	309,6		279,9
5	12	Mangrove	17,3	64,0	11,4
6	13	Daratan (lahan terekspos)	50,8	100	50,8

2. Diskusi Kelompok (FGD) dengan Masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu

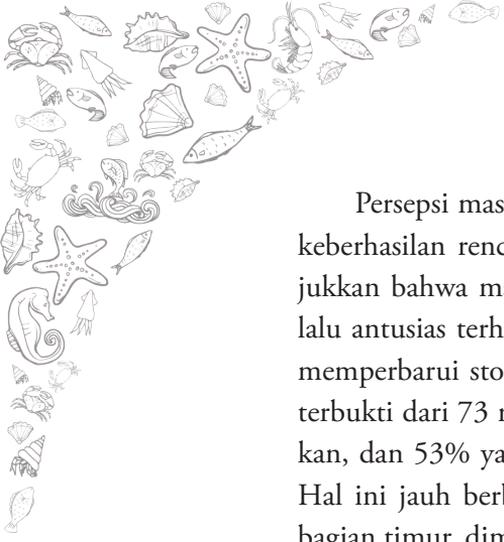
Langkah berikutnya adalah melakukan diskusi dengan masyarakat (FGD) yang tinggal dekat dengan DPBL yang akan didirikan. Pada kegiatan ini, FGD dilakukan masing-masing dua kali dalam setahun selama tiga tahun (2012, 2013, dan 2014). Hasil perincian dari FGD tersebut adalah:

- (1) FGD-1 (2012): FGD difokuskan pada pemaparan maksud dan tujuan FGD, yakni mengulas kondisi ekosistem berikut sumber daya hayati pada masa lampau (awal tahun 1980-an) dan kondisi sekarang (tahun 2012) yang terus menurun, serta menyampaikan maksud dan tujuan rencana pendirian DPBL sebagai salah satu cara mengembalikan stok biota yang sudah dieksploitasi berlebihan. Jadi, pada fase ini, pihak LPKSDMO Pulau Pari LIPI lebih banyak berperan memberikan informasi, sedangkan masyarakat Pulau Pari lebih pasif (mendengarkan). Pada FGD ini masih sedikit sekali informasi berupa pendapat/tanggapan yang diperoleh dari masyarakat.
- (2) FGD-2 (2012): Pada FGD kedua, diskusi secara intensif tentang rencana zonasi pendirian dan pengembangan DPBL yang dipandu oleh narasumber senior dari LIPI (Gambar 137), namun, sebelum FGD, dilakukan jejak pendapat melalui wawancara tatap muka menggunakan kuesioner. Hasil wawancara adalah diketahuinya kondisi sosial ekonomi masyarakat Pulau Pari, penyebab bertambahnya jumlah penduduk serta pengaruhnya, pengetahuan masyarakat tentang kondisi ekosistem berikut biota laut yang dikandungnya, dan persepsi masyarakat tentang rencana pendirian DPBL.

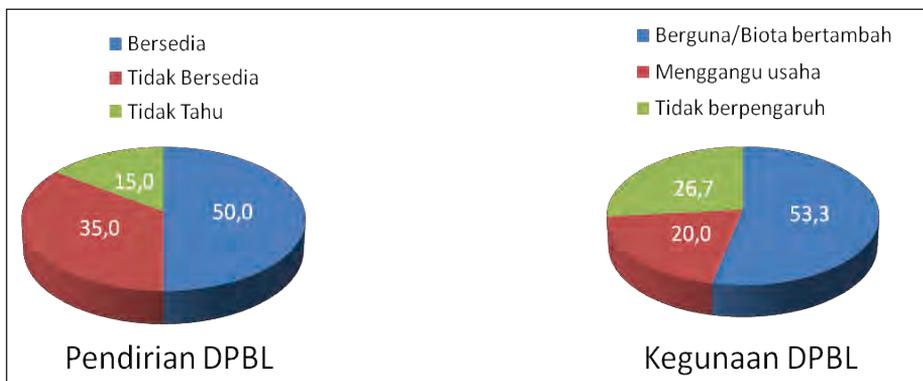


Sumber Foto: Dokumentasi Penulis

Gambar 136. Peserta dan Fasilitator dari LIPI Pusat dan LPKSDMO Pulau Pari LIPI pada FGD Kedua



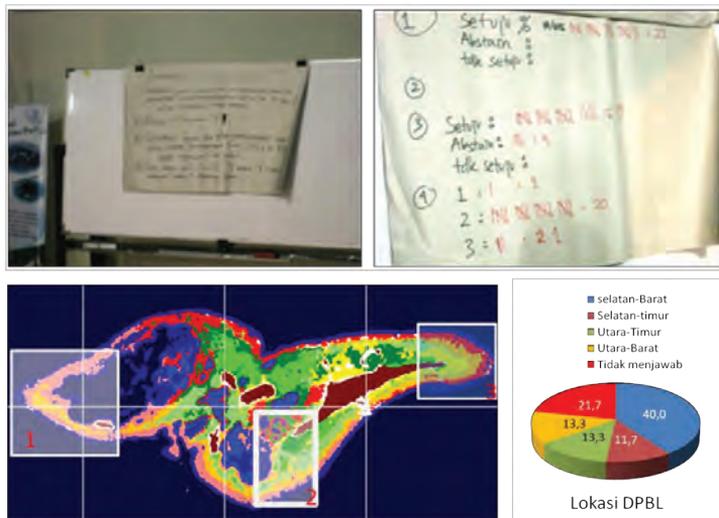
Persepsi masyarakat dianggap penting karena dapat menunjang keberhasilan rencana zonasi pendirian DPBL. Hasil FGD menunjukkan bahwa masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tidak terlalu antusias terhadap pendirian dan kegunaan DPBL dalam upaya memperbaiki stok biota yang sudah tereksploitasi berlebih. Hal ini terbukti dari 73 responden, hanya 50% yang bersedia DPBL didirikan, dan 53% yang menyatakan DPBL bermanfaat (Gambar 137). Hal ini jauh berbeda dengan persepsi masyarakat di Pulau Bintan bagian timur, dimana lebih dari 80% responden setuju merevitalisasi (menghidupkan kembali) kearifan lokal. Mereka setuju mendirikan DPPL dan mereka yakin bahwa DPBL akan sangat berguna dalam melestarikan padang lamun beserta flora-fauna yang ada di ekosistem tersebut[2]. Antusiasme yang sangat positif terhadap pendirian DPBL juga ditunjukkan oleh masyarakat di Pulau Pia, Kepulauan Padaido, Papua.



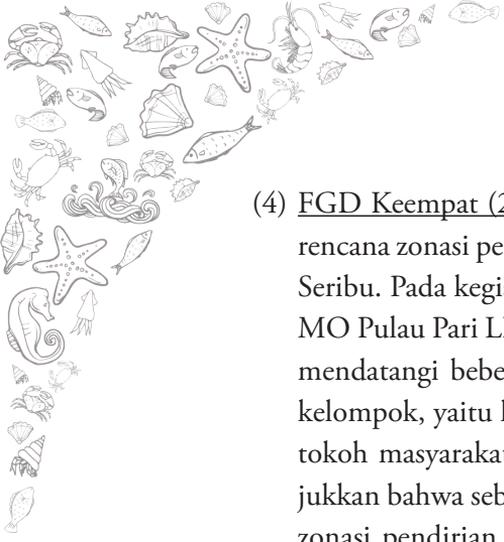
Gambar 137. Persepsi Masyarakat Pulau Pari terhadap Pendirian dan Kegunaan DPBL^[17]

Walaupun masyarakat Pulau Pari tidak begitu antusias, setelah pemaparan habitat bentik Pulau Pari Kepulauan Seribu, dari 22 peserta FGD, sebanyak 19 peserta (86,4 %) sepakat untuk mendirikan DPBL, sedangkan 3 orang tidak memberikan jawaban atau abstain (13,6%). Hasil jejak pendapat tentang di manakah sebaiknya DPBL didirikan menunjukkan bahwa 20 peserta setuju DPBL berada di lokasi 2 (di sekitar kantor LPKSDMO LIPI Pulau Pari atau sisi selatan barat Pulau Pari), sedangkan 1 orang setuju DPBL berada di ujung paling timur dan paling barat. Oleh karena itu, Lokasi 2 dipilih oleh 40% responden masyarakat Pulau Pari, yang diwawancarai (Gambar 138).

(3) FGD-3 (2013): Pada FGD-3, pokok bahasan diskusi lebih dititik-beratkan pada klarifikasi persetujuan pendirian DPBL, kesepakatan lokasi, dan berapa luas area yang bisa dijadikan DPBL. Peserta FGD-3 mencakup kelompok gender (kelompok ibu-ibu yang aktif di kegiatan PKK), tokoh-tokoh masyarakat (seperti camat dan yang mewakilinya dari Pulau Tidung, lurah dan yang mewakilinya dari Pulau Lancang, para ketua RW, dan RT), ketua organisasi pemuda, tokoh agama, para ketua kelompok pemandu wisata, serta peserta lainnya. Hasil FGD-3 mengklarifikasi bahwa 90% peserta setuju pendirian DPBL, hanya dua orang yang masih ragu untuk setuju. Mengenai lokasi DPBL, 100% responden setuju di sekitar wilayah LPKSD-MO LIPI (lokasi 2 pada Gambar 139). LPKSDMO LIPI Pulau Pari memblok area seluas 56,23 ha (area yang berarsir pada Gambar 140). Area ini memiliki ekosistem lengkap, yakni mangrove dan habitat bentik berupa padang lamun, terumbu karang, serta sedikit wilayah goba. Pengajuan area DPBL seluas 56,23 ha mendapat keberatan dari masyarakat karena kelompok ibu-ibu tidak dapat lagi masuk untuk mencari kerang. Di samping itu, masyarakat takut tidak bisa melintasi wilayah DPBL menggunakan perahu sehingga harus berputar jauh. Sebagai langkah awal pendirian DPBL, masyarakat ingin area DPBL diperkecil, pendiriannya sesegera mungkin dimulai, dan batasnya dibuat jelas sehingga masyarakat bisa mengetahuinya.



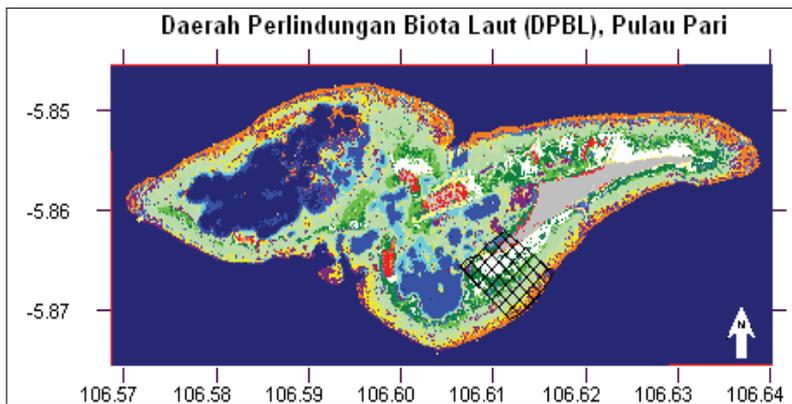
Gambar 138. Persetujuan Peserta FGD untuk Mendirikan DPBL (atas) dan Lokasinya (bawah)^[16]



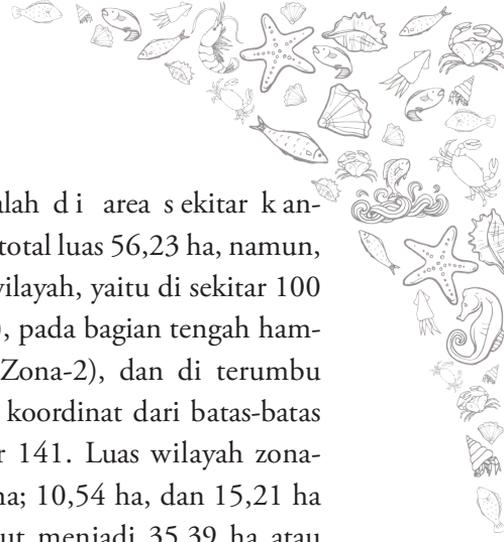
(4) FGD Keempat (2013): Inti FGD-4 merupakan kegiatan desiminasi rencana zonasi pendirian DPBL ke masyarakat Pulau Pari Kepulauan Seribu. Pada kegiatan ini, diskusi tidak dilakukan di kantor LPKSD-MO Pulau Pari LIPI, tetapi fasilitator dan narasumber dari LIPI yang mendatangi beberapa rumah penduduk yang terbagi dari beberapa kelompok, yaitu kelompok ibu-ibu, bapak-bapak, para pemuda, dan tokoh masyarakat Pulau Pari (Gambar 140). Hasil FGD-4 menunjukkan bahwa sebagian masyarakat tidak mengetahui adanya rencana zonasi pendirian DPBL. Mereka yang tidak mengetahui ini adalah yang selama ini tidak pernah hadir pada kegiatan FGD sebelumnya. Meskipun demikian, sama seperti FGD-3, 90% masyarakat setuju DPBL didirikan, dan hanya 2–3 orang masih ragu untuk setuju. Namun, berdasarkan pendapat sebagian besar peserta FGD, keberatan dari 2–3 orang tersebut dapat diabaikan saja.



Gambar 139. Peserta dan Fasilitator dari LIPI Pusat dan LPKSDMO Pulau Pari) pada Kegiatan FGD-4



Gambar 140. Area yang Dicalonkan sebagai DPBL (Berarsir) dengan Luas 56,23 ha^[16]



Lokasi DPBL yang disepakati adalah di area sekitar kantor LPKSDMO LIPI Pulau Pari dengan total luas 56,23 ha, namun, luasnya diperkecil dan dibagi menjadi 3 wilayah, yaitu di sekitar 100 m kiri dan kanan dermaga LIPI (Zona-1), pada bagian tengah hamparan lamun yang sejajar garis pantai (Zona-2), dan di terumbu karang hingga ke tubir (Zona-3) dengan koordinat dari batas-batas setiap zona seperti terlihat pada Gambar 141. Luas wilayah zona-1,-2, dan -3 masing-masing adalah 9,63 ha; 10,54 ha, dan 15,21 ha sehingga luas keseluruhan 3 zona tersebut menjadi 35,39 ha atau lebih rendah dari rencana awal 56,23 ha. Penandaan batas telah dicoba di zona-1 dan pelarangan pengambilan biota juga telah dipasang (Gambar 142).

Posisi Zona-1

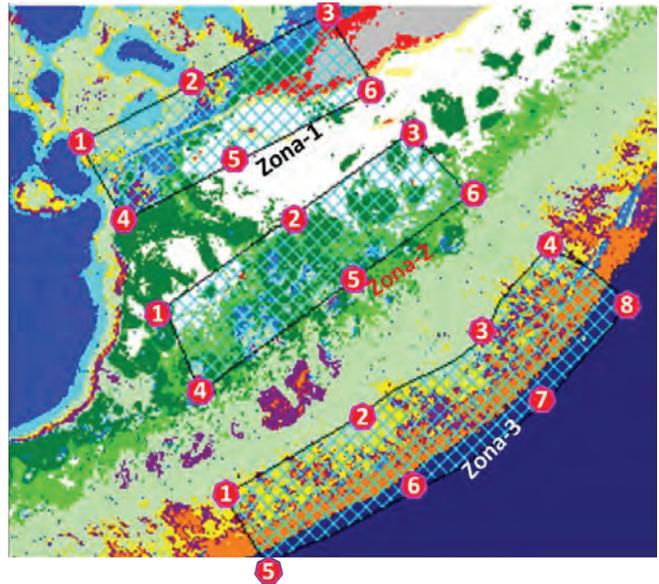
1. 106.606107 BT; 5.864734 S
2. 106.608294 BT; 5.863581 S
3. 106.610450 BT; 5.862552 S
4. 106.606888 BT; 5.866012 S
5. 106.609138 BT; 5.864952 S
6. 106.611387 BT; 5.863768 S

Posisi Zona-2

1. 106.607710 BT; 5.867626 S
2. 106.609741 BT; 5.866005 S
3. 106.611946 BT; 5.864478 S
4. 106.608241 BR; 5.868966 S
5. 106.610647 BT; 5.867283 S
6. 106.612990 BT; 5.585631 S

Posisi Zona-3

1. 106.608037 BT; 5.870786 S
2. 106.610737 BT ; 5.869709 S
3. 106.613276 BT; 5.868054 S
4. 106.614496 BT; 5.866538
5. 106.611677 BT; 5.871016 S
6. 106.611697 BR; 5.870986 S;
7. 106.613976 BT; 5.869530 S;
8. 106.615676 BT; 5.867595 S



Gambar 141. Tiga Zona Alternatif DPBL Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dengan Batas-batasnya pada Masing-masing Zona^[16]

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 142. Tanda batas DPBL di zona-2 (kiri dan tengah) dan zona-1 (kanan) serta tanda pelanggaran pengambilan biota laut.

- (5) FGD kelima (2014): Berdasarkan FGD-1 hingga FGD-4, masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, sepakat mendirikan DPBL di lokasi sekitar kantor LPKSDMO Pulau Pari LIPI. Oleh karena itu, pada FGD-5 (Gambar 143), dilakukan diskusi tentang draf Peraturan Rukun Warga (RW) yang bertujuan menguatkan secara hukum DPBL yang telah dikukuhkan. Draf ini dibuat oleh peneliti LPKSDMO LIPI Pulau Pari dengan mengacu pada Peraturan Desa (PerDes) Pulau Bintang bagian timur yang juga dibuat bersama antara kepala desa dan masyarakat desa, fasilitator desa, dan peneliti P2O-LIPI, dengan sedikit modifikasi. Adapun isi dari draf Peraturan RW mencakup ketentuan umum, organisasi pengelolaan DPBL, tugas dan tanggung jawab pengelola, cakupan wilayah DPBL, hal-hal yang diperbolehkan dan tidak diperbolehkan di DPBL, kewajiban, pelanggaran dan sanksi, serta penutup. FGD-5 diikuti oleh Lurah Pulau Lancang yang membawahi Pulau Pari, para ketua RT dan RW Pulau Pari, tokoh-tokoh masyarakat, pemandu wisata, dan aparat keamanan.

Hasil FGD-5 kembali menunjukkan masih ada keraguan tentang DPBL. Meskipun Lurah Pulau Lancang dengan tegas menyatakan bahwa DPBL di Pulau Pari disetujui pendiriannya, ada ketidak-sepakatan masyarakat terhadap draf peraturan RW, khususnya tentang sanksi dalam bentuk denda uang dan kerja membersihkan pantai bagi pelanggar peraturan RW. Ketua RW dan sebagian masyarakat menginginkan sanksi dalam bentuk teguran saja, sedangkan pihak LPKSDMO LIPI Pulau Pari menginginkan agar sanksi bisa diterapkan sehingga memiliki efek jera. Sesuai dengan Peraturan RW, denda Rp2.500.000 dan membersihkan pantai sepanjang 250 m

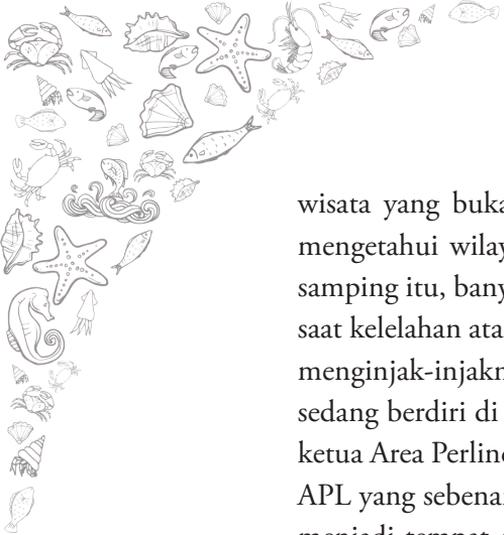
bagi pelanggar berat yang menggunakan bahan peledak, racun (potasium) dan alat tangkap yang dapat merusak ekosistem perairan Pulau Pari saat menangkap ikan. Denda akan ditingkatkan 2–3 kali lipat (Rp5 juta) jika sanksi tersebut dilakukan lagi oleh pelaku yang sama dan membersihkan pantai sepanjang 500 m.



Gambar 143. Lurah (Pulau Lancang) sedang memberikan pengarahan kepada tokoh-tokoh masyarakat Pulau Pari dalam FGD-5.

Pelanggar yang mengambil biota, merusak mangrove, lamun, dan mematahkan karang di DPBL akan didenda sebesar Rp500.000 dan membersihkan pantai sepanjang 150 m. Sanksi akan ditingkatkan 2–3 kali lipat jika diulangi lagi oleh pelaku yang sama. Pelanggaran ringan, seperti berenang, berdiri, dan berjalan di atas terumbu karang/padang lamun di DPBL akan dihukum dengan denda uang sebesar Rp250.000 dan membersihkan pantai sepanjang 150 m. Sanksi akan ditingkatkan 2–3 kali lipat jika diulangi lagi oleh pelaku yang sama. Hingga waktu FGD berakhir, belum tercapai kesepakatan karena masyarakat masih meminta waktu mempelajari draf Peraturan RW tersebut.

- (6) FGD Keenam (2014, terakhir): Pada FGD-6, pokok pembahasan masih sama dengan FGD-5, yakni tentang Peraturan RW. Peserta FGD pada umumnya tetap, sedangkan fasilitator adalah peneliti senior dari kedeputian Ilmu Pengetahuan Sosial dan Kebudayaan LIPI. Dari hasil diskusi diketahui bahwa pelanggaran sangat jarang dilakukan oleh masyarakat Pulau Pari. Pelanggaran kebanyakan terjadi di perairan tempat *snorkelling* yakni di sekitar tubir terumbu karang saat banyak wisatawan berkunjung ke Pulau Pari (Gambar 144). Wisatawan yang datang ke Pulau Pari, sebagian menggunakan pemandu



wisata yang bukan berasal dari Pulau Pari, sehingga mereka tidak mengetahui wilayah mana saja yang dilarang untuk *snorkelling*. Di samping itu, banyak wisatawan tidak menguasai *snorkelling*, sehingga saat kelelahan atau panik, mereka berdiri di atas terumbu karang dan menginjak-injaknya. Pada Gambar 144 terlihat sedikitnya satu orang sedang berdiri di atas terumbu karang. Hal ini juga dikeluhkan oleh ketua Area Perlindungan Laut (APL) Pulau Pari, Pak Ujang. Wilayah APL yang sebenarnya tidak boleh dilakukan aktivitas apa pun malah menjadi tempat *snorkelling*. Hal ini menyebabkan kondisi terumbu karang yang sangat baik di lokasi APL menjadi rusak parah.



Sumber Foto: Dokumentasi Penulis

Gambar 144. Wisatawan Pulau Pari dalam jumlah besar (lebih dari 100 orang) dengan 20 kapal kayu setiap hari pada akhir pekan (Jumat-Sabtu) melakukan aktivitas *snorkelling* hingga merusak terumbu karang, termasuk terumbu karang yang bagus di area Perlindungan Laut (APL) (gambar bawah kiri).

D. Implementasi DPBL sebagai Salah Satu Cara Pemulihan Stok Biota Laut

Walaupun FGD telah berlangsung enam kali (tahun 2012–2014), upaya pendirian DPBL sudah dimulai sejak 2012. Dalam FGD-4, ditetapkan ada tiga zona (Gambar 141) dengan 3 zona peruntukan. Zona-1 terletak di sekitar kantor LPKSDMO LIPI Pulau Pari dengan bentuk habitat pasir putih, pasir-lamun dan lamun-pasir yang diperuntukkan sebagai daerah pemulihan stok (*restocking*) dari berbagai jenis kerang-kerangan. Zona-2 berhabitat lamun lebat dan pasir-lamun diperuntukkan bagi pemulihan stok teripang, bulu babi, kepiting rajungan, kuda laut, dan biota lainnya, tetapi hingga kini

zona tersebut belum digunakan. Zona-3 terletak di dekat tubir dan habitatnya didominasi oleh karang, baik yang mati maupun yang masih hidup. Habitat ini cocok untuk memulihkan kembali stok siput mata tujuh (*Halothis asinina*) atau dikenal sebagai Abalone (Gambar 145, No. 8). Pada kajian ini, penekanan pembahasan adalah pada pemulihan berbagai jenis kerang-kerangan yang dieksploitasi berlebih oleh masyarakat (terutama oleh ibu-ibu) pada zona-1.



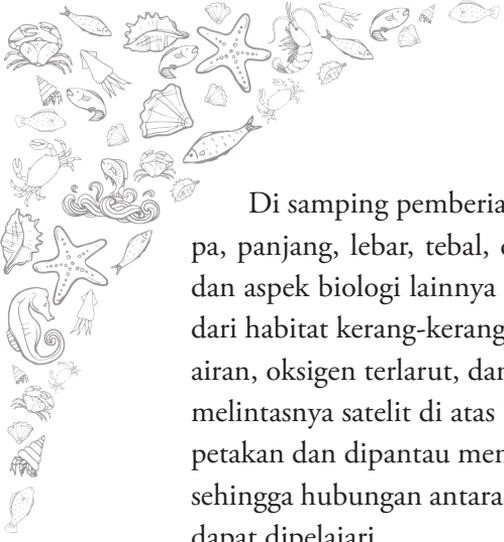
Gambar 145. Jenis kerang-kerangan yang terdapat di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu yang stoknya dicoba untuk dipulihkan kembali (*restocking*) akibat dari eksploitasi berlebih. 1) Kerang Kere (*Grafarium Tumindum*); 2) Kerang Putih (*Pitar Citrinus*); 3) Kerang Buwel, (*Codakia Tigrina*); 4) Kerang Batik (*Tapes Literatus*); 5) Kerang Bulu (*Anadara Antiquata*); 6) Kerang Pontianak (*Vasticardium Sp*); 7) Kerang Gali (*Asaphis Rioascens*); dan 8) Siput Mata Tujuh (*Haliotis Asinina*).

E. Pendugaan Stok Kerang-kerangan di Zona-1

Untuk menduga stok kerang dan melihat dinamikanya digunakan metode *Marking-Release and Recapture*, yakni memberikan tanda bernomor (*tag*) pada kerang, lalu kerang dilepaskan kembali ke habitatnya. Setelah 4–6 bulan, kerang dicari kembali, lalu dihitung jumlah kerang bertanda dan yang tidak bertanda. Kerang yang tidak bertanda lalu diberi tanda dan dilepaskan kembali bersama dengan kerang yang sudah terlebih dahulu ada tandanya, demikian seterusnya (Gambar 146). Stok kerang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sederhana sebagai berikut.

$$N = (M \times C) / R, [17]$$

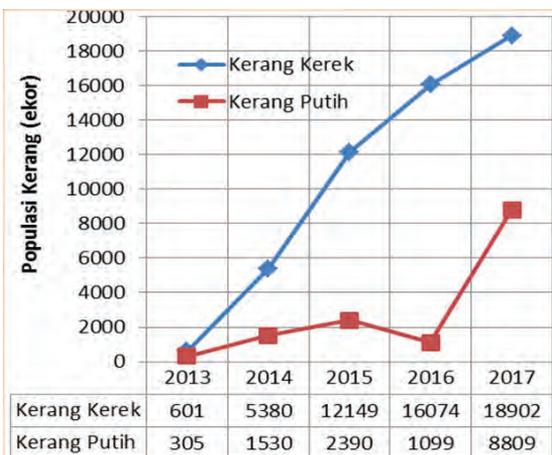
Di mana N = Populasi kerang yang diduga, M = Jumlah individu kerang yang dilepaskan setelah diberi tanda; C = Jumlah kerang yang tertangkap pada sampling kedua; R = Kerang bertanda yang tertangkap ulang pada sampling kedua.



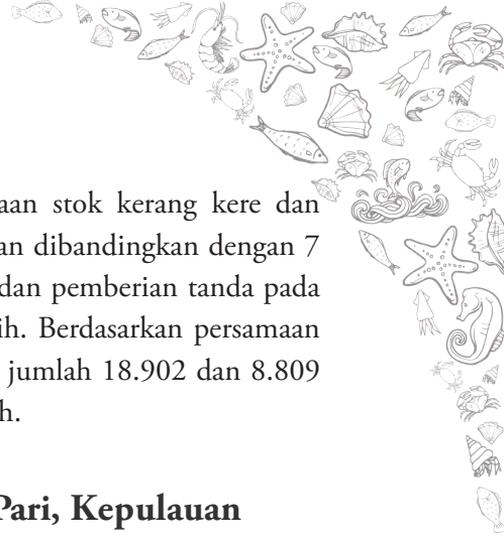
Di samping pemberian tanda, dilakukan pengukuran morfometrik berupa, panjang, lebar, tebal, dan berat kerang untuk mengetahui pertumbuhan dan aspek biologi lainnya di kemudian hari. Pengukuran kualitas lingkungan dari habitat kerang-kerangan berupa suhu, salinitas, kecerahan/turbiditas perairan, oksigen terlarut, dan pH juga diukur. Pengukuran diusahakan padasat melintasnya satelit di atas Pulau Pari sehingga kualitas perairan dapat pula dipetakan dan dipantau menggunakan teknik penginderaan jauh (*remote sensing*) sehingga hubungan antara kelimpahan kerang dan data parameter lingkungan dapat dipelajari.



Gambar 146. Kegiatan mencari, memberi tanda, dan melepaskan kembali berbagai jenis kerang-kerangan untuk menduga stok dari setiap jenis kerang.



Gambar 147. Pertambahan stok kerang kerek dan kerang putih yang diduga menggunakan metode pemberian tanda-lepaskan dan menangkap ulang (*tag-release and recapture*)^[18].



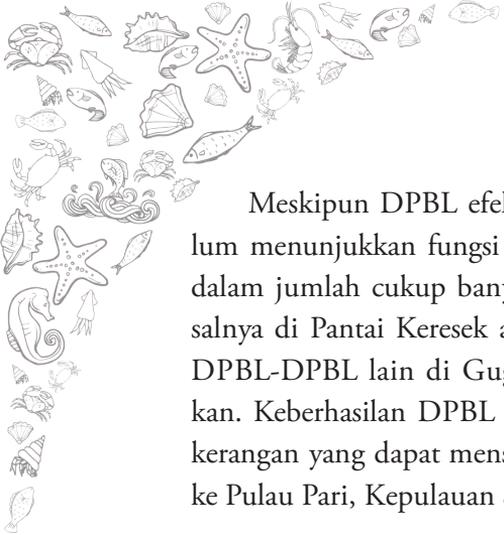
Gambar 147 memperlihatkan hasil pendugaan stok kerang kere dan kerang putih yang merupakan jenis paling dominan dibandingkan dengan 7 jenis kerang lainnya. Saat pertama kali pencarian dan pemberian tanda pada 2012, didapat 54 kerang kere dan 17 kerang putih. Berdasarkan persamaan 1), pada 2017 stok kerang diduga telah mencapai jumlah 18.902 dan 8.809 masing-masing untuk kerang kere dan kerang putih.

F. Keefektifan DPBL Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Keefektifan DPBL dalam memulihkan stok kerang-kerangan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, terutama kerang kere dan kerang putih, didasarkan atas perbandingan hasil tangkapan per satuan upaya (*catch per unit effort*/CPUE) di dalam lokasi DPBL dan di luar lokasi DPBL (Gambar 148). CPUE dinyatakan dalam jumlah tangkapan kerang per orang dalam waktu 1 jam. Dari Gambar 148, terlihat bahwa CPUE di dalam lokasi DPBL masing-masing adalah 227 dan 171 kerang/orang/jam pada sampling Maret 2017 dan Juli 2017, sedangkan di luar DPBL CPUE berkisar antara 1–40 kerang/jam/orang saat sampling Maret 2017, dan 41–79 kerang/jam/orang saat sampling Juli 2017. Jadi, CPUE di dalam DPBL lebih tinggi dengan kisaran 5,7 hingga 32,4 kali untuk Maret 2017 dan 2,2 hingga 4,2 kali lebih tinggi untuk Juli 2017 daripada CPUE di luar DPBL. Perbedaan CPUE di dalam dan di luar DPBL menunjukkan bahwa DPBL efektif dalam memulihkan stok kerang-kerangan karena kerang di DPBL terlindung dari penangkapan yang berlebih di luar DPBL.



Gambar 148. CPUE kerang-kerangan (Jumlah kerang tertangkap/orang/jam) di lokasi DPBL (Zona-1 di dekat kantor LPKSDMO – LIPI) dan di luar lokasi DPBL (Pantai Keresek(1), Pantai timur dermaga (2), Pantai Perawan (3), Pulau Kongsu (4), dan Pulau Burung (5) pada Maret 2017 (kiris) dan Juli 2017 (kanan)^[18].



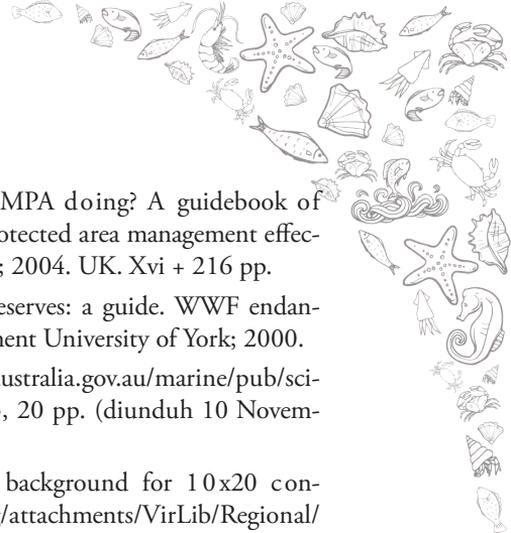
Meskipun DPBL efektif, fungsinya belum terlihat maksimal karena belum menunjukkan fungsi yang sebenarnya, yakni dijumpai individu muda dalam jumlah cukup banyak yang terlimpas (*spill over*) ke luar DPBL (misalnya di Pantai Keresek atau sedikit di luar dari DPBL). Oleh karena itu, DPBL-DPBL lain di Gugusan Pulau Pari perlu didirikan dan dikembangkan. Keberhasilan DPBL diharapkan dapat menyumbang produksi kerang-kerangan yang dapat mensuplai permintaan dari wisatawan yang berkunjung ke Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

G. Kesimpulan

Pendirian dan pengembangan DPBL di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, menunjukkan keberhasilan berupa pemulihan stok kerang-kerangan, tetapi membutuhkan waktu dan proses yang sangat panjang dan lama (6 kali FGD selama 3 tahun). Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat di sana kurang peduli terhadap keberlangsungan SDHP yang sebenarnya dapat menunjang sektor pariwisata bahari yang sedang berkembang pesat. Pendirian DPBL lainnya di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, perlu dikembangkan di beberapa lokasi lain, dengan jumlah yang lebih banyak dan lebih luas. Berdasarkan Gambar 149, ada 4 DPBL yang memiliki potensi bagus, seperti di Pantai Timur dermaga, Pantai Perawan, di sekitar Pulau Tengah, dan Pulau Burung. Pendirian dan Pengembangan DPBL baru harus ditunjang dan disetujui oleh seluruh masyarakat Pulau Pari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wouthuyzen S, Abrar M, Mira S, Nikijuluw I, Suhardi, Mansur A, Zumalek R. Rencana zonasi wisata penidikan dan pengembangan daerah perlindungan laut di gugusan pulau pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO-LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2013: 32 hal.
- [2] Wouthuyzen S, Kuriendewa TE, Prayudha B, Afadlal, Supriyadi HI, Satalohy A, Nikijuluw I, Arifim A. Riset penusunan rencana pengelolaan sumber daya lamun dan ekosistem terkait di wilayah pesisir Bintan Timur, Riau Kepulauan. Laporan Kumulatif Program Kompetitif LIPI; 2009. 51 hal.
- [3] Kelleher G. Guidelines for marine protected areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge; 1999. xxiv +107pp.



- [4] Pomeroy RS, Parks JE, Wilson LM. How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for valuating marine protected area management effectiveness. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge; 2004. UK. Xvi + 216 pp.
- [5] Roberts CM, Hawkins JP. Fully-protected marine reserves: a guide. WWF endangered seas campaign. USA and Environment Department University of York; 2000.
- [6] The benefits of marine protected areas. <https://parksaustralia.gov.au/marine/pub/scientific-publications/archive/benefits-mpas.pdf> 2003, 20 pp. (diunduh 10 November 2017)
- [7] Pikitch E. A primer on marine protected areas background for 10x20 conference. 2016 Available from: <https://www.sprep.org/attachments/VirLib/Regional/mpa-primer2016.pdf> (diunduh 10 November 2017)
- [8] Huffard CL, Erdmann MV, Gunawan TRP, editors. Geographic priorities for marine biodiversity conservation in Indonesia. Ministry of Marine Affairs and Fisheries and Marine Protected Areas Governance Program. Jakarta; 2012.105 pp.
- [9] Coad L, Leverington F, Knights K, Geldmann J, Eassom A, Kapos V, dkk. Measuring impact of protected area management interventions: current and future use of the global database of protected area management effectiveness. Phil. Trans. R Soc. 2015; B370: 20140281. Available from: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0281> (diunduh 10 November 2017)
- [10] Armstrong A. Reviewing the benefits of marine sanctuaries. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/a43f/65d660ec3f7378f46eaa1d5ddb2b213006c0.pdf>. 2015 (diunduh 10 November 2017)
- [11] Follsea MC, Cannas R, Cau A, Cuccu D, Gaston A, Ortu A, dkk. Spillover effects of a mediterranean marine protected area on the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) resource. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2011;21:564–572.
- [12] Kelly S, Scott D, MacDiarmid AB, Babcock RC. Spiny lobster, *Jasus edwardsii*, recovery in New Zealand marine reserves. Biol Conserv. 2000;92:359–369.
- [13] Maliao RJ, Webb EL, Jensen KR. A survey of stock of the donkey's ear abalone, *Haliotis asinina* in the sagay marine reserve, Philippines: evaluating the effectiveness of marine protected area enforcement. Fisheries Research. 2004;66:343–353.
- [14] Gell FR, Roberts CM (*in press*). Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. Trends in Ecology and Evolution [internet]. 2003 Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Benefits-beyond-boundaries%3A-the-fishery-effects-of-Gell-Roberts/df77d5690873d3675cf8cc4bc0264114e7a5c791> (diunduh 10 November 2017)
- [15] Wouthuyzen S, Lorwens J, Hukom FD. Efektifkah daerah perlindungan laut (dpl) mengkonservasi ikan karang? Studi kasus di Kabupaten Biak-Numfor dan Supiori, Papua. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 2016; 22(4):271–284.
- [16] Wouthuyzen S., Abrar M., Mira, S., Nikijuluw I., Suhardi, Mansur, A. dkk. Perencanaan zonasi wisata pendidikan dan pembangunan daerah Perlindungan laut di gugusan Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO–LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2014. 58 hal.



- [17] Pine WE, Hightower JE, Coggins LG, Laretta MV, Polloc KH. Chapter 11: Design and analysis of tagging studies. Dalam: Al Zale, Donna P, Sutton T, editor. Fisheries Techniques, 3rd Edition. American Fisheries Society; 2012. 521–572.
- [18] Wouthuyzen S., Mira, S., Novianti, H. Nikijuluw I., Suhardi, Sepa, N. Dkk. Keefektifan Daerah Perlindungan Biota Laut di Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKS-DMO–LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2017. 17 hal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



EPILOG

ASPEK BIO-EKOLOGI, SOSIAL-EKONOMI-BUDAYA DAN PENGELOLAAN BERKELANJUTAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU

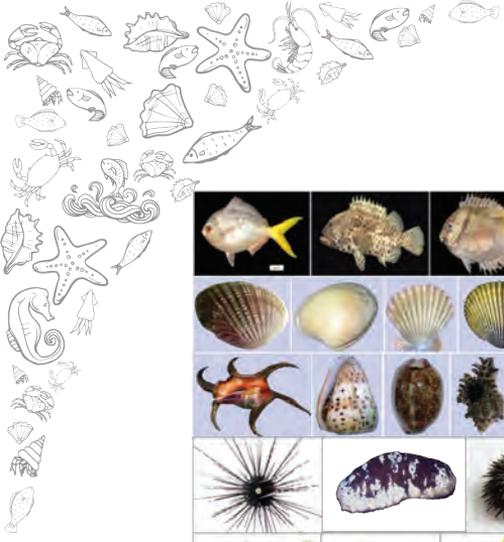
SAM WOUTHUYZEN

Tidak dapat dimungkiri bahwa Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki ekosistem tropis wilayah pesisir yang lengkap, yakni mangrove, padang lamun, dan terumbu karang dengan keanekaragaman jenis flora dan fauna laut yang tinggi (Gambar 149). Ketiga ekosistem ini dapat memberikan barang (*goods*) dan jasa lingkungan (*ecosystem services*) penting di sektor perikanan, pariwisata, dan pendidikan yang dapat mendukung kehidupan masyarakat, baik yang tinggal di Pulau Pari (Gambar 150) maupun yang berada jauh di luar pulau.



Gambar 149. Ekosistem wilayah pesisir tropis lengkap (mangrove, padang lamun, dan terumbu karang) yang terdapat di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

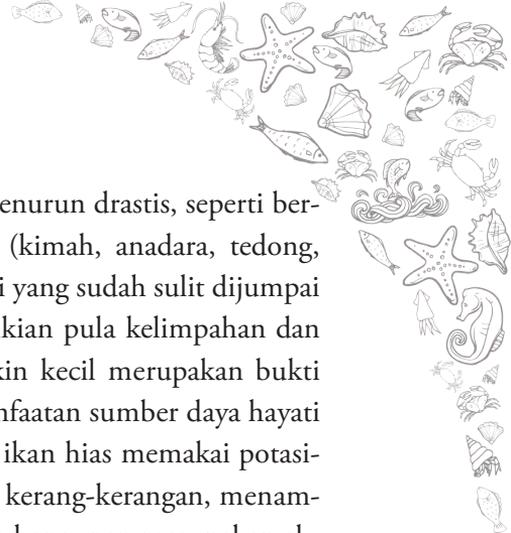


Gambar 150. Sebagian kecil barang (*goods*) berupa SDHP (ikan, moluska, ekinodermata, krustasea, spons, rumput laut), dan jasa ekosistem (*ecosystem services*) lingkungan berupa potensi wisata bahari dan laboratorium hidup untuk penelitian pendidikan dan latihan dalam rangka peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidang oseanografi yang disumbang oleh ekosistem Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

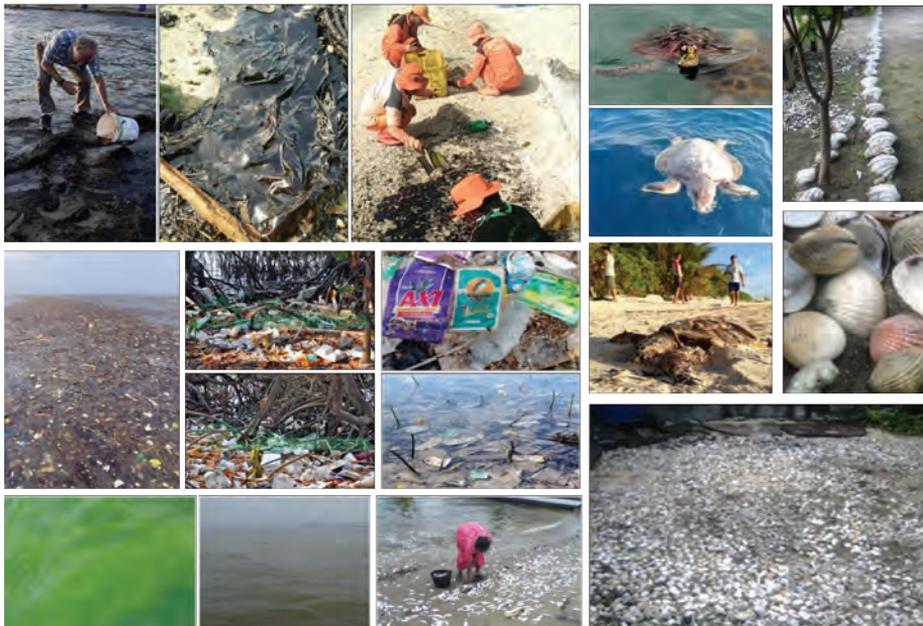
Meskipun banyak manfaat yang diberikan ekosistem tersebut bagi masyarakat, karena jarak Pulau Pari, Kepulauan Seribu dekat dengan daratan Pulau Jawa dan berada tepat di depan Teluk Jakarta, Gugusan Pulau Pari mendapat tekanan dan ancaman lingkungan berat dari luar (*outer factor*) berupa pencemaran berat (eutrofikasi, logam berat, bahan kimia), sampah, tumpahan minyak (*tar-ball*), bakteri, dan lain-lainnya yang menyebabkan penurunan kualitas perairan dan terdegradasinya ekosistem mangrove, lamun, dan karang, serta keindahan pantai di pulau ini (Gambar 151). Hal ini juga menyebabkan menurunnya hasil budi daya rumput laut yang menjadi tumpuan hidup sebagian besar masyarakat Pulau Pari dan pulau-pulau di sekitarnya.

Kondisi tersebut diperburuk lagi dengan tekanan yang datang dari dalam (*inner factor*) atau dari Pulau Pari sendiri akibat bertambahnya jumlah penduduk yang diikuti pemanfaatan sumber daya hayati yang telah jauh melebihi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

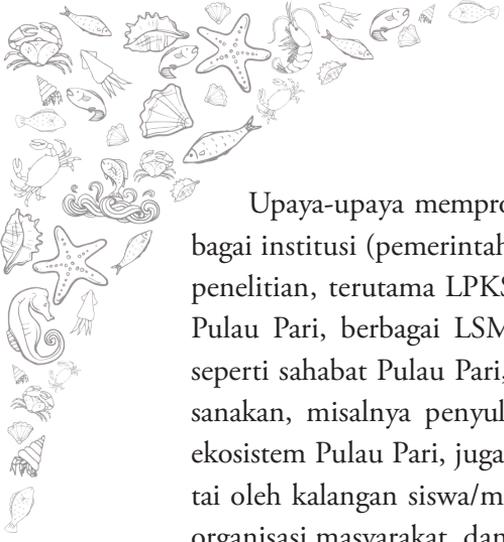


potensi lestari (*over exploited*), sehingga stoknya menurun drastis, seperti berbagai jenis kerang-kerangan dan keong-keongan (kimah, anadara, tedong, mata tujuh), teripang, kepiting rajungan, bulu babi yang sudah sulit dijumpai di alam dibandingkan awal tahun 1980-an. Demikian pula kelimpahan dan ukuran ikan lamun dan ikan karang yang semakin kecil merupakan bukti telah terjadinya pemanfaatan berlebihan. Cara pemanfaatan sumber daya hayati yang tidak ramah lingkungan, seperti menangkap ikan hias memakai potasium, membalik-balikkan karang ketika mengambil kerang-kerangan, menambang karang dan pasir untuk dipakai sebagai bahan bangunan merupakan aktivitas perusakan terhadap SDHP yang ada di Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

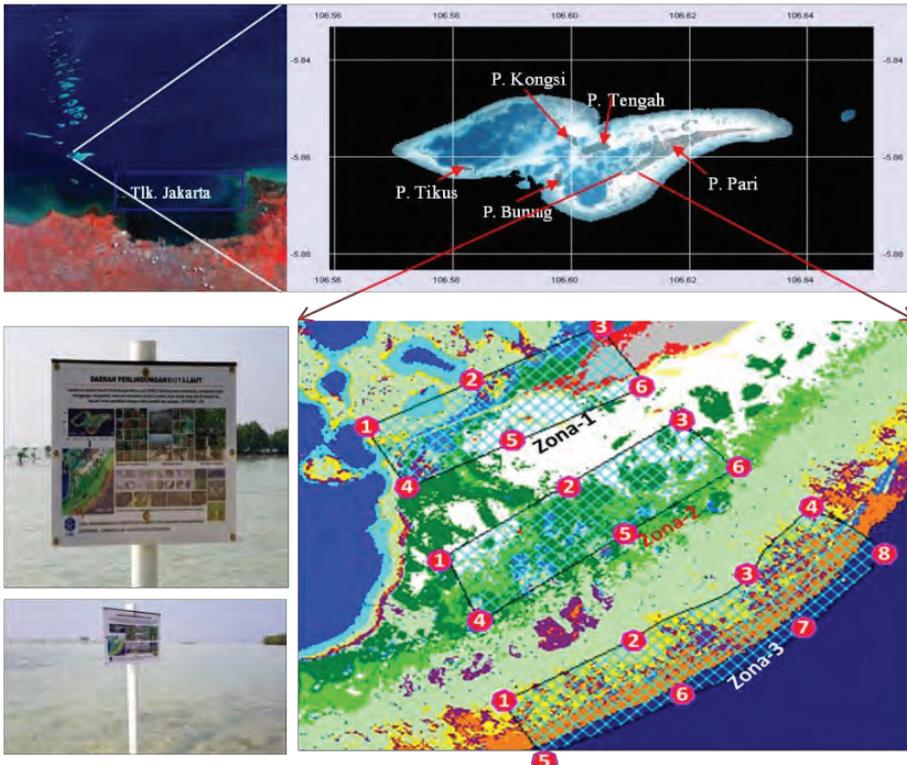


Gambar 151. Tekanan dan ancaman lingkungan berat yang dihadapi Pulau Pari berupa pencemaran minyak/ tarball, sampah, eutrofikasi, dan pemanfaatan SDHP (kerang-kerangan) yang telah membuat ekosistem di Pulau Pari terdegradasi, serta kematian hewan dilindungi (seperti penyu), dan penurunan populasi SDHP.

Perusakan lingkungan dan pemanfaatan SDHP secara berlebihan dan terus-menerus di Gugusan Pulau Pari akan menghilangkan nilai ilmiah yang sangat berharga, kemudian disusul dengan penurunan nilai ekonomi ekosistem dan SDHP, dan pada akhirnya akan menurunkan kesejahteraan masyarakat di sana. Oleh karena itu, upaya-upaya pencegahan dan proteksi terhadap lingkungan dan SDHP harus segera dilakukan.



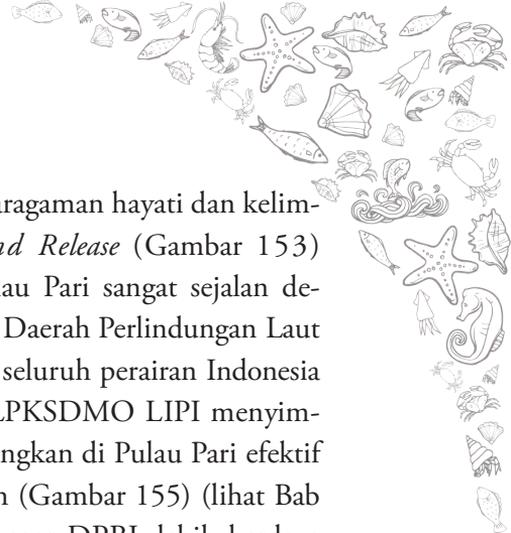
Upaya-upaya memproteksi ekosistem telah banyak dilakukan oleh berbagai institusi (pemerintah daerah, akademisi atau perguruan tinggi, lembaga penelitian, terutama LPKSDMO LIPI Pulau Pari yang memiliki kampus di Pulau Pari, berbagai LSM, kumpulan komunitas yang peduli lingkungan, seperti sahabat Pulau Pari, dan lain-lain). Berbagai kegiatan juga telah dilaksanakan, misalnya penyuluhan dan diklat tentang proteksi dan konservasi ekosistem Pulau Pari, juga aktivitas penanaman mangrove, bersih-bersih pantai oleh kalangan siswa/mahasiswa dari tingkat SD hingga perguruan tinggi, organisasi masyarakat, dan masyarakat pada umumnya.



Gambar 152. DPBL yang Didirikan dan Dikembangkan oleh LPKSDMO Pulau Pari LIPI di Pulau Pari, Kepulauan Seribu

Upaya mengembalikan keanekaragaman hayati yang telah dieksploitasi berlebihan di Pulau Pari dicoba dengan cara mendirikan Daerah Perlindungan Biota Laut/DPBL (Gambar 152), khususnya terhadap berbagai jenis kerang-kerangan yang mulai dirintis oleh Wouthuyzen dkk.^[1,2,] Upaya pendirian dan pengembangan DPBL dilanjutkan dengan mengkaji keefektifan DPBL

Buku ini tidak diperjualbelikan.

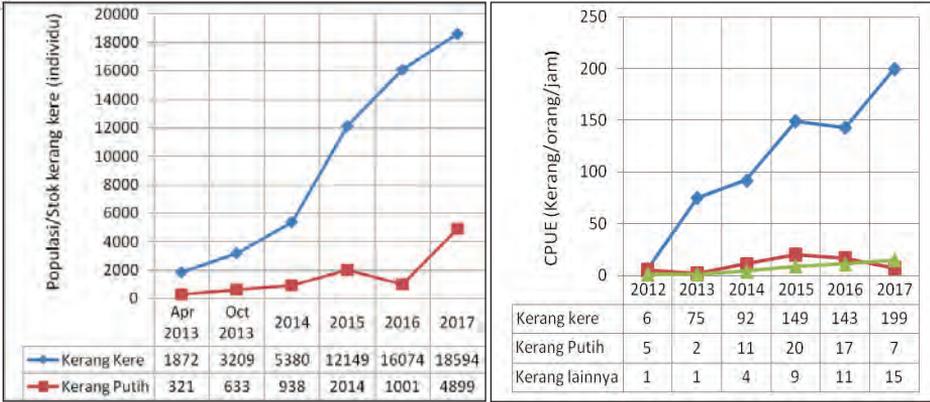
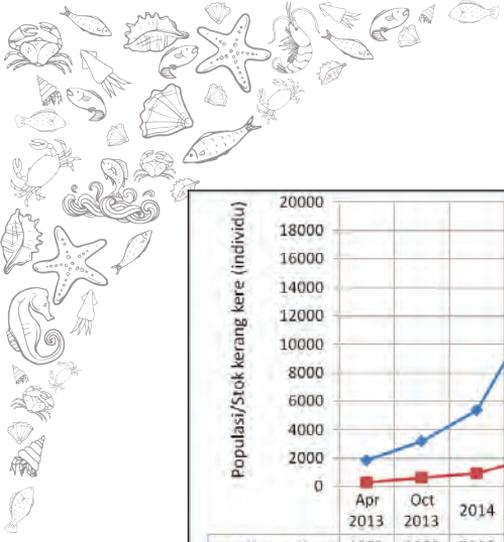


mengembalikan, dan memulihkan SDHP, keanekaragaman hayati dan kelimpahannya dengan menggunakan metode *Tag and Release* (Gambar 153) [3]. Pendirian dan pengembangan DPBL di Pulau Pari sangat sejalan dengan Keputusan Menteri KKP untuk mendirikan Daerah Perlindungan Laut (*Marine Protected Area/MPA*) seluas 20 juta ha di seluruh perairan Indonesia hingga tahun 2020[4]. Hasil kajian DPBL oleh LPKSDMO LIPI menyimpulkan bahwa DPBL yang didirikan dan dikembangkan di Pulau Pari efektif mengembalikan SDHP yang dieksploitasi berlebih (Gambar 155) (lihat Bab XXI), meskipun perlu modifikasi-modifikasi lain agar DPBL lebih berguna dan lebih efektif.



Gambar 153. Aktivitas pengujian keefektifan DPBL menggunakan metode *Tag and Release* (Peterson), mencari-membri tanda (tag)-mengukur dan melepaskan kembali ke alam.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 154. Kajian Keefektifan DPBL Pulau Pari, Kepulauan Seribu, dalam Mengembalikan Populasi Kerang-kerangan^[3]

Upaya proteksi dan konservasi terhadap ekosistem pesisir Pulau Pari (mangrove, padang lamun, dan terumbu karang) serta pemulihan populasi SDHP yang telah tereksploitasi berlebih harus terus-menerus dilakukan. Masih banyak lagi upaya yang efektif, tetapi belum banyak dilakukan, seperti program KB untuk menekan peningkatan jumlah penduduk di Pulau Pari. Pendidikan lingkungan dan pengajaran prinsip-prinsip konservasi SDHP pada siswa SD kelas 2 dan 3 yang berumur 8–9 tahun pun telah dilakukan, walaupun waktunya sangat terbatas, namun memberikan hasil awal yang sangat positif berupa peningkatan kesadaran terhadap lingkungan dan konservasi SDHP (lihat Bab XX). Upaya yang lebih nyata harus ditindaklanjuti, misalnya meresmikan pendidikan usia dini melalui mata ajaran muatan lokal (Mulok). Selain itu, masih banyak kajian penting yang harus dilakukan, misalnya kajian daya dukung lingkungan Pulau Pari, termasuk potensi air tawar bersih terhadap kunjungan wisatawan yang jumlahnya terus meningkat.

Seluruh upaya ini untuk membuat Pulau Pari selalu berada dalam kondisi yang baik, sehat dan lestari, bukan hanya untuk masyarakat Pulau Pari, Kepulauan Seribu, yang hidup pada saat sekarang, tetapi juga untuk segenap anak dan cucu masyarakat Pulau Pari di masa mendatang. Petuah bijak “Kalau bukan kita, siapa lagi; kalau bukan sekarang, kapan lagi” hendaknya menjadi semboyan masyarakat Pulau Pari untuk bersama-sama menekan laju kerusakan ekosistem pesisir dan kepunahan SDHP beserta ekosistemnya. Ayo Menjadi Sobat Bumi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

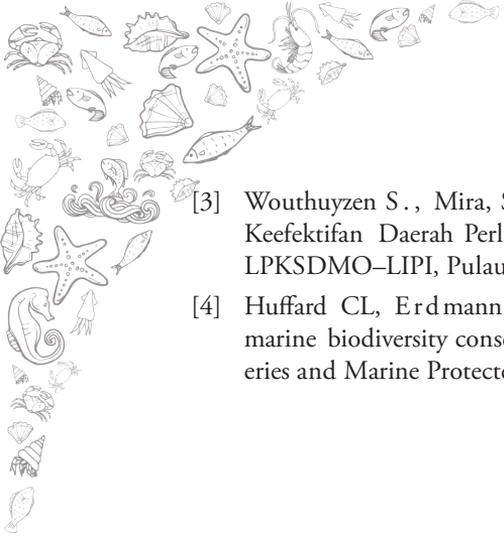
SELAMATKAN LINGKUNGAN PESISIR KITA



Tulisan ini kami dedikasikan untuk Bapak Dr. Hutomo Malikusworo sebagai ilmuwan andal P2O-LIPI yang memperkenalkan kata “Lamun”

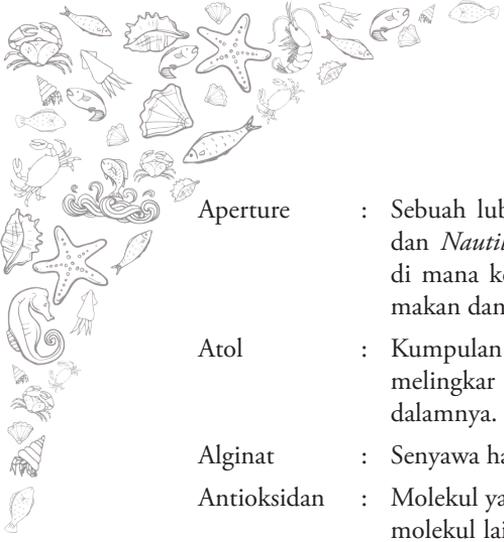
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wouthuyzen S, Abrar M, Mira S, Nikijuluw I, Suhardi, Mansur A, dkk.. Rencana zonasi wisata pendidikan dan pengembangan daerah perlindungan laut di gugusan Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO–LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan). 2013:32 hal.
- [2] Wouthuyzen S., Abrar M., Mira, S., Nikijuluw I., Suhardi, Mansur, A. dkk. Perencanaan zonasi wisata pendidikan dan pembangunan daerah Perlindungan laut di gugusan Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO–LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2014. 58 hal.

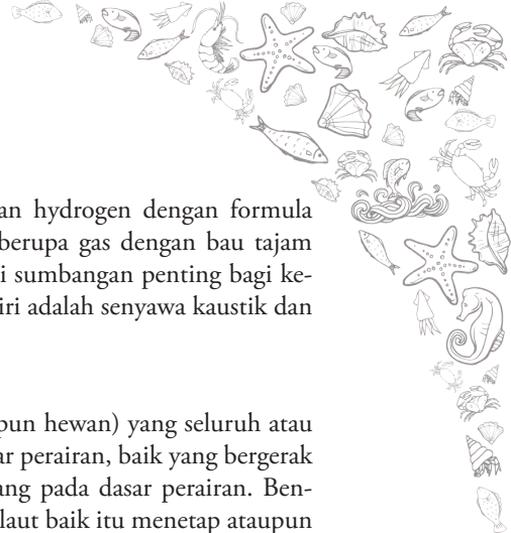


- [3] Wouthuyzen S. , Mira, S. , Novianti, H. Nikijuluw I., Su h ardi, Sep a, N. Dkk. Keefektifan Daerah Perlindungan Biota Laut di Pulau Pari. Laporan Akhir UPT LPKSDMO–LIPI, Pulau Pari. Jakarta (tidak dipublikasikan); 2017. 17 hal.
- [4] Huffard CL, Erdmann MV, Gunawan TRP, editors. Geographic priorities for marine biodiversity conservation in Indonesia. Ministry of Marine Affairs and Fisheries and Marine Protected Areas Governance Program. Jakarta-Indonesia. 105 pp.

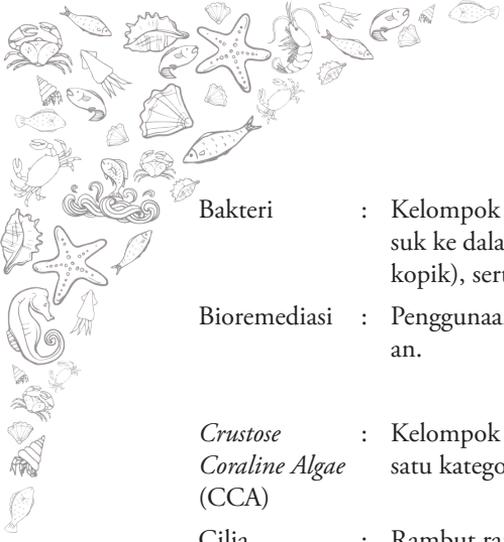
Buku ini tidak diperjualbelikan.



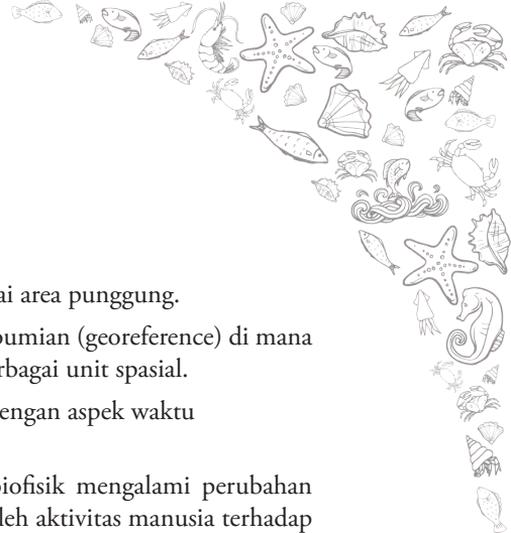
- Aperture** : Sebuah lubang di beberapa jenis moluska (*Gastropoda*, *Schapopoda* dan *Nautilus* spp.) yang merupakan bukaan utama dari cangkang, di mana kepala-kaki bagian tubuh hewan muncul untuk bergerak, makan dan lainnya.
- Atol** : Kumpulan terumbu karang yang berbentuk melingkar atau hampir melingkar menyerupai cincin yang mengelilingi danau/laguna di dalamnya.
- Alginat** : Senyawa hasil ekstraksi makro alga cokelat.
- Antioksidan** : Molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain. Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel.
- Agar-agar** : Agarosa adalah zat yang biasanya berupa gel yang diolah dari rumput laut atau alga.
- Alkali** : Suatu zat basa yang larut dalam air. Larutan alkali mempunyai pH lebih dari 7,0.
- Akustik** : Ilmu tentang suara.
- Antropogenik** : Bersifat buatan manusia. Dalam pencemaran berarti adalah sumber pencemaran yang tidak alami timbul karena ada pengaruh atau campur tangan manusia atau aktivitas manusia.
- Analisis** : Penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya).
- Administratif** : Secara administrasi, bersangkutan-paut (berkaitan) dengan administrasi.
- Akses** : Jalan masuk.
- Agen** : Orang atau perusahaan perantara yang mengusahakan penjualan bagi perusahaan lain atas nama pengusaha; perwakilan.
- Asexual** : Istilah perkembangbiakan pada tumbuhan atau hewan yang dilakukan secara tidak kawin (vegetatif).
- Asam amino** : Sembarang senyawa organik yang memiliki gugus fungsional karboksil (-COOH) dan amina (biasanya -NH₂). Bagian dari asam amino ini enzim dan nukleat.
- Alternatif** : Pilihan di antara dua atau beberapa kemungkinan.
- Afektif** : Berkaitan dengan sikap dan nilai. Afektif mencakup watak perilaku seperti perasaan, minat, sikap, emosi, dan nilai. Beberapa pakar mengatakan bahwa sikap seseorang dapat diramalkan perubahannya bila seseorang telah memiliki kekuasaan kognitif tingkat tinggi.



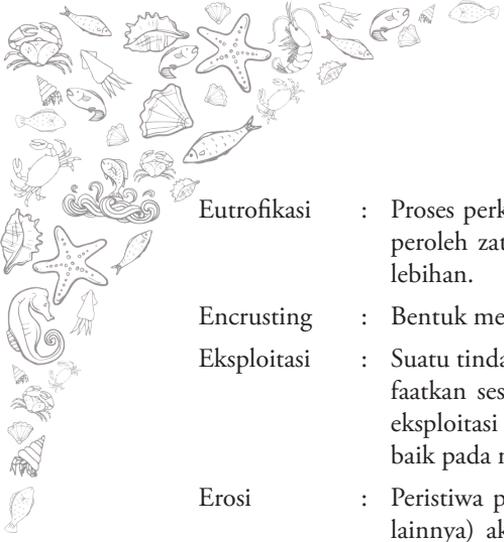
- Amonia : Senyawa yang terdiri dari nitrogen dan hydrogen dengan formula NH_3 . Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah senyawa kaustik dan dapat merusak kesehatan.
- Bentik atau bentos : Kelompok biota (baik tumbuhan ataupun hewan) yang seluruh atau sebagian siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik yang bergerak aktif, menempel, menggali, atau meliang pada dasar perairan. Benthic pindah (biota yang hidup di dasar laut baik itu menetap ataupun berpindah).
- Branching : Bentuk bercabang.
- Biota : Makhluk hidup yang hidupnya berinteraksi dengan ekosistem terumbu karang.
- Biota Laut : Makhluk hidup di laut yang dapat berinteraksi dengan ekosistem terumbu karang, padang lamun, mangrove, dan pesisir.
- Brachyura* : Kelompok kepiting dari Phylum *Arthropoda*.
- Bioindikator : Spesies atau kelompok spesies yang fungsi, populasi atau statusnya dapat menunjukkan kondisi lingkungan.
- Bioturbator : Hewan atau tumbuhan yang aktivitasnya berhubungan dengan pelapukan tanah atau sedimen.
- Biodiversitas : Jumlah semua variasi bentuk kehidupan di alam dengan variasi habitat.
- Body whorl : Bagian dari morfologi cangkang pada beberapa jenis moluska (*Gastropoda* dan *Chepalopoda*) yang memiliki cangkang bergelung.
- Budidaya : Suatu kegiatan terencana pemeliharaan sumber daya hayati yang dilakukan pada suatu areal lahan untuk diambil manfaat / hasil panennya.
- Biomassa : Massa organisme biologis hidup di suatu area atau ekosistem pada suatu waktu tertentu.
- Bristle* : Rambut sikat, yaitu rambut yang tumbuh pada rostral disk dugong.
- Bahari : Mengenai laut.
- Bioaktif : Memiliki efek pada organisme hidup, senyawa esensial dan non esensial (misalnya vitamin atau polifenol) yang terdapat di alam, menjadi bagian dari rantai makanan, dan memiliki pengaruh terhadap kesehatan tubuh manusia.
- BV (Bequest Value)/Manfaat Pewarisan* : Suatu manfaat yang dapat diwariskan untuk generasi yang akan datang.



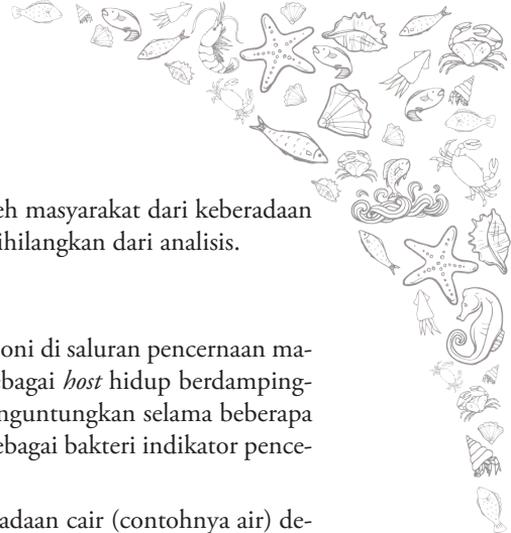
- Bakteri** : Kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel, termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik), serta memiliki peran besar dalam kehidupan di bumi.
- Bioremediasi** : Penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan.
- Crustose
Coraline Algae
(CCA)** : Kelompok alga merah Rhodophyta berkapur, digunakan sebagai salah satu kategori bentik dalam penilaian kondisi terumbu karang.
- Cilia** : Rambut halus yang berfungsi sebagai alat bantu gerak.
- Cup** : Bentuk menyerupai mangkuk.
- Crinoidea** : Salah satu kelas dalam Filum *Echinodermata*, umumnya disebut lili laut.
- Chlorophyceae** : Salah satu kelas dari makro alga hijau.
- Cetacea** : Tingkat ordo yang meliputi mamalia laut kelompok paus, lumba-lumba, dan porpoise.
- Citra satelit** : Hasil dari perekaman maupun pemotretan dari alat sensor yang dipasang tepat pada wahana satelit ruang angkasa yang ketinggiannya mencapai lebih dari 400 km dari permukaan bumi.
- Cartilaginous** : Struktur tubuh menyerupai tulang rawan.
- Carrageno-
phyte (karagi-
nan)** : Senyawa yang diekstraksi dari rumput laut dari famili *Rhodophyceae*, seperti *Euchema spinosum* dan *Euchema cottonii* yang terdiri dari rantai poliglukan bersulfat dengan massa molekuler (M_r) kurang lebih di atas 100.000 serta bersifat hidrokoloid.
- Dead Coral
With Algae
(DCA)** : Sebuah kategori bentik terumbu dalam pengukuran kondisi terumbu karang terdiri dari bagian karang mati yang telah ditutupi alga.
- Dead Coral
(DC)** : Sebuah kategori bentik terumbu dalam pengukuran kondisi terumbu karang terdiri dari karang mati yang baru mengalami kematian sehingga masih kelihatan putih belum ditutupi alga.
- Demospon-
giae** : Salah satu kelas dari *Porifera* yang paling tinggi tingkat keanekaragaman jenisnya dan dicirikan dengan komponen spikula yang terbuat dari mineral silikat.
- Devisa negara** : Sejumlah emas atau valuta asing yang bisa digunakan untuk transaksi pembayaran dengan luar negeri yang diterima dan diakui luas oleh dunia internasional dan dilakukan oleh negara.
- Decapoda** : Kelompok hewan berkaki sepuluh.
- Distribusi** : Persebaran benda dalam suatu wilayah geografi tertentu.
- Deposit feeder** : Hewan laut yang memakan materi bahan organik kecil di kolom air dan mengendap di dasar.



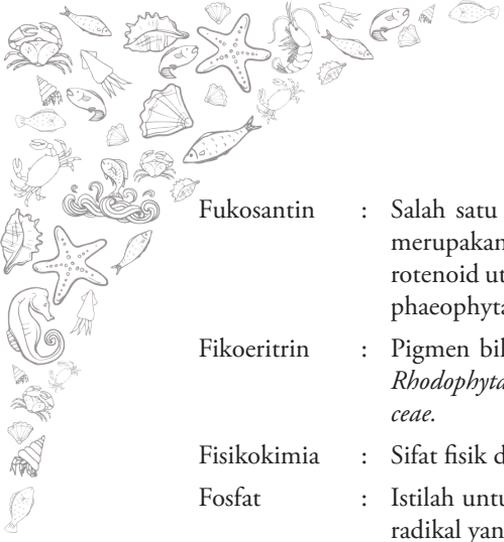
- Dominan : Memiliki pengaruh kuat
- Dominansi : Keadaan dominan
- Dorsal : Bagian tubuh yang lebih dikenal sebagai area punggung.
- Data spasial : Data yang memiliki referensi ruang kebumian (georeference) di mana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial.
- Data temporal : Data non-relasional yang terintegrasi dengan aspek waktu
- Degradasi lingkungan : Proses di mana kondisi lingkungan biofisik mengalami perubahan cenderung merusak yang disebabkan oleh aktivitas manusia terhadap suatu lingkungan.
- Degeneratif : Penyakit yang menyebabkan terjadinya kerusakan atau penghancuran terhadap jaringan atau organ tubuh.
- Diversifikasi : Usaha penganekaragaman produk.
- Drone : Istilah yang dipakai untuk *unmanned aircraft* dengan baling-baling.
- Dinamika : Gerak (dari dalam)
- DIC : Total konsentrasi CO₂ dalam air laut yang ditemukan dalam tiga bentuk yang berbeda, yaitu karbondioksida (≈0,5%), bikarbonat (86,5%) dan ion karbonat (13%).
- DUV (Direct Use Value)* Manfaat Langsung : Nilai yang diperoleh dari manfaat yang langsung dari ekosistem hutan mangrove.
- DPBL : Daerah perlindungan biota laut (marine protected area).
- Destinasi : Tempat tujuan
- DO : Jumlah oksigen dalam miligram yang terdapat dalam satu liter air (ppt).
- Dispersi : Peristiwa penyebaran partikel dalam bentuk padatan, cairan, atau gas.
- Ekosistem : 1. Keanekaragaman suatu komunitas dan lingkungannya yang berfungsi sebagai suatu satuan ekologi dalam alam; 2. komunitas organik yang terdiri atas tumbuhan dan hewan, bersama habitatnya; 3. keadaan khusus tempat komunitas suatu organisme hidup dan komponen organisme tidak hidup dari suatu lingkungan yang saling berinteraksi. 4. suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem bisa dikatakan juga suatu tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi.
- Ekosistem pesisir : Daerah peralihan antara ekosistem darat dengan ekosistem laut di mana organisme penghuni ekosistem darat dan laut berkumpul dan saling berinteraksi.



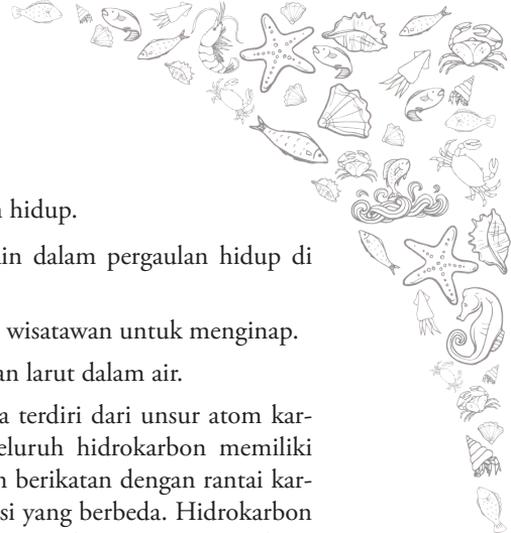
- Eutrofikasi : Proses perkembangbiakan tumbuhan air dengan cepat karena memperoleh zat makanan yang berlimpah akibat pemupukan yang berlebihan.
- Encrusting : Bentuk mengerak/melapisi tipis pada substrat.
- Eksplotasi : Suatu tindakan yang bertujuan mengambil keuntungan atau memanfaatkan sesuatu secara berlebihan dan sewenang-wenang. Tindakan eksploitasi ini umumnya mengakibatkan kerugian pada pihak lain, baik pada manusia maupun lingkungan.
- Erosi : Peristiwa pengikisan padatan (sedimen, tanah, batuan, dan partikel lainnya) akibat transportasi angin, air atau es, karakteristik hujan, creep pada tanah dan material lain di bawah pengaruh gravitasi, atau oleh makhluk hidup, misalnya hewan yang membuat liang; dalam hal ini disebut bio-erosi.
- Estuaria/es-tuari : Badan air setengah tertutup di wilayah pesisir, dengan satu sungai atau lebih yang mengalir masuk ke dalamnya, serta terhubung bebas dengan laut terbuka. Kebanyakan muara sungai ke laut membentuk estuari; namun tidak demikian jika bermuara ke danau, waduk, atau ke sungai yang lebih besar
- Ekologi : Ilmu yang mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungannya dan yang lainnya.
- Ekspedisi : Perjalanan yang dilakukan untuk tujuan tertentu, biasanya penjelajahan dan/atau penelitian. Eksplorasi adalah penjelajahan atau pencarian, adalah tindakan mencari atau melakukan penjelajahan dengan tujuan menemukan sesuatu.
- Edukasi : Pendidikan
- Elevasi air laut : Tinggi permukaan air laut
- Ekowisata : Kegiatan wisata yang berhubungan dengan ramah lingkungan.
- Eksternal : Menyangkut bagian luar
- Euheuma spinosum* : Nama jenis makro alga/rumput laut
- Euheuma edule* : Nama jenis makro alga/rumput laut
- E. cottonii* : Nama jenis makro alga/rumput laut
- Ekstraksi : Suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik.
- Ekspor : Pengiriman barang dagangan ke luar negeri.



- EV (Existence Value)/ Manfaat Keberadaan* : Manfaat yang dirasakan masyarakat oleh masyarakat dari keberadaan sumber daya setelah manfaat lainnya dihilangkan dari analisis.
- Escherichia coli (E. coli)* : Salah satu mikroorganisme yang berkoloni di saluran pencernaan manusia. Biasanya, *E. coli* dan manusia sebagai *host* hidup berdampingan dalam keadaan sehat dan saling menguntungkan selama beberapa dekade. Spesies ini umum digunakan sebagai bakteri indikator pencemaran tinja
- Evaporasi : Proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air).
- Emulsifikasi : Campuran dari dua larutan berbeda karakter yang biasanya tidak saling melarutkan untuk membentuk suatu larutan emulsi. Dua larutan dapat membentuk beberapa tipe emulsi yang berbeda tergantung dari kemampuan dan fase melarutnya masing-masing larutan tersebut.
- Fotosintesis : Pemanfaatan energi cahaya matahari (cahaya matahari buatan) oleh tumbuhan berhijau daun atau bakteri untuk mengubah karbondioksida dan air menjadi karbohidrat.
- Fleshy seaweed* : Kelompok biota bentik tumbuhan, umumnya dari satu atau dua jenis makro alga yang tumbuh subur/sehat menutupi luas permukaan terumbu, digunakan sebagai salah satu kategori bentik dalam penilaian kondisi terumbu karang.
- Foliose* : Bentuk menyerupai kipas.
- Fauna : Khazanah segala macam jenis hewan yang hidup di bagian tertentu atau periode tertentu. Istilah yang sejenis untuk tumbuhan adalah flora/nabatah.
- Famili : Suatu tingkatan di sistematika hewan yang berada di bawah ordo dan di atas genus.
- Fikobilin : Pigmen fotosintesis
- Falcate : Berbentuk menyerupai bulan sabit.
- Fix wing* : Istilah yang dipakai untuk *unmanned aircraft* dengan sayap tetap (tanpa baling-baling).
- Fluktuasi : ketaktetapan, keadaan, keadaan yang menunjukkan turun-naik.
- Fluks CO₂ : Laju transfer/pertukaran gas CO₂ dari satu reservoir ke reservoir lain karena adanya perbedaan tekanan parsial.
- Flora : Keseluruhan kehidupan jenis tumbuh-tumbuhan di suatu habitat, daerah, atau strata geologi tertentu; alam tumbuh-tumbuhan.
- Fauna : Keseluruhan kehidupan hewan di suatu habitat, daerah, atau strata geologi tertentu; dunia hewan.
- Farmasi : Obat-obatan.



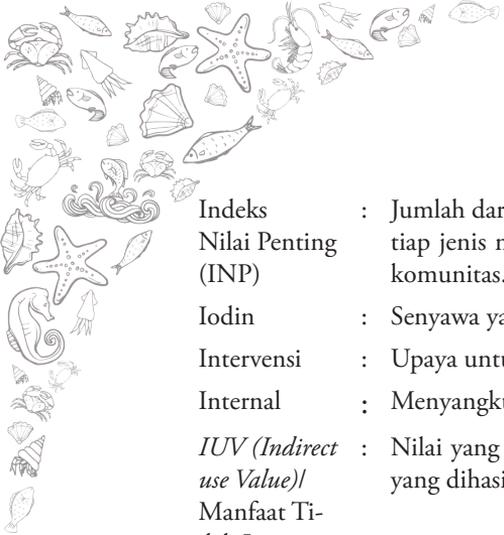
- Fukosantin : Salah satu jenis dari karotenoid yang memiliki rumus $C_{42}H_{58}O_6$ merupakan pigmen warna oranye. Fukosantin merupakan jenis karotenoid utama yang membantu proses fotosintesis dan menyebabkan phaeophyta berwarna cokelat.
- Fikoeritrin : Pigmen biloprotein yang memberikan warna merah pada ganggang *Rhodophyta*, terdapat juga pada ganggang *Cynaophyta* dan *Chrysophyceae*.
- Fisikokimia : Sifat fisik dan kimiawi dari suatu senyawa tertentu..
- Fosfat : Istilah untuk orthofosfat yang merupakan gugus ion poliatomik atau radikal yang terdiri dari satu atom fosforus dan empat oksigen; dalam bentuk ionik akan membawa sebuah -3 muatan formal, dan dinotasikan PO_4^{3-} .
- Fekal koli : Bakteri koliform yang berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah panas, biasanya digunakan sebagai indikator adanya pencemaran bakteri patogen.
- Fotooksidasi : Reaksi oksidasi yang disebabkan oleh cahaya.
- Globular : Bentuk menyerupai bola
- Gugusan pulau : Suatu gugusan yang terdiri atas pulau-pulau termasuk perairan di antara pulau-pulau tersebut sehingga membentuk kesatuan wilayah sebuah negara.
- Genus : Suatu tingkatan di sistematika hewan yang berada di bawah family dan di atas jenis atau spesies.
- Gas Rumah Kaca (GRK) : Gas karbondioksida, metana, dan dinitrogen oksida yang diduga sebagai pemicu pemanasan global.
- Gizi : Substansi organik yang dibutuhkan organisme untuk fungsi normal dari sistem tubuh, pertumbuhan, pemeliharaan, dan kesehatan.
- Gel : Larutan koloid setengah padat, terbentuk dari zat polimer yang tidak larut dalam air, misalnya larutan pati dalam air yang menyerupai lem.
- Habitat : Tempat hidup organisme tertentu; tempat hidup yang alami (bagi tumbuhan dan hewan); lingkungan kehidupan asli.
- Herbivora : Pemakan tumbuhan.
- Haplosclerida* : Salah satu ordo dari *Porifera* yang dicirikan mempunyai spikula megaskleres yang sama ujungnya dan skeleton yang sama ukuran sisi sisinya.
- Hemispherical Photography* : Metode fotografi yang digunakan untuk menghitung persentase tutupan kanopi komunitas tumbuhan hutan pada suatu batasan area tertentu.



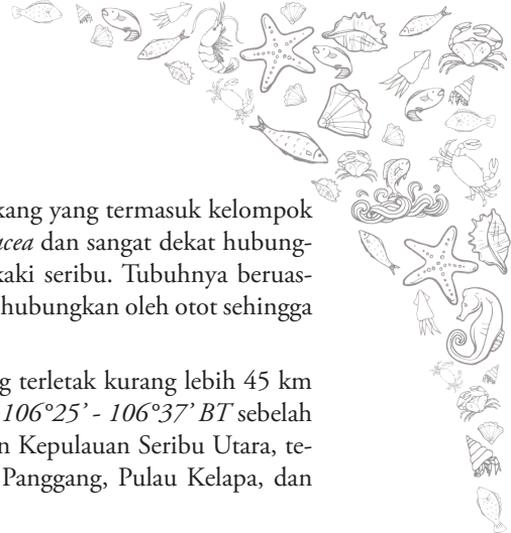
- Hayati : Mengenai hidup; berhubungan dengan hidup.
- Hubungan sosial : Hubungan seseorang dengan orang lain dalam pergaulan hidup di tengah-tengah masyarakat.
- Homestay : Rumah penduduk yang ditempati oleh wisatawan untuk menginap.
- Hydrocolloid : Senyawa yang dapat membentuk gel dan larut dalam air.
- Hidrokarbon : Senyawa organik yang unsur utamanya terdiri dari unsur atom karbon (C) dan atom hydrogen (H). Seluruh hidrokarbon memiliki rantai karbon dan atom-atom hidrogen berikatan dengan rantai karbon tersebut dalam berbagai konfigurasi yang berbeda. Hidrokarbon adalah bahan utama dari petroleum dan gas alam. Senyawa ini digunakan sebagai bahan bakar dan oli juga bahan dasar untuk produksi plastik, serat, karet, pelarut dan industri-industri kimia.

- Ikan : Binatang bertulang belakang yang hidup dalam air, berdarah dingin, umumnya bernapas dengan insang, tubuhnya biasanya bersisik, bergerak dan menjaga keseimbangan badannya dengan menggunakan sirip.
- Ikan Lamun : Ikan yang hidup di ekosistem padang lamun.
- Indeks Keanekaragaman : Dapat digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan species dalam komunitas. Keanekaragaman terdiri dari 2 komponen, yaitu jumlah total spesies dan kesamaannya (Bagaimana data kelimpahan tersebar di antara banyak spesies itu).
- Indeks Kemerataan : Menggambarkan kestabilan suatu komunitas. Semakin kecil nilai pemerataan atau mendekati nol, semakin tidak merata penyebaran organisme dalam komunitas tersebut yang didominasi oleh jenis tertentu. Sebaliknya, semakin besar nilai pemerataan atau mendekati satu, organisme dalam komunitas akan menyebar secara merata.
- Indeks Dominansi : Digunakan untuk memperoleh informasi mengenai jenis biota yang mendominasi pada suatu komunitas pada tiap habitat. Indeks dominansi dikemukakan oleh Simpson.
- Indikator : Alat pemantau (sesuatu) yang dapat memberikan petunjuk atau keterangan.
- Infraordo : Suatu tingkat atau takson setelah sub-ordo.
- Intertidal : Ekosistem di zona pasang surut, yakni organisme hidup di antara garis batas surut terendah dan batas pasang tertinggi. Area pantai yang paling dekat dengan daratan dan terpengaruh gelombang pasang dan surut air laut.
- Invertebrata : Kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang dan kerangka internal yang terbuat dari tulang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



- Indeks Nilai Penting (INP) : Jumlah dari persentase relatif kerapatan, dominansi, dan frekuensi setiap jenis mangrove yang menunjukkan pengaruh suatu jenis dalam komunitas.
- Iodin : Senyawa yang diperlukan untuk meningkatkan hormon tyroid.
- Intervensi : Upaya untuk meningkatkan keadaan sesuatu.
- Internal : Menyangkut bagian dalam.
- IUV (Indirect use Value)* Manfaat Tidak Langsung : Nilai yang dirasakan secara tidak langsung terhadap barang dan jasa yang dihasilkan sumber daya alam dan lingkungan.
- Juvenil : Tingkat perkembangan antara pasca-larva dan dewasa.
- Jejaring Makanan : Hubungan ekologis dari dua atau lebih rantai makanan dalam suatu wilayah.
- Jangkar : Perangkat penambat kapal ke dasar perairan, di laut, sungai, ataupun danau sehingga tidak berpindah tempat karena embusan angin, arus, ataupun gelombang.
- Karnivora : Pemakan hewan.
- Kelimpahan : Jumlah relatif suatu organisme dalam suatu kawasan.
- Keanekaragaman Jenis : Sebuah ukuran angka numerik yang menunjukkan banyaknya spesies dalam suatu kawasan berikut kelimpahan relatifnya. Keanekaragaman 1) keseluruhan keanekaragaman makhluk yang diperlihatkan suatu daerah mulai dari keanekaragaman genetika, jenis, dan ekosistemnya. 2) sejumlah variasi yang ada pada suatu lingkungan atau makhluk hidup baik variasi gen, jenis atau ekosistem suatu lingkungan tertentu).
- Konservasi : Upaya perlindungan atau pelestarian terhadap lingkungan dan sumber daya alam yang dilakukan dengan tindakan kehati-hatian, serta memperhatikan aspek keseimbangan dan keberlanjutannya.
- Kondisi terumbu karang : Sebuah gambaran keadaan terumbu karang yang diukur dari perubahan nilai variable/parameter yang ditetapkan sebagai indikator kondisi tersebut menurut ruang dan waktu.
- Karang keras : *Hard corals* kelompok biota tingkat rendah dari filum Cnidaria, kelas Anthozoa, subkelas hexacoralia/Zooantharia, khusus dari ordo scleractinia, menghasilkan kapur untuk rangkanya sehingga terasa keras jika disentuh.
- Karang lunak : *Soft coral* kelompok biota tingkat rendah dari filum Cnidaria, Kelas Anthozoa subkelas Octacoralia/Alcyonaria, khusus dari ordo Alcyonacea, menghasilkan silikat untuk rangkanya, sehingga terasa lebih lunak jika disentuh.

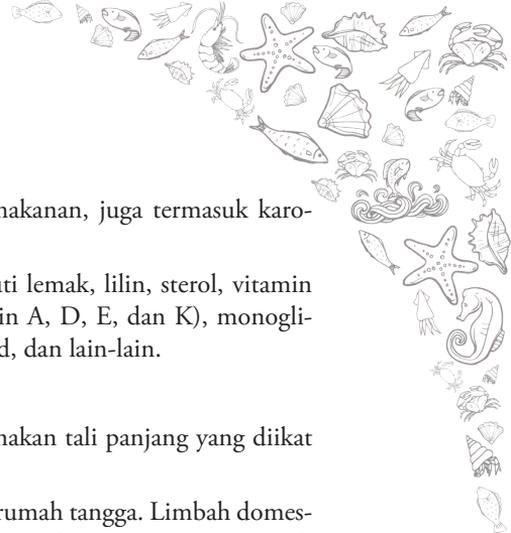


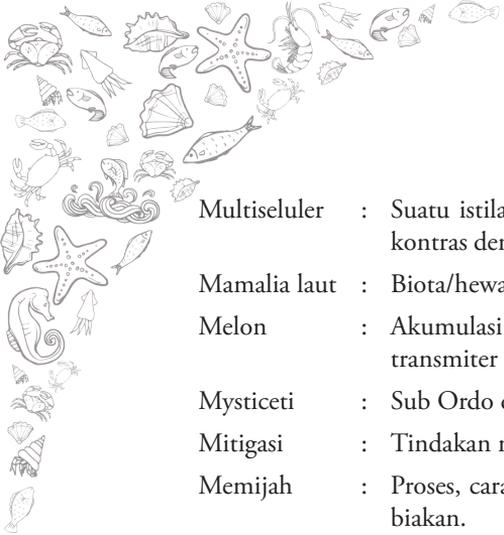
- Krustasea/
Crustacea : Salah satu binatang tak bertulang belakang yang termasuk kelompok Phylum *Arthropoda*, subphylum *Crustacea* dan sangat dekat hubungannya dengan insekta, laba-laba dan kaki seribu. Tubuhnya beruas-ruas atau bersendi-sendi; setiap sendi dihubungkan oleh otot sehingga mudah bergerak.
- Kepulauan
Seribu : Kawasan alam bahari di Indonesia yang terletak kurang lebih 45 km pada lokasi geografis $5^{\circ}23' - 5^{\circ}40' LS, 106^{\circ}25' - 106^{\circ}37' BT$ sebelah utara Jakarta dan terletak di Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, tepatnya di tiga kelurahan, yaitu Pulau Panggang, Pulau Kelapa, dan Pulau Harapan.
- Klasifikasi : Pembagian sesuatu menurut kelas-kelas; proses pengelompokan benda berdasarkan ciri-ciri persamaan dan perbedaan.
- Kaki tabung : Bagian tubuh timun laut yang memiliki fungsi sebagai kaki (lokomotor) di sebelah ventral.
- Kosmopolitan : Sifat hidup suatu makhluk hidup di mana memiliki kemampuan untuk dapat menempati berbagai tipe habitat.
- Komunitas
mangrove : Kumpulan dari populasi jenis tumbuhan pantai yang terdiri atas jenis tumbuhan yang mempunyai hubungan taksonomi sampai taksa kelas (unrelated families), tetapi mempunyai persamaan adaptasi morfologi dan fisiologi terhadap habitat yang dipengaruhi oleh pasang surut.
- Kanopi : Tajuk tumbuhan
- Kerapatan : Jumlah tegakan dalam satuan luas.
- Karaginan : Senyawa yang diekstraksi dari rumput laut dari famili *Rhodophyceae* seperti *Euchema spinosum* dan *Euchema cottonii* yang terdiri dari rantai poliglukan bersulfat dengan massa molekuler (Mr) kurang lebih di atas 100.000 serta bersifat hidrokoloid.
- Kalsium : Jenis mineral yang sangat penting untuk pertumbuhan dan pemeliharaan gigi serta tulang.
- Koloni : Kumpulan dari suatu jenis hewan /tumbuhan yang sama .
- Kompetitor : Saingan/persaingan.
- Komoditi : Sesuatu benda nyata yang relatif mudah diperdagangkan, dapat diserahkan secara fisik, dapat disimpan untuk suatu jangka waktu tertentu dan dapat dipertukarkan dengan produk lainnya dengan jenis yang sama, yang biasanya dapat dibeli atau dijual oleh investor melalui bursa berjangka.
- Karoten : Pigmen berwarna dominan merah-jingga yang ditemukan secara alami pada tumbuhan dan buah-buahan.
- Khlorofil : Zat hijau daun
- Kolesterol : Metabolit yang mengandung lemak sterol (bahasa Inggris: waxy steroid) yang ditemukan pada membran sel dan disirkulasikan dalam plasma darah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

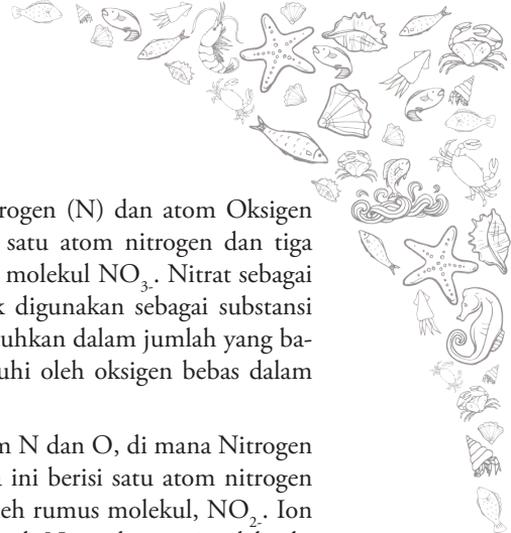


- Kompilasi** : Kumpulan yang tersusun secara teratur (tentang daftar informasi, karangan dan sebagainya).
- Komunitas** : Kelompok organisme (orang dan sebagainya) yang hidup dan saling berinteraksi di dalam daerah tertentu.
- Kosmopolitan** : Mempunyai sebaran yang luas.
- Komponen Diurnal** : Komponen pasang surut dengan frekuensi satu siklus per hari.
- Komponen Semidiurnal** : Komponen pasang surut dengan frekuensi dua siklus per hari.
- Kalsifikasi** : Proses pengendapan kalsium karbonat sebagai bahan penyusun kerangka karang.
- Katering** : Jasa boga
- Komposisi** : Susunan
- Kualitas** : Tingkat baik buruknya sesuatu.
- Kalori** : Perkiraan jumlah energi.
- Karoten** : Pigmen berwarna dominan merah-jingga yang ditemukan secara alami pada tumbuhan dan buah-buahan.
- Komersil** : Nilai yang berhubungan dengan niaga atau perdagangan.
- Kompetensi dasar** : Pengetahuan, keterampilan dan sikap minimal yang harus dicapai/dimiliki oleh seorang siswa untuk menunjukkan bahwa siswa tersebut telah mampu menguasai standar kompetensi yang telah ditetapkan.
- Kognitif** : Potensi intelektual yang terdiri dari tahapan pengetahuan (knowledge), pemahaman (comprehension), penerapan (application), analisis (analysis), sintesis (synthesis), evaluasi (evaluation).
- Kawasan** : Daerah tertentu yang mempunyai ciri tertentu, seperti tempat tinggal, pertokoan, industri, dan sebagainya.
- Koliform** : Kelompok bakteri yg bersifat aerobik atau anaerobik fakultatif, termasuk ke dalam bakteri gram negatif, tidak membentuk spora, dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 35 °C–37 °C. Kelompok bakteri ini lazim digunakan sebagai indikator untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Contoh bakteri koliform antara lain *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella*.
- Lamun** : Tumbuhan tingkat sejati yang memiliki akar, batang dan daun yang hidupnya di laut dan dapat melakukan penyerbukan sempurna dalam keadaan tergenang.
- Larva** : Salah satu tahap perkembangan hewan dalam proses metamorfosis.
- Laminar** : Bentuk menyerupai daun.

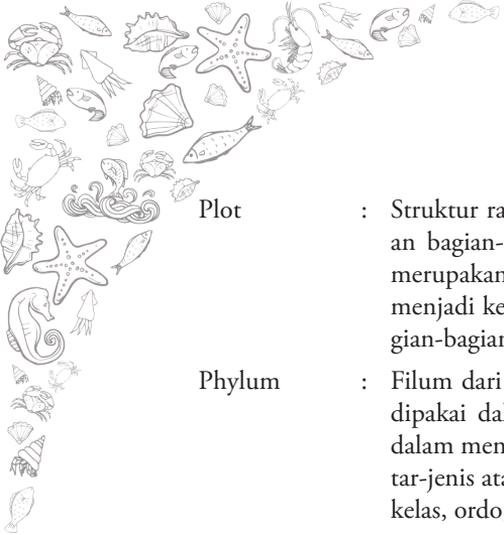
- 
- Lutein : Pigmen organik yang terdapat pada makanan, juga termasuk karotenoid.
- Lipid : Kelompok molekul alami yang meliputi lemak, lilin, sterol, vitamin yang larut dalam lemak (seperti vitamin A, D, E, dan K), monogliserida, digliserida, trigliserida, fosfolipid, dan lain-lain.
- Level : Tingkat(an); tataran; lapisan.
- Lone line* : Teknik budi daya makro alga menggunakan tali panjang yang diikat pada ujung-ujungnya.
- Limbah domestik : Lebih kita kenal dengan istilah limbah rumah tangga. Limbah domestik ini berasal dari pembuangan dalam rumah tangga, seperti sampah dan sejenisnya. Limbah ini dihasilkan dari sisa pembuangan makanan, sisa barang-barang yang sudah tidak terpakai dan ingin segera dibuang, air bekas mencuci atau mandi dan kotoran yang berasal dari tubuh manusia (feses dan urin). Sejatinya limbah domestik tidak berbahaya, seperti limbah industri. Namun, jika pembuangannya tidak tepat, bisa menjadi sumber penyakit bagi masyarakat.
- Limbah anorganik : Limbah-limbah yang tidak mengandung unsur karbon, seperti logam (misalnya besi dari mobil bekas atau perkakas, dan aluminium dari kaleng bekas atau peralatan rumah tangga), kaca, dan pupuk anorganik (misalnya yang mengandung unsur nitrogen dan fosfor). Limbah-limbah ini tidak memiliki unsur karbon sehingga tidak dapat diurai oleh mikroorganisme.
- Lagoon : Sekumpulan air asin yang terpisah dari laut oleh penghalang yang berupa pasir, batu karang atau semacamnya
- Mouthbrooder* : Perawatan yang diberikan oleh beberapa kelompok hewan kepada keturunannya dengan menahan mereka dalam mulut induk untuk waktu yang lama.
- Massive : Bentuk padat dan terkadang tidak beraturan.
- Monaxones : Struktur spikula yang berwujud dua dimensi.
- Mangrove : Disebut juga hutan mangrove adalah hutan yang tumbuh di air payau, dan dipengaruhi oleh pasang-surut air laut.
- Moluska : Kelompok hewan lunak yang tidak memiliki tulang belakang.
- Monospesies : Kondisi di mana suatu habitat hanya terdiri dari satu jenis makhluk hidup saja yang mendominasi sehingga peran spesies lainnya dapat diabaikan.
- Morfologi : Cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang bentuk / struktur luar dan susunan makhluk tubuh hidup.
- Makro alga : Sekelompok organisme autotrof yang tidak memiliki organ dengan perbedaan fungsi yang nyata dan seluruh tubuhnya disebut talus.



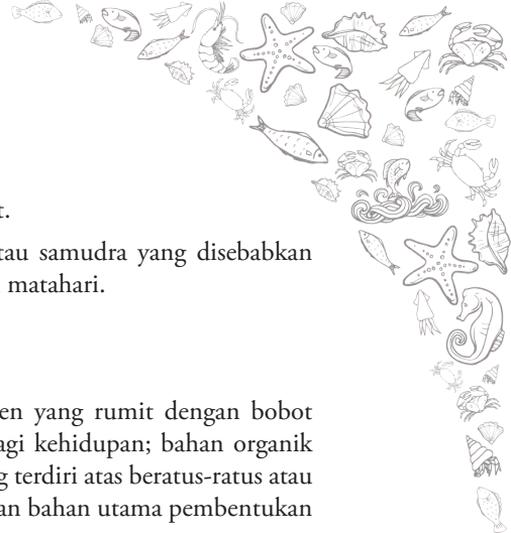
- Multiseluler : Suatu istilah biologi untuk organisme yang mempunyai banyak sel, kontras dengan organisme uniseluler yang hanya mempunyai satu sel.
- Mamalia laut : Biota/hewan yang termasuk mamalia dan dominan hidup di air.
- Melon : Akumulasi lemak pada area dahi mamalia laut yang berfungsi sebagai transmitter gelombang ekolokasi.
- Mysticeti : Sub Ordo dari Cetacea yang tidak bergigi, *Berbaleen*.
- Mitigasi : Tindakan mengurangi dampak bencana.
- Memijah : Proses, cara, perbuatan memijahkan; hal memijahkan, pengembangbiakan.
- Mineral : Padatan senyawa kimia homogen, non-organik, yang memiliki bentuk teratur (sistem kristal) dan terbentuk secara alami.
- Material : Bahan/substansi.
- Mutu : Kualitas.
- Milk based product* : Makanan yang berbahan dasar dari susu.
- Merkuri : Logam berat berbentuk cair, berwarna putih perak, dan mudah menguap pada suhu ruangan. Berbahaya jika masuk ke dalam tubuh.
- Migrasi : Perpindahan penduduk dari satu tempat (negara dan sebagainya) ke tempat (negara dan sebagainya) lain untuk menetap.
- Mobilisasi : Perpindahan (tempat atau kedudukan, tingkah laku) orang-orang dalam masyarakat dengan pola yang baru.
- Mikroorganisme : Makhluk hidup yang berukuran mikroskopis yang bisa hidup bebas maupun berasosiasi dengan makhluk hidup lain secara saprofitik, parasitik, patogenik, endofitik, dan simbiotik. Mikroorganisme sering kali bersel tunggal (uniseluler) maupun bersel banyak (multiseluler), secara taksonomi termasuk dalam fungi, protista, monera, dan virus.
- Non Acropora : Kelompok karang keras bukan dari genus Acropora.
- Nutrien : Zat yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk hidup, tumbuh, dan berkembang; hara.
- Non-hayati : Berhubungan dengan non-hidup.
- Navigasi : Penentuan kedudukan (position) dan arah perjalanan baik di medan sebenarnya atau di peta.



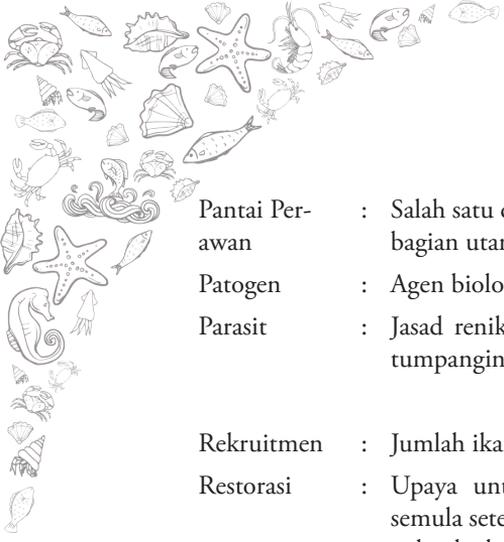
- Nitrat : Ion poliatomik terbuat dari atom Nitrogen (N) dan atom Oksigen (O). Struktur kimianya mengandung satu atom nitrogen dan tiga atom oksigen dan diwakili oleh rumus molekul NO_3 . Nitrat sebagai unsur hara utama Nitrogen anorganik digunakan sebagai substansi atau komponen dinding sel yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak. Keberadaannya sangat dipengaruhi oleh oksigen bebas dalam air.
- Nitrit : Ion poliatomik yang mengandung atom N dan O, di mana Nitrogen memiliki jumlah oksidasi +3. Senyawa ini berisi satu atom nitrogen dan dua atom Oksigen dan diwakili oleh rumus molekul, NO_2 . Ion nitrit dapat dioksidasi untuk membentuk Nitrat karena jumlah oksidasi Nitrogen di Nitrit adalah kurang dari Nitrat. Setelah bereaksi dengan air, Nitrit membentuk asam nitrat, yang dianggap sebagai asam lemah dalam kimia anorganik.
- Omnivora : Pemakan tumbuhan dan pemakan daging (bahan nabati dan hewan).
- Others (OT)* : Kelompok biota bentik lainnya (selain karang keras, karang lunak, sponge, dan algae), yang hidup di terumbu karang, digunakan sebagai salah satu kategori bentik dalam penilaian kondisi terumbu karang.
- Odontoceti : Sub Ordo dari Cetacea yang bergigi.
- Oseanografis : Istilah kelautan.
- Organoleptik : Teknik pengujian terhadap bahan makanan berdasarkan kesukaan dan kemauan untuk mempergunakan suatu produk.
- OV (Option Value)/ Manfaat Pilihan* : Nilai yang menunjukkan kesediaan seseorang atau individu untuk membayar demi kelestarian sumber daya bagi pemanfaatan di masa depan.
- Observasi : Aktivitas terhadap suatu proses atau objek dengan maksud merasakan dan kemudian memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk melanjutkan suatu penelitian.
- Organisme : Segala jenis makhluk hidup (tumbuhan, hewan, dan sebagainya); susunan yang bersistem dari berbagai bagian jasad hidup untuk suatu tujuan tertentu.
- Panjang Baku : Pengukuran dari ujung mulut hingga pangkal ekor.
- Poecilloserida* : Ordo dari *Porifera* yang paling banyak karakter pertumbuhannya dan dicirikan mempunyai megaskleres (sama ataupun beda ujungnya) dan mikroskleres terutama chelae dan sigma.



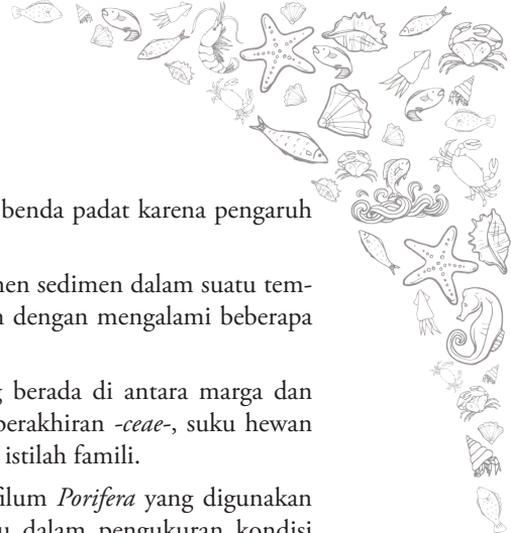
- Plot** : Struktur rangkaian kejadian dalam cerita yang disusun sebagai urutan bagian-bagian dalam keseluruhan fiksi. Dengan demikian, plot merupakan perpaduan unsur-unsur yang membangun cerita sehingga menjadi kerangka utama cerita. Plot arti dalam penelitian adalah bagian-bagian dari suatu area.
- Phylum** : Filum dari bahasa Yunani; phylum adalah cabang. Biasanya kata ini dipakai dalam ilmu bahasa perbandingan atau dalam ilmu biologi dalam menguraikan atau mengklasifikasikan hubungan 'keluarga' antar-jenis atau bahasa. Dalam biologi, klasifikasi ini menjadi subfilum, kelas, ordo, famili, genus dan spesies.
- Pulau Pari** : Salah satu Kelurahan di Kecamatan Kepulauan Seribu Selatan, Kabupaten Kepulauan Seribu, Jakarta, Indonesia. Pulau ini berada di tengah gugusan pulau yang berderet dari selatan ke utara perairan Jakarta.
- Pulau Tengah** : Pulau yang berada pada gugusan Kepulauan Seribu yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta merupakan salah satu pulau di gugusan Pulau Pari.
- Pulau Burung** : Pulau yang berada pada gugusan Kepulauan Seribu dan secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta. Pulau ini merupakan salah satu pulau di gugusan Pulau Pari yang dijadikan sebagai daerah konservasi pengembangan satwa burung, yakni elang bondol.
- Pulau Tikus** : Pulau Tikus adalah pulau kecil yang terletak di perairan Pantai Bengkulu. Pulau Tikus ini merupakan bagian dari wilayah pemerintah Kota Bengkulu, provinsi Bengkulu. Pulau ini sering dikunjungi para wisatawan dan dapat ditempuh dengan menyewa perahu nelayan dari Pantai Zakat maupun Pantai Tapak Paderi.
- Pulau Kongsi** : Pulau yang berada pada gugusan Kepulauan Seribu yang secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu Provinsi DKI Jakarta merupakan salah satu pulau di gugusan Pulau Pari bersama Pulau Burung dijadikan daerah konservasi pengembangan satwa burung, misalnya elang bondol.
- Predator** : Binatang yang hidupnya dari memangsa binatang lain; hewan pemangsa hewan lain.
- Posterior** : Bagian tubuh yang berada di area sekitar anus.
- Papilla** : Bagian tubuh dari timun laut yang menonjol dan berfungsi sebagai reseptor di sebelah dorsal.
- Populasi** : Sekumpulan individu dengan ciri-ciri yang sama (spesies) yang hidup di tempat yang sama dan memiliki kemampuan bereproduksi di antara sesamanya.
- Perubahan Iklim** : Perubahan kecenderungan rata-rata faktor iklim dalam suatu tempat yang disebabkan oleh perubahan keseimbangan atmosferik.



- Phaeophyceae* : Salah satu kelas dari makro alga cokelat.
- Pasang : Naiknya posisi permukaan perairan atau samudra yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari.
- Pesisir : Daerah di sekitar pantai.
- Pigment : Zat warna.
- Protein : Kelompok senyawa organik bernitrogen yang rumit dengan bobot molekul tinggi yang sangat penting bagi kehidupan; bahan organik yang susunannya sangat majemuk, yang terdiri atas beratus-ratus atau beribu-ribu asam amino, dan merupakan bahan utama pembentukan sel dan inti sel; zat putih telur.
- Polisakarida : Polimer yang tersusun dari ratusan hingga ribuan satuan monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Polisakarida adalah karbohidrat sehingga tersusun hanya dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O).
- Pengemulsi : Zat untuk membantu menjaga kestabilan emulsi minyak dan air.
- Pensuspensi : Bahan-bahan pengental.
- Penstabil : Zat tambahan yang sengaja ditambahkan untuk memperbaiki kestabilannya.
- Pupil : Bulatan di tengah mata, tempat masuknya cahaya.
- Parameter : Ukuran seluruh populasi dalam penelitian yang harus diperkirakan dari yang terdapat di dalam percontoh.
- $p\text{CO}_2$: Tekanan parsial CO_2 yaitu hipotetis gas CO_2 pada saat gas tersebut menempati volume campuran pada suhu yang sama.
- pH : Derajat keasaman air laut.
- Perubahan sosial : Perubahan pada berbagai lembaga kemasyarakatan, yang memengaruhi sistem sosial masyarakat, termasuk nilai-nilai, sikap, pola, perilaku di antara kelompok dalam masyarakat.
- Persentase : Bagian dari keutuhan yang dinyatakan dengan persen.
- Pasca panen : Masa sesudah panen.
- Para-para : Rak/tempat menjemur makro alga yang terbuat dari bambu.
- Polyfenol : Senyawa yang ditemukan pada tumbuhan, biasanya bersifat antioksidan, contohnya senyawa fenol.
- Pengeringan tawar : Teknik pengeringan hasil budi daya makro alga di mana setelah panen makro alga dari laut, makro alga terlebih dahulu direndam menggunakan air tawar selama 3 hari baru setelah itu dijemur. Sementara itu, teknik pengeringan asin tanpa adanya perendaman dengan air tawar.
- Psikomotorik : Kelanjutan dari hasil belajar kognitif (memahami sesuatu) dan hasil belajar afektif (yang baru tampak dalam bentuk kecenderungan-kecenderungan berperilaku).
- Pencemaran : Proses, cara, atau perbuatan mencemari atau mencemarkan.

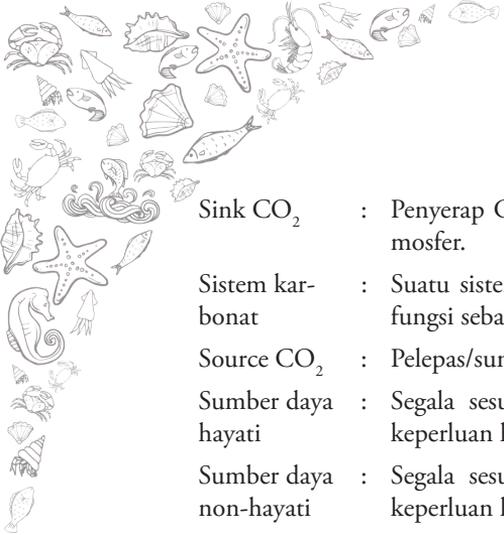


- Pantai Perawan : Salah satu destinasi wisata bahari di Pulau Pari yang terletak di pantai bagian utara.
- Patogen : Agen biologis yang menyebabkan penyakit pada inangnya.
- Parasit : Jasad renik yang dapat menurunkan produktivitas hewan yang ditumpangnya.
-
- Rekrutmen : Jumlah ikan muda yang masuk ke area tertentu.
- Restorasi : Upaya untuk memulihkan atau mengembalikan kepada kondisi semula setelah mengalami kerusakan, perubahan fungsi dan atau pernah ada dan hilang keberadaannya.
- Resiliensi : Sebuah ukuran terhadap ketangguhan dan kemampuan suatu sistem untuk menerima dan menyerap segala perubahan dan tekanan/gangguan serta masih mampu menjaga hubungan antara populasi dan atau berbagai keadaan/kondisi di dalamnya.
- Random sampling : Metode survei yang mengambil sampel secara acak.
- Rataan terumbu : Daerah terumbu yang berbatasan langsung dengan daratan atau pada daerah pasang surut.
- Reference Collection : Ruang penyimpanan biota koleksi.
- Reproduksi : Proses biologi suatu individu untuk menghasilkan individu baru melalui beberapa mekanisme tertentu.
- Regenerasi mangrove : Tingkat pertumbuhan tegakan muda (anakan–sapling) mangrove pada suatu area pengamatan.
- Rhodophyceae* : Salah satu kelas dari makro alga merah.
- Raw material : Produk mentah/belum diolah.
- Rostral disk : Bagian pada moncong dugong yang berbentuk mendatar.
- Respirasi : Proses pernapasan oleh makhluk hidup yaitu dengan menyerap oksigen dan melepaskan CO₂.
- Rentan : Tingkat di mana sistem alam akan mengalami kerugian karena gangguan atau tekanan dari luar.
- Reklamasi : Pengurukan (tanah), pemanfaatan daerah yang semula tidak berguna untuk memperluas tanah (pertanian) atau tujuan lain, misalnya dengan cara menguruk daerah rawa-rawa.
- Run off* : Bagian dari pencairan, salju meleleh, atau air irigasi yang mengalir dari darat ke sungai-sungai atau badan air lainnya, termasuk perairan pantai yang menampungnya.

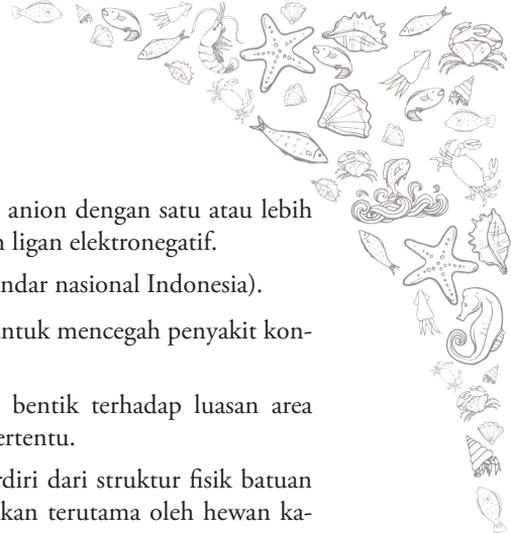


- Sedimentasi : Pengendapan atau hal mengendapkan benda padat karena pengaruh gaya berat.
- Sedimen : Terakumulasinya partikel atau komponen sedimen dalam suatu tempat yang biasanya berbentuk cekungan dengan mengalami beberapa proses terlebih dahulu.
- Suku : Takson dalam satuan taksonomi yang berada di antara marga dan bangsa (nama suku tumbuhan selalu berakhiran *-ceae-*, suku hewan berakhiran *-idae*) atau dikenal dengan istilah famili.
- Sponge : Kelompok biota tingkat rendah dari filum *Porifera* yang digunakan sebagai salah kategori bentik terumbu dalam pengukuran kondisi terumbu karang.
- Spikula : Struktur keras yang dihasilkan dari endapan kalsium karbonat dan mineral lain yang dibuat oleh spons sebagai penyokong tubuhnya.
- Substrat : Landasan, alas, dasar, dasar hidup.
- Subtidal : Area dekat dengan daratan akan tetapi selalu tergenang air dan tidak terpengaruh oleh pasang surut.
- Soliter : Pola hidup suatu organisme di alam yang menunjukkan kecenderungan secara menyendiri atau sepasang-sepasang, tidak mengelompok.
- Struktur komunitas : Suatu konsep yang mempelajari susunan atau komposisi spesies dan kelimpahannya dalam suatu komunitas.
- Sapling : Komunitas tegakan mangrove yang masih muda dengan ukuran diameter batang di bawah 4 cm dan tinggi lebih dari 1,5 meter.
- Seedling* : Komunitas tegakan mangrove yang masih muda dan biasa juga disebut semai, dengan tinggi tegakan di bawah 1.5 m
- Surut : Turunnya posisi permukaan perairan atau samudra yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari.
- Senyawa : Zat kimia murni yang terdiri dari dua atau beberapa unsur yang dapat dipecah-pecah lagi menjadi unsur-unsur pembentuknya dengan reaksi kimia tersebut.
- Species : Tingkatan klasifikasi makhluk hidup dalam taksonomi yang berarti jenis (dalam taksonomi makro alga).
- Substrat: Lapisan dasar sesuatu atau lapisan yang berada di bawah lapisan lain.
- Sirenia : Tingkat ordo yang meliputi mamalia laut kelompok dugong dan manatee.
- Sentinel : Penjaga.
- Sedimentasi : Pengendapan atau hal mengendapkan benda padat karena pengaruh gaya berat.
- Signifikan : Penting, berarti.
- Stagnan : Fase dalam keadaan terhenti.
- Slack Water* : Kondisi kecepatan arus laut sangat lemah mendekati nol.

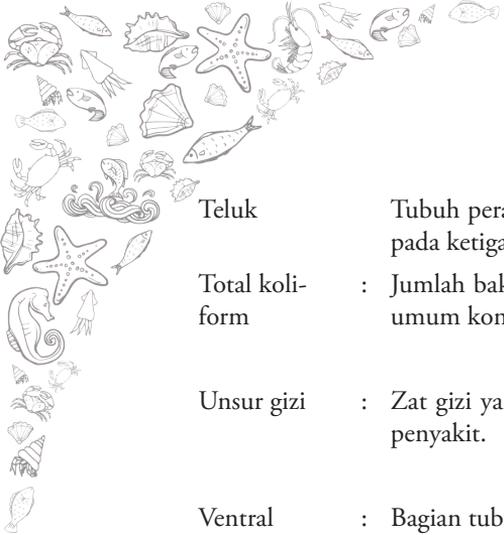
Buku ini tidak diperjualbelikan.



- Sink CO₂ : Penyerap CO₂ atau proses yang mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer.
- Sistem karbonat : Suatu sistem senyawa karbon yang terikat dalam air laut yang berfungsi sebagai penyanggah perairan laut agar tetap basa.
- Source CO₂ : Pelepas/sumber CO₂ atau proses yang menambah CO₂ di atmosfer.
- Sumber daya hayati : Segala sesuatu yang dapat digunakan manusia untuk memenuhi keperluan hidupnya yang dapat diperbarui.
- Sumber daya non-hayati : Segala sesuatu yang dapat digunakan manusia untuk memenuhi keperluan hidupnya yang tidak dapat diperbarui.
- Sampah organik : Sampah yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan mudah mengalami daur ulang.
- Sampah anorganik : Sampah yang terdiri atas unsur yang tidak dapat diproses secara alami.
- Struktur sosial : Konsep perumusan asas hubungan antarindividu dalam kehidupan masyarakat yang merupakan pedoman bagi tingkah laku individu.
- Sosialisasi : Upaya memasyarakatkan sesuatu sehingga menjadi dikenal, dipahami, dihayati oleh masyarakat; pemasyarakatan.
- Survei : Teknik riset dengan memberi batas yang jelas atas data; penyelidikan; peninjauan.
- Sampan : Perahu kecil, digerakkan menggunakan motor.
- Salad dressing : Bumbu salad.
- Sifat fungsional : Zat aktif/senyawa yang terkandung dalam organisme yang memiliki nilai bagi kehidupan manusia.
- Sexual : Istilah reproduksi pada tumbuhan atau hewan yang dilakukan secara tidak kawin (Generatif).
- Salinitas : Kadar garam suatu larutan.
- Styrofoam : Kemasan berbahan polystyrene.
- Sortasi : Pemisahan produk yang sudah bersih menjadi bermacam macam mutu atas dasar sifat-sifat fisik.
- Silabus : Rencana pembelajaran pada suatu kelompok mata pelajaran dengan tema tertentu, yang mencakup standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pembelajaran, indikator, penilaian, alokasi waktu, dan sumber belajar yang dikembangkan oleh setiap satuan pendidikan.
- Sasi : Kearifan lokal (*local wisdom*) turun-temurun di hampir sebagian besar masyarakat Maluku dan Papua. Sasi merupakan pelarangan/pemanenan/penangkapan suatu komoditi darat (kelapa, buah-buahan) maupun komoditi laut (ikan, moluska, teripang, dan sebagainya) pada suatu musim (*close season*) atau pada suatu daerah (*close area*), sampai sasi dinyatakan dibuka kembali (tidak dilarang untuk memanen/menangkap komoditi yang disasi) oleh ketua adat setempat.



- Silikat : Suatu senyawa yang mengandung satu anion dengan satu atau lebih atom silikon pusat yang dikelilingi oleh ligan elektronegatif.
- SNI : Standar mutu produk di Indonesia (standar nasional Indonesia).
- Serat : Senyawa yang diperlukan oleh tubuh untuk mencegah penyakit konstipasi.
- Tutupan bentik : Suatu porsi penutupan oleh populasi bentik terhadap luasan area dasar perairan pada waktu dan ruang tertentu.
- Terumbu karang : Sebuah ekosistem perairan dangkal terdiri dari struktur fisik batuan kapur (kalsium karbonat) yang dihasilkan terutama oleh hewan karang dan biota penghasil kapur lainnya.
- Turf algae (TA) : Kelompok makro alga berbentuk filamen atau halus seperti lumut atau rambut, digunakan sebagai salah satu kategori bentik dalam penilaian kondisi terumbu karang.
- Tretaxones : Struktur spikula yang bercabang empat.
- Tubular : Bentuk menyerupai tabung.
- Transek line : Sebuah metode penelitian yang umum dilakukan dalam penelitian biota di daerah pesisir yang berupa garis lurus.
- Tidal Flushing* : Pergantian massa air secara sistematis pada wilayah pesisir akibat peristiwa pasang surut air laut.
- Triangular : Berbentuk menyerupai segitiga.
- Tren : Pergerakan dari waktu ke waktu yang terdeteksi secara statistik.
- Tropika : Daerah (darat, laut) yang terletak di antara 23,5°LU dan 23,5°LS, beriklim panas-lembap berhujan.
- Thallus : Tubuh tanaman yang tidak dibedakan menjadi batang dan daun dan tidak memiliki akar sejati dan sistem pembuluh darah. Thalli adalah ciri khas dari alga, jamur, lumut, dan beberapa lumut hati.
- Tali ris : Tali dari bahan polyethilen (PE).
- Terpal : Kain terbuat dari plastik.
- TEV (Total Economic Value)*/Nilai manfaat ekonomi total : Penjumlahan dari seluruh manfaat yang telah diidentifikasi
- Toksik : Zat padat, cair, atau gas, yang dapat mengganggu proses kehidupan sel suatu organisme.
- Terumbu karang : 1. Sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut *Zooxanthellae*. Terumbu karang termasuk dalam jenis filum *Cnidaria* kelas Anthozoa yang memiliki tentakel. Kelas *Anthozoa* tersebut terdiri dari dua subkelas yaitu *Hexacorallia* (atau *Zoantharia*) dan *Octocorallia*. 2. ekosistem bawah laut yang terdiri dari sekelompok binatang karang yang membentuk struktur kalsium karbonat, semacam batu kapur.

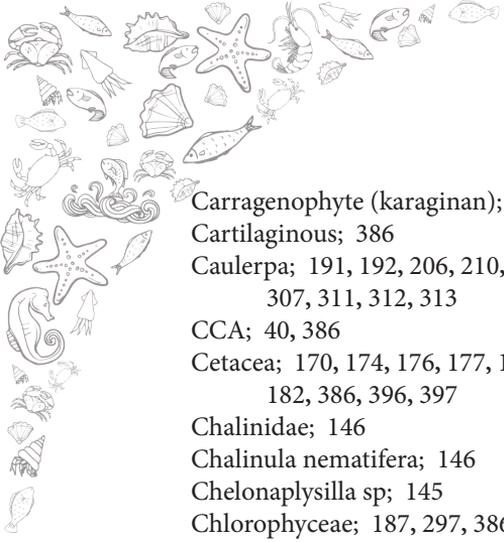


- Teluk : Tubuh perairan yang menjorok ke daratan dan dibatasi oleh daratan pada ketiga sisinya.
- Total koliform : Jumlah bakteri kelompok koliform yang dapat memberikan indikasi umum kondisi sanitasi dari suatu pasokan air.
- Unsur gizi : Zat gizi yang dibutuhkan agar tubuh tetap sehat dan terhindar dari penyakit.
- Ventral : Bagian tubuh yang lebih dikenal sebagai area perut.
- Vegetasi : Berbagai macam bentuk kehidupan yang berhubungan dengan tumbuhan atau tanaman yang menempati suatu ekosistem.
- Vitamin : Sekelompok senyawa organik berbobot molekul kecil yang memiliki fungsi vital dalam metabolisme setiap organisme, yang tidak dapat dihasilkan oleh tubuh.
- Value added* : Faktor yang dapat menaikkan nilai gunanya.
- VCM (Contingent valuation method)* : Metode langsung penilaian ekonomi melalui pertanyaan kemauan membayar seseorang (*Willingness to Pay*= WTP).
- Virus : Parasit mikroskopik yang menginfeksi sel organisme biologis.
- Wilayah : Daerah (kekuasaan, pemerintahan, pengawasan, dan sebagainya); lingkungan daerah (provinsi, kabupaten, kecamatan).
- Wishker : Rambut-rambut di sekitar moncong lumba-lumba pada usia muda.
- WTP (Willingness to Pay)* : Kemauan membayar seseorang.
- Xanthofil : Pigmen yang membantu dalam proses fotosintesis.
- Zonasi : Pembagian atau pemecahan suatu areal menjadi beberapa bagian, sesuai dengan fungsi dan tujuan pengelolaan; perzonaan.



INDEKS

- Aptos suberitoides; 145, 149, 152
Abrasi; 322, 383
Acanthella sp; 146
Acropora; 41, 42, 47, 383, 396
Actinopyga; 88, 94, 98, 99, 100, 101, 102, 112
Adaptasi; 383, 422
Afektif; 384
Agar-agar; 210, 384
Agelasidae; 145
Agelas sp; 145
Agregasi; 383
Algae; 42, 47, 213, 214, 295, 302, 303, 306, 313, 383, 386
Alginat; 210, 384
Alkali; 384
Alternatif; 235, 384
Amonia; 385
Ancaman; 3, 33, 127, 164, 269
Ancorinidae; 145
Antioksidan; 384
Antropogenik; 384
Aperture; 384
Aplysinella strongylata; 147
Aplysinellidae; 147
Apodida; 100, 109
Arthropoda; 57, 71, 383, 385, 393
Asam amino; 384
Asexual; 384
Asteroidea; 87, 88, 89, 90, 91, 94, 383
Atol; 384
Bahari; 311, 385
Bakteri; 225, 386, 390
Bentik; 39, 42, 44, 47, 48, 61, 143, 385
Bioaktif; 385
Biodiversitas; 67, 112, 166, 385
Bioindikator; 385
Biomassa; 385
Bioremediasi; 386
Biota; 3, 10, 53, 69, 247, 335, 385, 396, 417, 418, 420
Biota laut; 3
Bioturbator; 385
Body whorl; 385
Bohadschia; 88, 98, 99, 100, 101, 102, 112
Brachyura; 58, 60, 67, 69, 71, 82, 83, 84, 385
Bristle; 385
Budi Daya; 119, 209, 214, 299, 311, 385, 426
Callyspongia aerizusa; 146
Callyspongia joubini; 146
Callyspongiidae; 146



Carragenophyte (karaginan); 386
Cartilaginous; 386
Caulerpa; 191, 192, 206, 210, 211, 215, 307, 311, 312, 313
CCA; 40, 386
Cetacea; 170, 174, 176, 177, 179, 180, 182, 386, 396, 397
Chalinidae; 146
Chalinula nematifera; 146
Chelonaplysilla sp; 145
Chlorophyceae; 187, 297, 386
Cinachyrella australiensis; 145, 150
citra satelit; 12, 23, 27, 34, 55, 148, 249, 333
Clathria (Thalysias) cervicornis; 147
Clathria (Thalysias) reinwardti; 147
Clionaidae; 145
Coelosphaeridae; 147
Contingent Valuation; 319, 320
Crambeidae; 147
Crinoidea; 89, 386
Crustose Coraline Algae (CCA); 386
CVM; 319, 320

Dactylospongia elegans; 145
Darwinellidae; 145
Dasychalina fragilis; 146, 150
DC; 42, 47, 237, 386
DCA; 41, 42, 47, 386
Dead Coral (DC); 42, 47, 386
Dead Coral With Algae; 42, 386
Decapoda; 69, 71, 83, 84, 386
Degeneratif; 387
Degradasi; 33, 316, 387
Demospongiae; 147, 386
Deposit feeder; 386
Destinasi; 387
Devisa negara; 386
DIC; 255, 257, 258, 261, 262, 264, 387
Dictyonellidae; 146
Direct Use Value; 319, 387
Dispersi; 387
Distribusi; 23, 78, 143, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 226, 333, 386, 419
Diversifikasi; 387

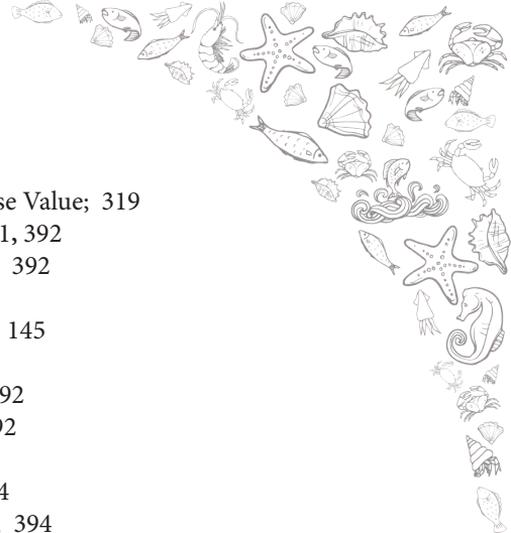
DO; 223, 250, 258, 260, 387
Dominansi; 63, 65, 387, 391
DPBL; 335, 341, 342, 387
Drone; 387
Dysideidae; 145

Echinodermata; 9, 69, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 111, 112, 113, 383, 386, 418, 419
Echinoidea; 87, 88, 89, 91
E.coli; 225
E. cottonii; 388
Ekologi; 67, 119, 120, 388, 416, 420
Ekosistem; 6, 11, 56, 61, 71, 153, 164, 189, 217, 228, 249, 258, 260, 267, 281, 315, 316, 317, 318, 320, 321, 322, 326, 328, 329, 330, 331, 335, 339, 387, 391, 421
Ekosistem Mangrove; 267, 315, 321, 322, 329, 330
Ekosistem pesisir; 387
Ekspedisi; 388, 419, 420, 424, 425
Eksplorasi; 333, 388
Ekspor; 308, 313, 388
Ekstraksi; 388
Emulsifikasi; 389
Erosi; 388
Estuaria; 388
Eucheuma edule; 296, 388
Eucheuma sp; 188, 207, 295, 296, 298, 304, 307, 308, 309, 311
Eucheuma spinosum; 296, 312, 388
Evaporasi; 389
Existence Value; 319, 389

Famili; 42, 75, 77, 78, 79, 80, 98, 99, 100, 105, 106, 121, 125, 127, 129, 130, 132, 133, 134, 140, 150, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 182, 389
Farmasi; 389
Fauna; 9, 59, 66, 68, 73, 83, 141, 153, 389
Fekal koli; 390
Fikobilin; 389
Fikoeritrin; 390
Fisikokimia; 390

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Fix wing; 389
 Fleshy seaweed; 389
 Fluks CO₂; 265, 389
 Fosfat; 390
 Fotooksidasi; 390
 Fukosantin; 390
- Gafrarium; 119, 120, 126, 139
 Gas Rumah Kaca; 390
 Gel; 303, 390
 Genus; 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 129, 135, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 182, 191, 192, 196, 203, 206, 390
 Gizi; 304, 305, 390
 Goba; 47, 182
 Gugusan pulau; 143, 390
 Gugus Pulau Pari; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 23, 34, 117, 119, 121, 135, 138, 140, 322, 333
- Habitat; 22, 55, 94, 120, 128, 143, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 390, 427
 Halichondria (Halichondria) cartilaginea; 145
 Halichondriidae; 145
 Haliclona (Gellius) amboinensis; 146
 Haliclona (Reniera) sp; 146
 Haliclona sp; 146
 Hemispherical Photography; 390, 420
 Herbivora; 390
 Hidrokarbon; 391
 Hippopus; 118, 119, 125, 138, 140
 Holothuria; 87, 88, 90, 92, 98, 99, 100, 102, 103, 111, 112
 Holothuriida; 96, 99
 Holothuriidae; 98, 99, 105, 110, 112
 Holothuroidea; 87, 88, 89, 95, 111, 112
 Hydrocolloid; 391
- Ikan Lamun; 154, 156, 391
 Implikasi; 2
 Indeks Dominansi; 63, 65, 391
 Indeks Keanekaragaman; 63, 65, 66, 391
 Indeks Kemerataan; 63, 64, 391
- Indirect Use Value; 319
 INP; 20, 21, 392
 Intervensi; 392
 Iodin; 392
 Irciniidae; 145
- Jangkar; 392
 Juvenil; 392
- Kalori; 394
 Kalsifikasi; 394
 Kalsium; 209, 393
 Kanopi; 13, 14, 393
 karaginan; 187, 210, 214, 304, 308, 312, 386
 karang; 2, 3, 5, 6, 15, 23, 25, 29, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 69, 71, 74, 77, 79, 86, 89, 91, 92, 94, 99, 105, 109, 111, 113, 116, 117, 118, 127, 137, 139, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 152, 156, 161, 162, 164, 166, 187, 190, 214, 221, 229, 230, 232, 240, 249, 250, 251, 252, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 275, 278, 281, 282, 284, 285, 286, 287, 288, 292, 294, 295, 317, 333, 339, 340, 342, 349, 353, 383, 384, 385, 386, 389, 392, 394, 395, 396, 397, 401, 403, 414, 416, 420, 423, 427
 Karang keras; 392
 Karang lunak; 49, 392
 Karoten; 393, 394
 Kawasan; 21, 26, 32, 77, 85, 184, 222, 226, 282, 330, 393, 394
 Keanekaragaman; 9, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 73, 83, 85, 87, 88, 94, 110, 120, 140, 145, 156, 166, 184, 214, 317, 329, 334, 387, 391, 392
 Keanekaragaman Jenis; 87, 88, 145, 156, 392
 Kelimpahan; 17, 67, 93, 112, 156, 392
 Keong Blencong; 322
 Kepiting; 9, 71, 72, 73, 77, 78, 79, 80





Kepulauan Seribu; 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 89, 90, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 101, 102, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 127, 128, 129, 130, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 170, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 196, 203, 205, 206, 208, 212, 213, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 237, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309, 310, 311, 312, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 339, 341, 343, 344, 348, 349, 350, 351, 353, 393, 398, 427

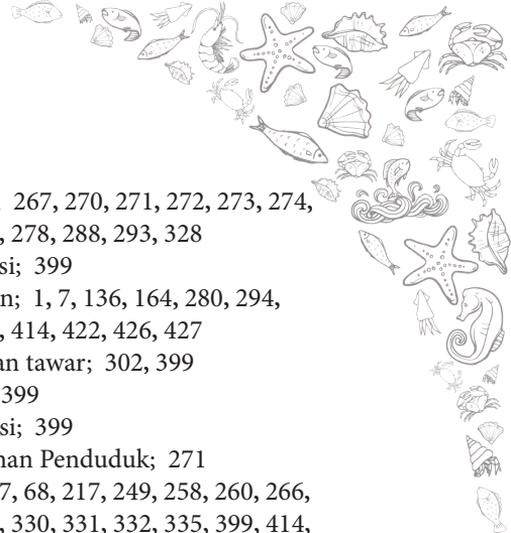
Kognitif; 394
Kolesterol; 393
Koliform; 394
Koloni; 47, 190, 393
Komersil; 394, 419
Kompetensi dasar; 345, 394
Kompetitor; 393
Komponen Diurnal; 394
Komponen Semidiurnal; 394
Komposisi Jenis; 20, 21, 29

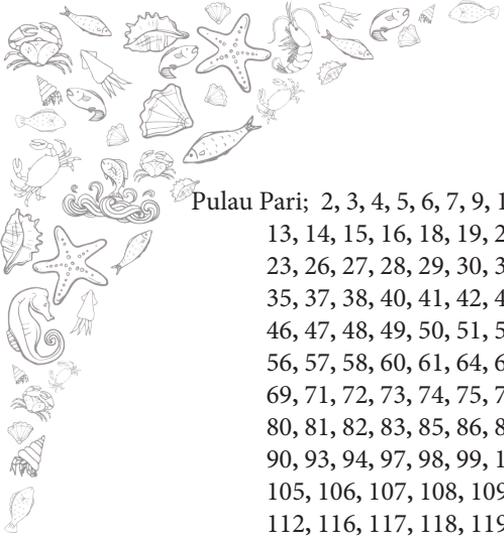
Komunitas; 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 28, 67, 120, 139, 227, 350, 393, 394, 401
Kondisi terumbu; 38, 39, 42, 43, 148, 392
Konservasi; 85, 119, 141, 184, 335, 337, 339, 343, 345, 346, 347, 392, 417, 418, 420
Kosmopolitan; 393, 394
Krustasea; 9, 53, 57, 58, 59, 61, 69, 83, 150, 393

Labidodemas; 98, 99, 100, 103, 104, 112
Lagoon; 395
lamun; 53
Lamun; 9, 10, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 58, 117, 153, 154, 156, 162, 164, 166, 251, 391, 394, 427
Limbah domestik; 220, 224, 395
Liosina paradoxa; 146
Lipid; 395
Lissodendoryx sp; 147
Lone line; 395
Luas Padang Lamun; 27
Lutein; 395

Makro alga; 187, 188, 189, 190, 209, 210, 213, 295, 297, 298, 301, 302, 303, 304, 305, 395
Mamalia laut; 169, 170, 171, 396
mangrove; 53
Mangrove; 9, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 53, 56, 58, 120, 132, 267, 315, 317, 321, 322, 329, 330, 332, 395
Mata Pencacahan; 274, 277
Material; 396
Melon; 396
Memijah; 396
Merkuri; 396
Method; 319, 320
Microcionidae; 146
Migrasi; 396
Mikroorganisme; 396
Milk based product; 396
Mineral; 396

- Mitigasi; 396
 Mobilisasi; 396
 Mollusca; 140, 141, 420
 Monanchora sp; 147
 Mulok; 344, 345, 351
 Multiseluler; 396
 Mutu; 139, 302, 396
 Mysticeti; 170, 396
- Navigasi; 396
 Neopetrosia exigua; 146
 Niphates olemda; 146
 Niphates sp; 146
 Niphatidae; 146
 Nitrat; 397
 Nitrit; 397
 Non Acropora; 42, 47, 396
- Observasi; 397
 Oceanapia ramsayi; 146
 Odontoceti; 170, 174, 176, 177, 179,
 180, 182, 397
 Opheodesoma; 87, 89, 90, 92, 100, 106,
 107, 108
 Ophiuroidea; 87, 88, 89, 150
 Option Value; 319, 397
 Organisme; 397
 Organoleptik; 302, 397
 Oseanografis; 397
 Others (OT); 42, 47, 397
- Padang Lamun; 9, 10, 25, 27, 28, 30,
 153, 162, 164
 Palustris; 133
 Pantai Perawan; 31, 32, 220, 223, 226,
 317, 322, 326, 400
 Para-para; 399
 Pasang; 132, 243, 245, 399
 Pasca panen; 399
 pCO₂; 255, 256, 257, 258, 262, 263, 265,
 399
 Pearsonothuria; 98, 99, 100, 104, 112
 Pemantauan; 34
 Pendidikan; 273, 335, 337, 339, 343,
 344, 345, 346, 347, 388, 423, 426,
 427, 428
- Penduduk; 267, 270, 271, 272, 273, 274,
 277, 278, 288, 293, 328
 Pengelmu; 399
 Pengelolaan; 1, 7, 136, 164, 280, 294,
 335, 414, 422, 426, 427
 Pengerangan tawar; 302, 399
 Penstabil; 399
 Pensuspensi; 399
 Pertumbuhan Penduduk; 271
 Pesisir; 1, 7, 68, 217, 249, 258, 260, 266,
 294, 330, 331, 332, 335, 399, 414,
 422, 426, 427
 Petrosia nigricans; 146
 Petrosia plana; 146
 Petrosia sp; 146
 Petrosiidae; 146
 pH; 151, 223, 227, 233, 250, 255, 257,
 258, 260, 262, 264, 298, 310, 384,
 399
 Phaeophyceae; 187, 190, 208, 212, 213,
 214, 297, 311, 399
 Phloedictyidae; 146
 Phylum; 57, 206, 385, 393, 398
 Pigmen; 389, 390, 393, 394, 395, 404
 Placospongia sp; 146
 Placospongiidae; 146
 Plot; 131, 132, 134, 135, 398
 Polisakarida; 399
 Polyfenol; 399
 Populasi; 138, 398
 Potamididae; 119, 120, 124, 127, 129,
 130, 132, 133, 134, 140, 141
 potensi; 54
 Predator; 398
 Protein; 305, 399
 Pseudoceratina purpurea; 147
 Pseudoceratinidae; 147
 Psikomotorik; 399
 Pulau Burung; 2, 12, 56, 61, 64, 65, 66,
 98, 117, 119, 120, 128, 131, 132,
 133, 140, 143, 159, 223, 228, 240,
 248, 249, 295, 307, 316, 317, 322,
 328, 398
 Pulau Kongs; 2, 12, 56, 61, 64, 65, 66,
 98, 99, 105, 117, 128, 131, 139,
 143, 240, 295, 316, 317, 328, 398





Pulau Pari; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 97, 98, 99, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 172, 173, 174, 175, 181, 183, 184, 188, 189, 190, 191, 205, 206, 208, 212, 213, 214, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 237, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309, 310, 311, 312, 313, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 339, 340, 341, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 352, 353, 398, 400, 413, 414, 415, 423, 426, 427

Pulau Tengah; 2, 12, 44, 57, 117, 128, 131, 132, 133, 143, 155, 220, 240, 249, 250, 287, 295, 316, 317, 328, 398

Pulau Tikus; 2, 12, 47, 56, 61, 64, 65, 66, 67, 69, 82, 98, 99, 105, 112, 117, 119, 120, 140, 143, 223, 228, 240, 295, 307, 317, 328, 398

Raw material; 400
Reklamasi; 290, 400
Rentan; 175, 177, 178, 400
Reproduksi; 400
Resiliensi; 39, 40, 46, 47, 48, 400
Respirasi; 400
Restorasi; 400
Rhabdastrella Globostellata; 145
Rhabdastrella sp; 145
Rhodophyceae; 187, 214, 297, 298, 386, 393, 400
Rostral disk; 400
Run off; 400

Salad dressing; 402
Salinitas; 242, 259, 298, 402
Sampah anorganik; 226, 402
Sampah organik; 227, 402
Sampan; 402
Sapling; 20, 401
Sasi; 342, 402
Scopalinidae; 146
Sedimen; 401
Sedimentasi; 45, 164, 290, 401
Seedling; 20, 401
Sentinel; 27, 401
Senyawa; 210, 305, 384, 385, 386, 391, 392, 393, 397, 399, 401, 403
Serat; 305, 403
Sexual; 402
Sifat fungsional; 402
Silabus; 345, 352, 402
Silikat; 403
Sink CO₂; 402
Sirenia; 170, 171, 175, 401
Sistem karbonat; 255, 257, 402
Slack Water; 401
SNI; 302, 307, 309, 403
Soliter; 401
Sortasi; 402
Source CO₂; 402
Species; 111, 112, 145, 167, 175, 180, 191, 192, 196, 203, 401
Spesimen; 98, 105, 106, 155
Sphaciospongia insconstants; 145, 150

- Sponge; 42, 47, 151, 152, 401
 Stichopodidae; 98, 100, 105, 110, 111
 Stichopus; 89, 100, 105, 106, 111
 Struktur komunitas; 34, 120, 140, 167, 401
 Stylissa carteri; 146
 Stylissa massa; 146, 150
 Styrofoam; 402
 Suberitidae; 145
 Substrat; 132, 401
 Sumber daya hayati; 3, 83, 284, 288, 402
 Surut; 401
 Synallactida; 100
 Synapta; 87, 89, 90, 92, 100, 106, 107, 108
 Synaptidae; 98, 100, 106, 113
 Synaptula; 89, 100, 106, 108, 109

 TA; 40, 93, 152, 233, 262, 264, 403
 Tali ris; 403
 Telescopium; 119, 120, 124, 128, 129, 130, 131, 134, 136, 141, 322
 Teluk; 5, 12, 18, 26, 28, 33, 34, 59, 60, 68, 83, 93, 94, 107, 108, 112, 116, 120, 138, 140, 192, 212, 219, 221, 222, 226, 235, 239, 240, 241, 244, 247, 251, 290, 295, 404
 Terebralia; 119, 120, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 140, 141, 322
 Terpal; 403
 Terumbu karang; 37, 38, 41, 42, 43, 46, 47, 50, 65, 221, 403
 Tetillidae; 145
 TEV; 318, 319, 329, 330, 331, 403
 Thallus; 297, 298, 403
 Thorectidae; 145
 Timun laut; 95, 96, 97, 111
 Tingkat Pendapatan; 274
 Toksik; 403
 Total Alkalinitas; 257
 Total Economic Valuation; 318, 319
 Total koliform; 404
 Transek line; 403
 Tridacna; 125, 138
 Turf algae (TA); 403

 Tutupan karang hidup; 41, 42, 43, 44, 45, 48, 148

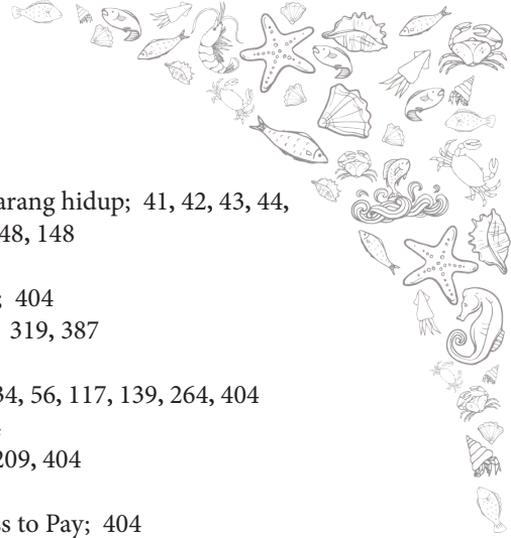
 Unsur gizi; 404
 Use Value; 319, 387

 Vegetasi; 34, 56, 117, 139, 264, 404
 Virus; 404
 Vitamin; 209, 404

 Willingness to Pay; 404
 Wishker; 404
 WTP; 319, 320, 328, 404

 Xanthofil; 404
 Xestospongia testudinaria; 146
 Xestospongia vansoesti; 146

 Zona Inti; 32
 Zonasi; 32, 404





Buku Perikanan.

BIOGRAFI PENULIS

Sam Wouthuyzen

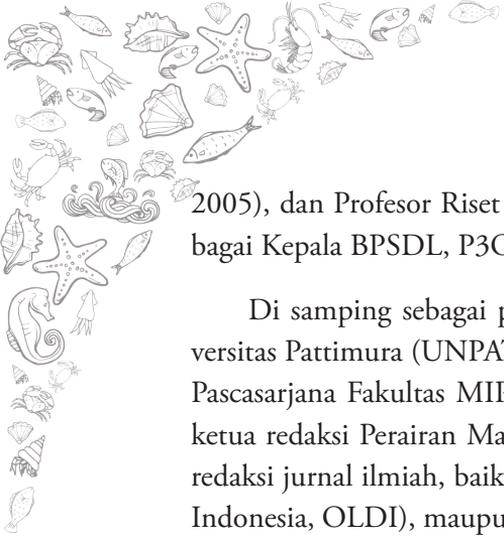


Lahir pada 12 Mei 1956 di Makassar, Sulawesi Selatan, Sekolah Dasar (SD) hingga Sekolah Menengah Atas (SMA) ditempuh di Bandung. Pada 1980 lulus dari Institut Pertanian Bogor (IPB) dan bekerja di Lembaga Oseanologi Nasional (LON) LIPI.

Tahun 1986, ia mendapat beasiswa *Overseas Fellowship Program* (OFP) dari Kantor Menristek untuk melanjutkan studi magister (S2) di Fakultas Perikanan, Universitas Nagasaki, tahun 1987 hingga 1989. Pada tahun yang sama pula diterima langsung pada program doctoral di *Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University* dan selesai tahun 1992. Sejak masuk program S2 hingga selesai S3, bidang yang ditekuni adalah *remote sensing* (penginderaan jauh) kelautan dengan spesialisasi bidang *ocean color, fisheries oceanography*, dan *coastal zone management*.

Sepulang studi (1993), ia kembali ke Ambon, dan kantornya berubah nama menjadi Balitbang Sumber Daya Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi (BPSDL, P3O-LIPI), Ambon. Pada 1999 ketika terjadi kerusuhan di Ambon, ia mengungsi ke Jakarta dan hingga kini berafiliasi dengan Loka Pengembangan Kompetensi Sumber-daya Manusia Oseanografi (LPKSDMO) Pulau Pari, P2O-LIPI.

Karier sebagai peneliti dimulai dari CPNS tahun 1980 sebagai Asisten Peneliti Muda (III/b, 1985), Ajun Peneliti Muda (III/c, 1993), Peneliti Muda (IV/b, 1999), Peneliti Madya (IV/c, 2002), dan Ahli Peneliti Utama (IV/e,



2005), dan Profesor Riset (2012), sedangkan di jenjang struktural adalah sebagai Kepala BPSDL, P3O-LIPI, Ambon dari tahun 1999–2001.

Di samping sebagai peneliti, ia juga dosen di Fakultas Perikanan, Universitas Pattimura (UNPATY) di Ambon (1980–1984, 1993–1998), dan di Pascasarjana Fakultas MIPA UI (2010 hingga sekarang). Ia pernah menjadi ketua redaksi Perairan Maluku dan Sekitarnya (BPSDL P3O-LIPI), anggota redaksi jurnal ilmiah, baik di lingkungan LIPI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, OLDI), maupun di luar LIPI (Jurnal Segara, Kementerian Kelautan Perikanan (KKP), Majalah *Bawal* (KKP) dan juga sebagai *chief* atau *co-chief scientist* pada berbagai pelayaran riset (*cruise*) ilmiah nasional dan internasional.

Selama meniti karier sebagai peneliti, lebih dari 80 tulisan ilmiah dalam jurnal dan makalah (nasional dan internasional) telah ia tulis, baik sebagai tulisan sendiri maupun dengan penulis lain. Keanggotaan dalam organisasi profesi, yaitu anggota Ikatan sarjana Oseanologi (ISOI), anggota Perhimpunan Biologi (PHI), anggota Ikatan Sarjana Perikanan Indonesia (ISPEKANI), anggota Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN), anggota Himpunan Ahli Pengelolaan Pesisir Indonesia (HAPPI), dan Himpunan Peneliti Indonesia (HPI). Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* swouthuyzen@yahoo.com.

Muhammad Abrar



Lahir di Pariaman tahun 1972. Penulis memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Jurusan Biologi, Universitas Andalas, Padang, tahun 1997. Gelar Master Sains (M.Si) Ilmu Kelautan dari Institut Pertanian Bogor (IPB) diperoleh pada 2011. Saat ini adalah staf peneliti di UPT LPKSDMO, P2O LIPI, dan pernah menjabat sebagai kepala UPT LPKSDMO, Pulau Pari, tahun 2011–2014. Penulis aktif sebagai peneliti di bidang biologi dan ekologi terumbu karang, terutama dalam program *monitoring* terumbu karang Indonesia sejak tahun 1997 sampai sekarang, penelitian pemutihan karang, penyakit karang dan rekrutmen karang. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* di abrarlipi@yahoo.co.id.

Selvia Oktaviyani



Lahir di Bandung, 27 Oktober 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (2009–2013). Pada 2014, penulis bergabung di Laboratorium Zoologi, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI; dan akhir tahun 2016 mendapatkan fungsional sebagai peneliti ahli pertama. Saat ini penulis mengambil kepakaran zoologi laut, khususnya ikan laut. Penulis dapat dihubungi melalui

e-mail selvia.oktaviyani@gmail.com.

Kunto Wibowo



Lahir di Bantul, 11 Mei 1986. Penulis adalah peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Bidang penelitian yang ditekuni adalah taksonomi dan ekologi ikan air laut. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 (2004–2009) di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dan S2 (2016–2018) di Graduate School of Fisheries, Kagoshima University, Jepang. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* kuntowe@gmail.com.

Sekar Mira Cahyopeni Herandarudewi



Lahir di Jakarta 25 April 1981. Mendapatkan gelar sarjananya dari jurusan Biologi, Universitas Indonesia. Bergabung di LIPI mulai tahun 2005 dengan penugasan di UPT LPKSDMO Pulau Pari. Memiliki ketertarikan di bidang makro alga dan menulis beberapa artikel di bidang ini. Melanjutkan jenjang magister di bidang Marine Biology, James Cook University-Australia. Sejak 2013, ia ditugasi mendalami mamalia laut. Ia tergabung dalam komunitas Whale Stranding Indonesia (WSI), gabungan pemerhati kejadian mamalia laut terdampar, yang dapat di-



kunjungi di www.whalestrandingindonesia.com. Aktif sebagai pelatih dalam penanganan mamalia laut terdampar. Menjadi peneliti untuk DSCP UNEP-GEF (Dugong and Seagrass Conservation Project), yaitu program konservasi *Dugong* dan lamun pada 2016–2018. Saat ini sedang menempuh pendidikan doktoral di Leiden University, Belanda. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* rrsekarmira2@gmail.com.

Tri Aryono Hadi



Lulusan sarjana biologi dari Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman tahun 2006. Pada 2008, penulis menjadi pegawai LIPI-Oceanografi dan masuk kelompok penelitian terumbu karang. Penulis kemudian mendalami spons dan karang sebagai bagian dari komunitas benthic terumbu karang. Beberapa *training* juga pernah diikuti penulis, di antaranya *training* taksonomi spons di Thailand dan taksonomi karang di Malaysia.

Telah banyak kegiatan penelitian yang dilakukan penulis, baik penelitian biodiversitas, *monitoring* ekosistem terumbu karang maupun kerjasama penelitian dengan pihak asing. Penulis juga mendapatkan kesempatan belajar spons lebih jauh di Naturalis, Leiden. Penulis melanjutkan studi master di James Cook University, Australia tahun 2014. Setelah menyelesaikan studi, penulis lebih banyak melakukan kegiatan COREMAP-CTI, di antaranya *monitoring* kesehatan terumbu karang dan *training*. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* ari_080885@yahoo.com.

Rianta Pratiwi



Peneliti pada Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O LIPI). Adapun bidang penelitian yang ditekuni adalah ekologi dan taksonomi krustasea. Pada 1995, ia menyelesaikan S2 di Vrije Universiteit of Belgium dan selesai dengan gelar M.Sc. dalam bidang Ekologi Laut. Penulis aktif di berbagai penelitian dan pelatihan di bidang ekologi dan taksonomi krustasea hingga

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kini. Sejak tahun 2016 hingga sekarang, penulis aktif menjadi anggota RTRC MarBest (IOC Regional Training and Research Center on Marine Biodiversity and Ecosystem Health). Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* pratiwiafriadi@gmail.com.

Ernawati Widyastuti

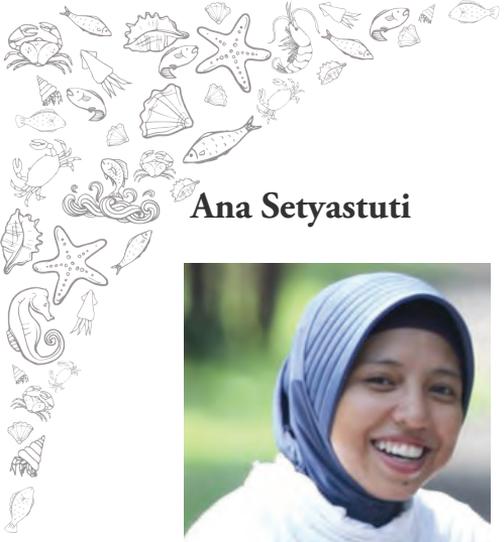


Lahir di Klaten pada 30 Juni 1971. Penulis adalah peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) di Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto; dan S2 di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bidang penelitian yang ditekuni adalah taksonomi dan ekologi Crustacea, khususnya kepiting. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* ernawidya@yahoo.com.

Tyani Fitriani



Lahir di Jakarta 11 April 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) di Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Padjadjaran. Pada 2015, penulis diterima sebagai Pegawai Negeri Sipil di UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual-Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dengan formasi sebagai peneliti dan pada 2017 mendapatkan fungsional sebagai peneliti ahli pertama. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* tyanifitriani09@gmail.com.



Ana Setyastuti

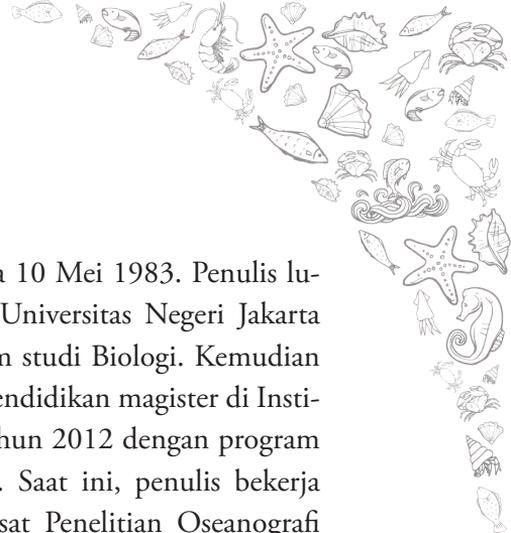


Peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI) sejak tahun 2014 hingga sekarang. Sebelumnya penulis ditempatkan sebagai peneliti di UPT. Balai Konservasi Biota Laut-LIPI Ambon yang sekarang telah berubah nama menjadi Pusat Penelitian Laut Dalam-LIPI Ambon dari tahun 2006–2014. Fokus bidang penelitian yang ditekuni adalah bioekologi Echinodermata, khususnya kajian taksonomi dan ekologi. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana dari Jurusan Biologi-Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga, Surabaya, pada 2005. Selanjutnya meraih gelar Master dalam bidang Biosistemika Kelautan, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, pada 2013. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* ana.setyastuti@gmail.com.

Indra Bayu Vimono



Penulis lahir di Blitar pada 1982 dan menempuh pendidikan S1 di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (UM) serta pendidikan S2 di Jurusan Marine Biology, James Cook University, Australia. Selama menempuh pendidikan, ia aktif dalam berbagai organisasi kemahasiswaan, termasuk menjadi pengurus di Himpunan Mahasiswa Jurusan Biologi UM dan pengurus di Persatuan Pelajar Indonesia di Australia di Townsville. Pada 2006, ia bergabung di Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sebagai peneliti di bidang biologi laut, khususnya Echinodermata. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* vimono@gmail.com.



Ismiliana Wirawati



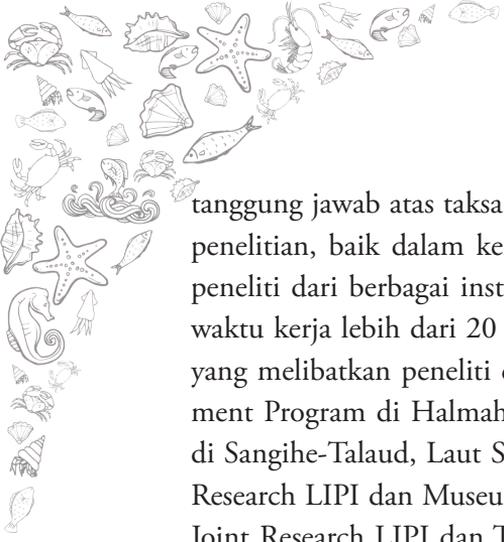
Lahir di Surabaya pada 10 Mei 1983. Penulis lulusan sarjana S1 dari Universitas Negeri Jakarta tahun 2007 di program studi Biologi. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan magister di Institut Pertanian Bogor tahun 2012 dengan program studi Biosains Hewan. Saat ini, penulis bekerja sebagai peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI bidang zoologi laut invertebrata yang fokus penelitiannya adalah kelompok hewan Echinodermata, terutama timun laut dan bintang mengular.

Penulis telah bekerja di bidang taksonomi timun laut sejak 2007 dan telah menghasilkan 12 publikasi nasional maupun internasional bersama beberapa rekan kerjanya. Dari tahun 2007 sampai saat ini, penulis telah melakukan beberapa penelitian di bidang biodiversitas biota laut. Beberapa kegiatan penelitian yang pernah diikuti penulis selama ini adalah Comprehensive Marine Biodiversity Survey (CMBS) di Selat Singapore tahun 2013; Ekspedisi Widyawan Nusantara tahun 2015 di Samudra Hindia sebelah barat Sumatra dan tahun 2017 di Pulau Simeulue, Aceh; South Java Deep Sea Biodiversity Expedition (SJADES) yang merupakan kolaborasi antara Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan National University of Singapore (NUS) di Samudra Hindia sebelah selatan Jawa; Kajian Stok dan Pemetaan Distribusi Teripang Komersil di Indonesia yang dilakukan dari tahun 2016 sampai saat ini di beberapa lokasi di Indonesia, seperti Lampung, Karimunjawa, dan Kalimantan Timur. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* ismiliana@gmail.com.

Ucu Yanu Arbi



Penulis memulai karier dalam studi biologi kelautan pada 2006 ketika berkarya di LIPI. Penulis menyelesaikan pendidikan program sarjana Biologi FMIPA ITS dan program pascasarjana Ilmu Kelautan IPB. Minat penelitian penulis adalah pada biologi kelautan, terutama taksonomi dan ekologi hewan laut untuk tujuan konservasi laut di perairan Indonesia. Penulis masuk dalam kelompok peneliti invertebrata di laboratorium, yang ber-



tanggung jawab atas taksa Mollusca. Penulis telah bergabung dalam kegiatan penelitian, baik dalam kelompok peneliti dari LIPI internal dan kelompok peneliti dari berbagai institusi dan negara. Beberapa ekspedisi besar dengan waktu kerja lebih dari 20 hari di lapangan yang pernah diikuti oleh penulis, yang melibatkan peneliti dari berbagai negara, seperti Marine Rapid Assessment Program di Halmahera dan Nusa Penida; Ekspedisi Widya Nusantara di Sangihe-Talaud, Laut Sulawesi, Selat Makassar dan Perairan Sumba; Joint Research LIPI dan Museum Naturalis Belanda di Ternate dan Selat Lembeh; Joint Research LIPI dan TIO-SOA China di Sulawesi Utara; Joint Research LIPI dan IRD Prancis di Kaimana; dan lainnya. Pengalaman penelitian tersebut dilakukan bersama dengan para peneliti dari beberapa negara, seperti Jepang, Belanda, Prancis, AS, Australia, Korea, China, dan banyak lagi. Pengalaman penelitian penulis terutama dalam mengeksplorasi keanekaragaman hayati di terumbu karang, padang lamun, hutan mangrove, dan di ekosistem laut dalam yang mencakup hampir seluruh perairan Indonesia. Penulis juga aktif dalam kegiatan *monitoring* kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait sejak 2014 hingga sekarang. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* uyanua@gmail.com.

I Wayan Eka Dharmawan



Lahir di Kecamatan Sukawati, Gianyar, Bali, 7 April 1986, menyelesaikan SD, SMP dan SMA di Desa Sukawati; melanjutkan S1 dan S2 di Indonesia. Lulusan S1 Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana tahun 2008; kemudian bekerja sebagai peneliti di LIPI pada Loka Konservasi Biota Laut, di Biak-Papua sejak 2009. Ia lulus S2 di Program Pascasarjana Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, pada 2016 dengan topik riset dinamika karbon pada ekosistem mangrove. Sejak Mei 2018, ia dipindahkan ke Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jakarta. Saat ini ia membidangi Biologi dan Ekologi Laut, yang fokus pada ekologi mangrove di kawasan pesisir yang berkaitan dengan penyerapan dan penyimpanan karbon, aliran karbon dalam ekosistem, serta kesehatan komunitas mangrove ditinjau dari Hemispherical Photography. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* iwayanekadharmawan@gmail.com.

Susi Rahmawati

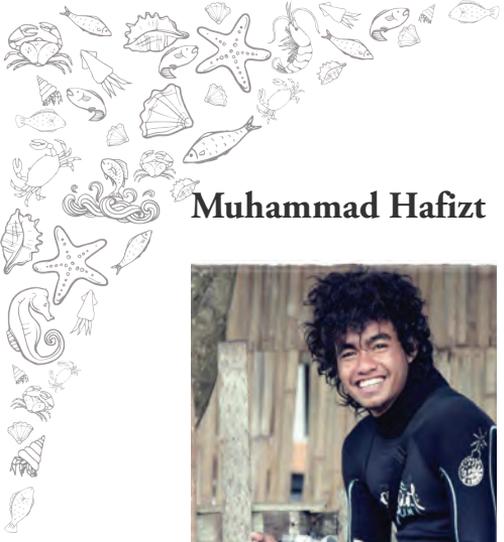


Berasal dari Bandung, Jawa Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung; dan magister di The University of Western Australia, Perth, dengan spesialisasi bidang Marine Biology. Penulis bergabung di Puslit Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, pada 2010. Kepakaran penulis adalah Bio-ekologi vegetasi laut (lamun). Saat ini, penulis adalah anggota dari Kelompok Penelitian Perubahan Iklim Global dengan fokus kajian Karbon Biru. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* susi.rahmawati@lipi.go.id.

Udhi E. Hernawan



Lahir di Pati, Jawa Tengah. Penulis menyelesaikan program sarjana di Universitas Sebelas Maret dan program magister di University of Groningen Nijenborgh. Penulis menyelesaikan program doktoral di Edit-Cowan University, Australia, pada 2016. Bidang kajian disertasi penulis adalah konektivitas historis dan kontemporer lamun di Kepulauan Indo-Australia. Penulis bergabung dengan Pusat Penelitian (Puslit) Oseanografi LIPI pada 2017. Bidang kajian penulis saat ini adalah biogeografi dan genetika populasi organisme laut di Kepulauan Indo-Australia, proses ekologi di dalam padang lamun, dan konektivitas populasi organisme laut. Saat ini penulis bergabung di kelompok Penelitian Kesehatan Ekosistem Laut. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* udhi.e.hernawan@lipi.go.id.



Muhammad Hafizt



Lahir di Pekanbaru, Provinsi Riau, pada 11 Januari 1989. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada pada 2013 dan melanjutkan program master di bidang Manajemen Pesisir dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS) Fakultas Geografi UGM melalui program *fast-track* RISTEKDIKTI. Selama berstatus mahasiswa, penulis aktif sebagai asisten dosen dan membantu kegiatan pelatihan di Center for Remote Sensing and Geographical Information System (PUSPICS) UGM. Pada 2015, penulis bergabung di Puslit Oseanografi LIPI sebagai peneliti di Laboratorium Oseanografi Terapan. Bidang kajian yang menjadi topik penelitian penulis adalah pemanfaatan citra penginderaan jauh untuk analisis ekosistem pesisir. Selain itu, peneliti aktif dalam kelompok Penelitian Adaptasi Perubahan Iklim Pesisir P2O LIPI. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* muhammadhafizt@gmail.com.

Allsay K. A. Cintra



Merupakan lulusan sarjana jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan dan pascasarjana jurusan Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan di IPB-Bogor. Penulis diterima sebagai peneliti di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI Jakarta pada 2018 dengan bidang kepakaran *Coastal Management* (Pengelolaan Pesisir). Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* allsay.cintra@gmail.com.

Corry Corvianawatie



Penulis saat ini merupakan peneliti ahli pertama di bidang Oseanografi Fisika di Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Penulis menempuh pendidikan program studi Oseanografi (S1) tahun 2009–2013 dan Sains Kebumihan (S2) tahun 2013–2014 di Institut Teknologi Bandung (ITB). Pada tahun 2015–2017, penulis mulai bergabung sebagai sivitas LIPI di bawah Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi LIPI dan melakukan aktivitas penelitian terkait dinamika oseanografi di Pulau Pari. Beberapa kegiatan penelitian yang dilakukan, yaitu studi dinamika oseanografi terhadap ekosistem terumbu karang dan analisis pengaruh variabilitas iklim terhadap dinamika oseanografi di perairan Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* corr002@lipi.go.id/corvianawatie@gmail.com.

Dewi Surinati



Penulis saat ini merupakan peneliti ahli muda bidang Oseanografi Fisika di Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI). Pendidikan S1 diperolehnya dari Departemen Fisika Universitas Gadjah Mada (UGM) pada 2002 dan pendidikan S2 diperolehnya dari Magister Ilmu Kelautan Universitas Indonesia (UI) pada 2013. Penulis bergabung dengan P2O pada 2005 di bawah divisi Dinamika Laut dan telah melakukan penelitian yang didanai DIPA Satker, Program Kompetitif/Unggulan LIPI, Insentif Ristek, dan dana dari luar negeri. Sejak 2015, penulis menjadi penanggung jawab laboratorium Oseanografi Fisika. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* dewi012@lipi.go.id/dewi.surinati@gmail.com.



Afdal



Peneliti Madya di Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Ia mendapatkan gelar sarjana dari jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Padang pada 2002 dan menyelesaikan studi S2 pada program studi Ilmu Kelautan di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada 2011. Sejak bergabung di P2O pada 2004, ia telah melakukan penelitian sebagai anggota peneliti maupun sebagai peneliti kepala dalam berbagai kegiatan penelitian yang didanai oleh DIPA Satker, Program Kompetitif/Unggulan LIPI, ataupun proyek kerja sama. Penelitian yang telah dilakukannya adalah dalam bidang produktivitas primer perairan dan pertukaran gas CO₂ udara-laut. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* afdaldjalius28@gmail.com.

A'an J. Wahyudi



Peneliti Biogeokimia di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Beberapa kegiatan dan pengalamannya, yaitu: 1) Postdoctoral Fellow, Laboratory of Aquatic Ecology, University of Tsukuba tahun 2013–2014; 2) Direktur Institute for Science and Technology Studies (ISTECS) Japan Chapter tahun 2013–2014; 3) Peneliti Kepala Ekspedisi Widya Nusantara (E-WIN VIII) tahun 2015; 4) Peneliti kepala program riset unggulan LIPI subprogram 04 (Konsep Mitigasi Perubahan Iklim Berbasis Potensi Wilayah dalam Penyerapan Karbon) tahun 2016–2017; 5) Peneliti Kepala Ekspedisi Widya Nusantara (E-WIN X) tahun 2017; Koordinator program Demand-Driven Research Fund (DDRF) 2018–2019; dan Koordinator program Riset Prioritas LIPI (COREMAP-CTI) 2018–2020. Saat ini, penulis bekerja untuk riset 1). Aliran karbon organik pada ekosistem pesisir; dan 2) *Particulate organic matter*: asal usul, profil isotop stabil dan pengaruhnya pada proses *biological pump*. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* aanj001@lipi.go.id.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hanif Budi Prayitno

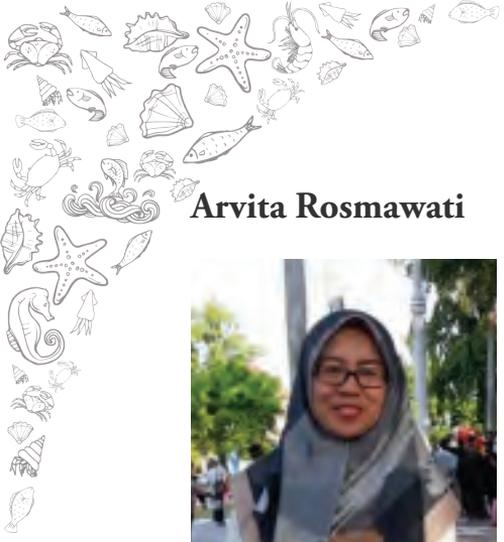


Peneliti Ahli Muda di Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Program strata 1 dalam bidang Ilmu Kimia diselesaikan pada 2004 di Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pada 2016, gelar Master of Science in Environmental Science (Advance) diperolehnya dari The Australian National University, Australia. Saat ini peneliti yang menekuni bidang kepakaran biogeokimia ini menjadi penanggung jawab Laboratorium Biogeokimia Laut dan terlibat dalam kegiatan penelitian pengasaman laut dan juga potensi dan stok karbon di ekosistem pesisir. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* hanif.budiprayitno@gmail.com.

Hanny Meirinawati



Peneliti pertama di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Penulis menyelesaikan studi sarjana di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Pajajaran pada 2012. Penulis kemudian bergabung di Pusat Penelitian Oseanografi LIPI pada 2014. Penulis menjadi anggota tim penelitian Stok dan Serapan Karbon dari tahun 2014 dan mengikuti Ekspedisi Widya Nusantara pada 2015 dan 2016. Saat ini penulis bergabung di Laboratorium Biogeokimia dengan fokus kajian penelitian mengenai kimia nutrien, khususnya mengenai kesuburan perairan dan distribusi nutrien di perairan. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* hanny.meirinawati@gmail.com.



Arvita Rosmawati



Penulis dilahirkan di Cilacap, pada 28 April 1982, putri pertama dari Rasim Mardi Suseno, S.E. dan (almh) Sumarti. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMU Negeri 1 Cilacap tahun 2000. Penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Institut Pertanian Bogor, Jurusan Budi Daya Perairan, dan mendapatkan gelar sarjana pada 2005. Pada 2018, penulis berhasil menyelesaikan pendidikan Magister di Institut Pertanian Bogor pada Program Studi Pengelolaan Sumber

Daya Pesisir. Sejak tahun 2008 hingga saat ini, penulis bekerja di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pada satuan kerja Loka Pengembangan Kompetensi Sumber Daya Manusia Oseanografi Pulau Pari (LPKSDMO LIPI) sebagai Peneliti. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* arvita_rosmawati@yahoo.co.id.

Triyono



Lahir pada 1983 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, Triyono mengawali kariernya di LIPI sebagai peneliti pada satuan kerja Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi (LPKSDMO) LIPI sebagai peneliti. Tahun 2008–2010, ia terlibat aktif dalam Program Pendidikan Publik dan Kesiapsiagaan Menghadapi Bencana LIPI. Publikasi populer terkait dengan panduan, pedoman praktis kesiapsiagaan menghadapi bencana berhasil diterbitkan oleh yang bersangkutan. Tahun

2014–2017, ia menjadi Kepala Satuan Kerja LPKSDMO LIPI. Pendidikan pascasarjana diselesaikannya pada 2013 dengan mengambil bidang konsentrasi ekonomi sumber daya kelautan tropika. Sejak tahun 2018, karier sebagai peneliti dilanjutkan di Pusat Penelitian Oseanografi pada Kelompok Penelitian Kesehatan Laut. Saat ini, penulis melakukan penelitian dengan konsentrasi pada valuasi ekonomi dan manajemen pesisir dan laut. Selain itu, ia juga

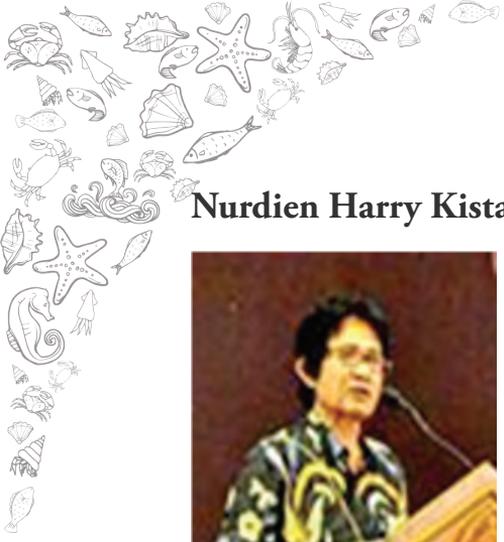
menjadi Ketua Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) Pusat Penelitian Oseanografi LIPI yang melakukan sertifikasi kompetensi bagi SDM di bidang penilaian kondisi terumbu karang dan ekosistem terkait. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* nevo_dcsea@yahoo.com.au.

Sarah Rosemary Megumi Wouthuyzen



Lahir pada 5 Januari 1990 di Nagasaki, Jepang. Penulis lulus dari Fakultas Geografi Pendidikan, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Jakarta (UNJ) pada 2013 dan melanjutkan program Pas-casarjana Departemen Pengelolaan Sumber Daya Pesisir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro (UNDIP) hingga tahun 2016. Pengalaman bekerja penulis cukup beragam, dari pemandu wisata lepas, mengajar geografi di SMA 5 Jakarta, mengajar pendidikan

konservasi wilayah pesisir pada siswa usia dini di SDN Pulau Pari 01 Pagi, Kepulauan Seribu, dan mengajar ilmu sosial pada siswa terpapar kanker di Sekolah-ku, YKAKI. Ia juga menjadi penulis khusus topik flora dan fauna di Greeners.co pada Januari–Oktober 2018 dan Senior Content Writer and Communication Engagement di Vanantara Communication and EcoNusa Foundation. Berbagai penghargaan dan kegiatan yang pernah ia ikuti, yaitu 2015 Asian Graduate Student Fellow by the Asia Research Institute, National University of Singapore; Certificate of Participation in 10th Singapore Graduate Forum On Southeast Asian Studies, National University of Singapore; Partisipasi dalam Seminar Nasional biology 2016 di UNS; Partisipasi dalam Simposium Nasional Habitat Dugong dan Lamun di Jakarta; Partisipasi dalam Pelatihan *Monitoring* Pencemaran Lingkungan Pesisir; Partisipasi pada pelatihan Metode Survei dan *Monitoring* Habitat Dugong dan Lamun; Penyelenggara Seminar Sosialisasi Pendidikan untuk Anak-anak terpapar Kanker; Partisipasi dalam kontes ‘*Writing Essay on Inovasi Anak Negeri*’, dengan topik: Ilmu dan teknologi; Partisipasi dalam *workshop* topik “Jejak Perubahan Iklim Indonesia” 2017, dan Partisipasi dalam Jurnalisme keadilan iklim oleh Climate Tracker.



Nurdien Harry Kistanto



Penulis merupakan guru besar di bidang antropologi budaya pada Universitas Diponegoro (Undip). Gelar sarjana diperoleh penulis pada tahun 1980 di Undip. Kemudian penulis melanjutkan jenjang magister di Michigan State University tahun 1985 dan program doctoral di The University of Sidney pada tahun 1995.

Agus Hartoko



Penulis merupakan guru besar di bidang fisheries and coastal resources management pada Universitas Diponegoro (Undip) dan Departement Aquatic Resources, Agricultural, Fisheries and Biology Faculty di Bangka Belitung University.

Yeti Darmayati



Lahir di Kuningan dan menyelesaikan studi hingga SMA di kota kelahirannya. Program pendidikan S1 dan S3 diselesaikan di Institut Pertanian Bogor, masing-masing pada 1985 di jurusan Biologi (FMIPA) dan 2016 di jurusan Ilmu Kelautan (FPIK). Gelar Master of Science di bidang Marine Environmental Protection diperoleh dari School of Ocean Sciences, University of North Wales, Inggris, tahun 1993. Beasiswa yang diperoleh selama

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pendidikan adalah Supersemar (S1), OTO-Bappenas (S2), dan Kemenristek (S3). Sejak tahun 1986 hingga sekarang, ia bergabung di Lembaga Oseanografi Nasional (saat ini bernama Pusat Penelitian Oseanografi di laboratorium Mikrobiologi laut). Penelitian dan tulisan yang sudah dipublikasi umumnya terkait dengan pencemaran domestik di berbagai wilayah pesisir, distribusi bakteri pendegradasi minyak, serta bioremediasi pesisir tercemar minyak. Paper disampaikan di seminar nasional ataupun internasional, dan dipublikasikan di jurnal nasional ataupun internasional. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* yeti.darmayati@yahoo.com.

Hilda Novianty



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 10 November 1983. Penulis menamatkan pendidikan sarjana di Universitas Padjadjaran, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Program Studi Manajemen Perairan pada 2006 dan menamatkan pendidikan master di Universitas Gadjah Mada, Fakultas Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Saat ini penulis bekerja di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia di Satuan Kerja Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam dengan kepakaran tentang Ilmu dan Teknologi Pangan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : hildanovianty2012@gmail.com



Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu

*Tinjauan Aspek Bio-Ekologi, Sosial-Ekonomi-Budaya,
dan Pengelolaan Berkelanjutan*

Tidak dapat dimungkiri bahwa Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, memiliki ekosistem tropis wilayah pesisir yang lengkap, mulai dari mangrove, padang lamun, hingga terumbu karang dengan keanekaragaman jenis flora dan fauna laut yang tinggi. Ketiga ekosistem ini dapat memberikan barang (*goods*) dan jasa lingkungan (*ecosystem services*) penting di sektor perikanan, pariwisata, dan pendidikan yang dapat mendukung kehidupan masyarakat, baik yang tinggal di Pulau Pari maupun yang berada jauh di luar pulau.

Namun, dengan kekayaan ekosistem tersebut, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, tak lepas dari tekanan dan ancaman lingkungan berat, baik dari luar (*outer factor*) maupun dari dalam (*inner factor*). Oleh karena itu, buku ini berupaya menggambarkan berbagai persoalan bio-ekologi dan sumber daya hayati serta kondisi perairan Gugusan Pulau Pari. Selain itu, buku ini juga mengupas persoalan aspek sosial budaya masyarakat Pulau Pari, khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan dan konservasi sumber daya hayati di Gugusan Pulau Pari.

Buku ini ditulis secara komprehensif dan terstruktur oleh para penulis yang kompeten di bidangnya masing-masing. Karena itu, buku ini sangat layak menjadi referensi, khususnya dalam upaya peningkatan dan pengelolaan sumber daya hayati yang berkelanjutan di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Selamat membaca.

Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id



ISBN 978-602-496-175-6



9 786024 961756

Buku ini tidak dipinjamkan.