

Husain Latuconsina

Ekologi Perairan Tropis

Prinsip Dasar Pengelolaan
Sumber Daya Hayati Perairan

Edisi Kedua



Gadjah Mada University Press

DAFTAR ISI

PROLOG	vii
PENGANTAR PENULIS.....	ix
PENGANTAR CETAKAN KE-2.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 PRINSIP DASAR EKOLOGI	7
2.1 Definisi dan Ruang Lingkup Ekologi	
2.2 Hubungan Ekologi dengan Ilmu lainnya	8
2.3 Level Organisasi dalam Sistem Ekologi.....	10
Rangkuman	14
Daftar Pustaka.....	15
BAB 3 KONSEP ENERGI	16
3.1 Konsep Aliran Energi	
3.2 Konsep Produktivitas.....	18
3.3 Rantai Makanan dan Tingkatan Trofik	21
3.4 Piramida Ekologi.....	24
Rangkuman	27
Daftar Pustaka.....	27
BAB 4 SIKLUS BIOGEOKIMIA DALAM SISTEM EKOLOGI	29
4.1 Konsep Dasar Siklus Biogeokimia	
4.2 Siklus Hidrologi.....	30
4.3 Siklus Karbon dan Oksigen.....	31
4.4 Siklus Nitrogen	33
4.5 Siklus Fosfor	36
Rangkuman	37
Daftar Pustaka.....	38
BAB 5 FAKTOR PEMBATAS DALAM SISTEM EKOLOGI	39
5.1 Hukum Minimum Liebig	
5.2 Hukum Toleransi Shelford	41
5.3 Konsep Faktor Pembatas	43
5.4 Faktor Pembatas Sebagai Indikator Ekologi	44

5.5	Urgensi Faktor Pembatas Dalam Bidang Perikanan.....	46
	Rangkuman	46
	Daftar Pustaka.....	47
BAB 6	SPESES, INDIVIDU, DAN POPULASI DALAM SISTEM EKOLOGI.....	48
6.1	Konsep Habitat dan Relung Ekologi (<i>Niche</i>)	
6.2	Penggantian Sifat dan Pembentukan Spesies.....	49
6.3	Karakteristik Populasi.....	50
6.4	Jam Biologi (<i>Biological Clock</i>).....	58
6.5	Interaksi Antarspesies.....	59
6.6	Karakteristik dan Kerentanan Kepunahan Spesies	64
	Rangkuman	68
	Daftar Pustaka.....	68
BAB 7	KOMUNITAS BIOTIK DALAM SISTEM EKOLOGI.....	70
7.1	Konsep Komunitas Biotik	
7.2	Suksesi Komunitas Biotik.....	71
7.3	Struktur Komunitas Biotik dalam Sistem Ekologi.....	76
7.4	Faktor Penentu Variabilitas Struktur Komunitas Biotik	78
	Rangkuman	81
	Daftar Pustaka.....	81
BAB 8	SISTEM EKOLOGI (EKOSISTEM).....	84
8.1	Pengertian Ekosistem	
8.2	Komponen-komponen Pendukung Ekosistem	87
8.3	Stabilitas Ekosistem dan Daya Dukung.....	90
	Rangkuman	91
	Daftar Pustaka.....	92
BAB 9	EKOLOGI PERAIRAN TAWAR.....	93
9.1	Karakteristik Ekosistem Perairan Tawar	
9.2	Ekosistem Perairan Lotik (Mengalir)	93
9.3	Ekosistem Perairan Lentik (Tenang atau Tergenang).....	107
	Rangkuman	121
	Daftar Pustaka.....	121
BAB 10	EKOLOGI PERAIRAN PAYAU (ESTUARI).....	123
10.1	Karakteristik Perairan Estuari	
10.2	Penggolongan Perairan Estuari	124
10.3	Faktor Lingkungan Pembatas pada Perairan Estuari.....	127
10.4	Siklus Nutrien	129
10.5	Produktivitas dan Jaring Makanan	130

10.6	Organisme Penghuni Perairan Estuari	132
10.7	Peranan Ekologi Perairan Estuari	135
10.8	Hutan Mangrove (Ekosistem Spesifik Kawasan Estuari)	136
	Rangkuman	154
	Daftar Pustaka.....	156
BAB 11	EKOLOGI PERAIRAN LAUT.....	160
11.1	Karakteristik dan Zonasi Lautan	
11.2	Faktor Lingkungan Pembatas	163
11.3	Komunitas Biotik Perairan Laut.....	170
11.4	Ekosistem Padang Lamun (<i>Seagrass beds</i>)	174
11.5	Ekosistem Terumbu Karang (<i>Coral Reef</i>).....	190
11.6	Interaksi Ekologis antara Ekosistem Hutan Mangrove, Padang Lamun, dan Terumbu Karang.....	213
11.7	Ekosistem Perairan Oseanik dan Laut Dalam (Jeluk)	219
	Rangkuman	226
	Daftar Pustaka.....	226
BAB 12	PENERAPAN PRINSIP DASAR EKOLOGI DALAM UPAYA PENGELOLAAN SUMBER DAYA HAYATI PERAIRAN.....	232
12.1	Pendahuluan	
12.2	Prinsip Stabilitas Ekosistem dalam Pengelolaan Terumbu Karang.....	233
12.3	Prinsip <i>Spill Over</i> Dan <i>Recruitment Effect</i> dalam Pengembangan Kawasan Koservasi Laut (KKL).....	236
12.4	Prinsip Keseimbangan Interaksi Faktor Biotik dan Abiotik dalam Pengelolaan Perikanan Tangkap.....	239
12.5	Prinsip <i>Carrying Capacity</i> dalam Pengembangan Perikanan Budi Daya	243
12.6	Prinsip Keterpaduan Pengelolaan Perairan Pesisir	248
12.7	Prinsip Keseimbangan Ekologi dalam Upaya Pengurangan Dampak Pemanasan Global.....	255
	Rangkuman	263
	Daftar Pustaka.....	264
EPILOG		268
GLOSARIUM		270
INDEKS		280
TENTANG PENULIS		283

DAFTAR TABEL

Tabel 7.1	Kriteria nilai struktur komunitas.....	77
Tabel 9.1	Perbandingan kecepatan arus dan partikel utama dasar sungai.....	98
Tabel 9.2	Hasil analisis nilai koefisien saprobik plankton perairan Sungai Senapelan, Sago, dan Sail dari hulu sampai ke hilir	106
Tabel 9.3	Indeks keanekaragaman organisme bentos pada Sungai Senapelan, Sago, dan Sail selama penelitian.....	107
Tabel 10.1	Status ekologi beberapa spesies ikan yang hidup di perairan estuari	134
Tabel 10.1	Status ekologi beberapa spesies ikan yang hidup di perairan estuari (lanjutan).....	135
Tabel 10.2	Aktivitas antropogenik dan dampak potensialnya terhadap ekosistem hutan mangrove	154
Tabel 11.1	Keragaman spesies lamun di Indonesia beserta karakteristik habitatnya.....	177
Tabel 11.2	Aktivitas antropogenik dan dampak potensial pada ekosistem padang lamun.....	190
Tabel 11.3	Aktivitas antropogenik dan dampaknya bagi ekosistem terumbu karang.....	212
Tabel 12.1	Perubahan pembangunan di kawasan pesisir berdasarkan berbagai kriteria kunci	254

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ernest Haeckel (1834–1919)	7
Gambar 2.2	Spektrum ekologi (Odum, 1983)	10
Gambar 2.3	Konsep diagramatik kompleksitas pola dan aktivitas pada berbagai level ekologis	13
Gambar 3.1	Aliran energi melalui rantai makanan yang dapat menyebabkan hilangnya energi dalam setiap langkah transfer energi.....	17
Gambar 3.2	Perbandingan rantai makanan di ekosistem darat dan perairan.....	23
Gambar 3.3	Piramida ekologi menempatkan manusia pada tingkat teratas.....	25
Gambar 3.4	Contoh piramida jumlah.....	25
Gambar 3.5	Contoh piramida biomassa	26
Gambar 3.6	Contoh piramida energi	26
Gambar 4.1	Siklus Hidrologi di alam.....	30
Gambar 4.2	Siklus karbon (CO ₂) dan oksigen (O ₂) di alam	32
Gambar 4.3	Siklus nitrogen di perairan laut	35
Gambar 4.4	Siklus fosfor di perairan laut.....	36
Gambar 5.1	Perbandingan batas toleransi organisme terhadap faktor lingkungan	41
Gambar 5.2	Distribusi dan kelimpahan ikan terkait kisaran suhu perairan sesuai batas toleransinya.....	44
Gambar 5.3	Beberapa spesies ikan karang dari famili Chaetodontidae yang keberadaannya merupakan indikator kesehatan terumbu karang	45
Gambar 6.1	Tiga pola penyebaran intern populasi organisme di alam liar.....	52
Gambar 6.2	Model kurva pertumbuhan berbentuk huruf 'J'.....	56
Gambar 6.3	Contoh kurva pertumbuhan logistik.....	56

Gambar 6.4	Berbagai interaksi mulai dari antibiotis sampai komensalisme yang dalam waktu lama dapat berkembang menjadi mutualisme	63
Gambar 7.1	Bentuk suksesi primer di daratan	74
Gambar 7.2	Suksesi primer ekosistem akuatik	75
Gambar 7.3	Suksesi sekunder di daratan.....	75
Gambar 7.4	Suksesi sekunder pada komunitas/ekosistem terumbu karang dipercepat dengan upaya transplantasi	75
Gambar 7.5	Padang lamun yang terletak di antara mangrove dan terumbu karang sehingga memengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan	80
Gambar 8.1	Aliran energi dan siklus materi dalam sistem ekologi	85
Gambar 9.1	Sungai dengan orde yang menentukan debit aliran sungai	94
Gambar 9.2	Zona sungai air deras (atas) dan zona air tenang (bawah)	95
Gambar 9.3	<i>Input</i> dan <i>output</i> pada sistem sungai	96
Gambar 9.4	Zonasi sungai dan distribusi biota	97
Gambar 9.5	Organisme perairan tawar	98
Gambar 9.6	Struktur komunitas biota penghuni perairan sungai tropis	99
Gambar 9.7	Model sederhana rantai makanan pada ekosistem perairan sungai di perairan tropis.....	100
Gambar 9.8	Suksesi proses penjernihan kembali sepanjang sungai dan sistem klasifikasi saprobik.....	105
Gambar 9.9	Contoh danau alami (atas) dan danau buatan/bendungan (bawah).....	108
Gambar 9.10	Ilustrasi penampakan ekosistem perairan danau berdasarkan produksi materi organiknya.....	109
Gambar 9.11	Zonasi danau secara vertikal.....	110
Gambar 9.12	Zonasi danau berdasarkan kisaran suhu.....	111
Gambar 9.13	Zonasi vegetasi riparian (tumbuhan tepian) daerah litoral pada perairan danau	112
Gambar 9.14	Contoh vegetasi tersembul.....	112
Gambar 9.15	Contoh vegetasi daun terapung	113
Gambar 9.16	Contoh vegetasi tenggelam	113
Gambar 9.17	Siklus nitrogen di perairan danau tropis yang berstratifikasi	115
Gambar 9.18	Siklus fosfor di perairan danau tropis yang berstratifikasi	116
Gambar 9.19	Rantai makanan danau tropis.....	118
Gambar 10.1	Tipe estuari berstratifikasi sempurna	125

Gambar 10.2	Tipe estuari berstratifikasi sedang.....	125
Gambar 10.3	Estuari homogen vertikal atau campuran sempurna	125
Gambar 10.4	<i>Positive estuary</i> (estuari positif)	126
Gambar 10.5	<i>Negative estuary</i> (estuari negatif)	126
Gambar 10.6	<i>Neutral estuary</i> (estuari netral).....	127
Gambar 10.7	Siklus fosfor di perairan estuari.....	129
Gambar 10.8	Transformasi siklus nitrogen di perairan estuari	130
Gambar 10.9	Model jaring makanan di lingkungan perairan estuari	132
Gambar 10.10	Distribusi biota pada perairan estuari	133
Gambar 10.11	Contoh vegetasi mangrove mayor (<i>Avicennia, Rhizophora, Bruguiera, Nypa</i>).....	137
Gambar 10.12	Bentuk perakaran mangrove.....	139
Gambar 10.13	Zonasi umum vegetasi mangrove di Indonesia	142
Gambar 10.14	Diagram skematis interaksi biota dan siklus nutrien yang berkaitan dengan fungsi hutan mangrove sebagai habitat transisi antara muara sungai dan perairan pantai.....	143
Gambar 10.15	Jaring-jaring makanan dan pemanfaatan pada ekosistem hutan mangrove di Indonesia	144
Gambar 10.16	Komponen rantai makan pada ekosistem hutan mangrove yang berawal dari serasah	145
Gambar 10.17	Fauna yang berasosiasi dengan ekosistem hutan mangrove yang saling berinteraksi membentuk rantai makanan yang kompleks.....	146
Gambar 10.18	Ikan-ikan khas penghuni hutan mangrove baik penghuni tetap maupun sementara	148
Gambar 10.19	Manfaat dari ekosistem mangrove berdasarkan mekanisme rantai makanan	149
Gambar 10.20	Contoh kontribusi mangrove di Teluk Kayeli-Pulau Buru, Maluku, berupa sumber daya ikan (A–F) dan non-ikan (G–N) di sekitar mangrove, serta ikan laut lepas (O–S) dan ikan karang (T–U) yang memanfaatkan mangrove untuk mencari makan	150
Gambar 10.21	Eksplorasi mangrove untuk kayu bakar (atas) dan konversi mangrove untuk dijadikan lahan tambak (tengah) yang dapat menghilangkan mata pencaharian nelayan kepiting bakau (bawah)	152

Gambar 10.22	Contoh aktivitas antropogenik yang dapat merusak vegetasi mangrove akibat penambangan pasir di Kecamatan Bintan Utara (atas) dan pengalihgunaan lahan hutan mangrove di Kecamatan Bintan Timur (bawah) (Tamtomo, 2006)....	153
Gambar 11.1	Zonasi lautan beserta kedalamannya.....	162
Gambar 11.2	Variasi suhu secara vertikal menurut kedalaman laut.....	163
Gambar 11.3	Sebaran ikan tuna (<i>Thunnus</i>) yang tertangkap berdasarkan suhu dan kedalaman	164
Gambar 11.4	Hubungan antara temperatur, salinitas, dan densitas di lautan.....	165
Gambar 11.5	Profil gelombang di perairan pantai	166
Gambar 11.6	Mekanisme pasang purnama dan perbani akibat gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi	167
Gambar 11.7	Dinamika skematis siklus fosfor di perairan laut.....	168
Gambar 11.8	Dinamika skematis siklus nitrogen di perairan laut.....	169
Gambar 11.9	Sebaran vertikal organisme bentik perairan pantai berbatu.....	171
Gambar 11.10	Morfologi vegetasi lamun.....	175
Gambar 11.11	Karakteristik umum habitat lamun kawasan Indo-Pasifik	178
Gambar 11.12	Model aliran energi dan nutrien dalam ekosistem padang lamun	179
Gambar 11.13	Asosiasi fauna ekosistem padang lamun.....	181
Gambar 11.14	Persentase jenis makanan ikan dominan pada ekosistem padang lamun perairan Tanjung Tiram	182
Gambar 11.15	Jaring makanan pada ekosistem padang lamun	183
Gambar 11.16	Model konseptual faktor yang memengaruhi komposisi jenis dan kelimpahan ikan di habitat padang lamun.....	186
Gambar 11.17	Spesies ikan khas padang lamun yang selalu ditemukan dalam jumlah yang melimpah	187
Gambar 11.18	Aktivitas antropogenik penyebab kerusakan vegetasi lamun (dikutip dari berbagai sumber)	189
Gambar 11.19.	(A) Asosiasi alga zooxanthellae yang hidup dalam tubuh hewan karang (polip)	191
Gambar 11.20	Berbagai bentuk koralit sebagai wadah bagi polip karang untuk dapat tumbuh dan berkembang.....	191
Gambar 11.21	Perembangbiakan hewan karang (Seksual dan aseksual)..	192

Gambar 11.22	Siklus reproduksi hewan karang; siklus pada spesies dengan tipe reproduksi “brooding” (atas) dan siklus reproduksi pada spesies dengan tipe reproduksi “hermaphroditic broadcast- spawning” (bawah)	193
Gambar 11.23	Bentuk pertumbuhan karang.....	197
Gambar 11.24	Geomorfologi dan ekomorfologi zonasi koloni hewan karang berdasarkan responsnya terhadap intensitas cahaya, sedimen, tekanan gelombang, dan pasang surut (<i>subareal exposure</i>)	198
Gambar 11.25	Tiga bentuk terumbu karang berdasarkan evolusi geologi	199
Gambar 11.26	Diagram model sederhana siklus nitrogen pada ekosistem terumbu karang	201
Gambar 11.27	Diagram model sederhana siklus fosfor pada ekosistem terumbu karang	202
Gambar 11.28	Tingginya keragaman dan kelimpahan ikan karang karena fungsi terumbu karang sebagai sumber makanan, tempat reproduksi dan perlindungan	204
Gambar 11.29	Model rantai makanan pada ekosistem terumbu karang...	205
Gambar 11.30	Pola interaksi dan adaptasi beberapa biota laut pada ekosistem terumbu karang.....	206
Gambar 11.31	Spesialisasi mulut disesuaikan dengan sumber makanan dan cara menangkap makanan pada ikan terumbu karang	207
Gambar 11.32	Adaptasi komunitas ikan terumbu karang dengan mengatur penggunaan ruang dan waktu	207
Gambar 11.33	Kelompok ikan penghuni karang (ikan target, ikan indikator, dan ikan mayor).....	209
Gambar 11.34	Hubungan trofik ikan terumbu karang	210
Gambar 11.35	Bentuk aktivitas antropogenik penyebab kerusakan dan degradasi terumbu karang	211
Gambar 11.36	Interaksi antara ketiga ekosistem laut tropis	213
Gambar 11.37	Konektivitas antara ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang terkait distribusi ikan.....	217
Gambar 11.38	Ekosistem perairan oseanik dan laut dalam (jeluk) yang mendominasi lautan	219
Gambar 11.39	Model sederhana rantai makanan di perairan oseanik.....	220
Gambar 11.40	Beberapa jenis ikan penghuni perairan oseanik	220

Gambar 11.41	Model sederhana dari arus nutrisi dan energi di laut dalam	223
Gambar 11.42.	Bentuk adaptasi morfologi ikan laut jeluk; memiliki mulut yang sangat besar dan menghasilkan organ cahaya (bioluminesensi) sebagai alat pendeteksi.....	224
Gambar 11.43	<i>Hydrothermal vent</i> dan fauna yang berasosiasi di sekitarnya	225
Gambar 12.1	Interaksi berbagai faktor penyebab kerusakan karang dengan didominasi tekanan perubahan suhu akibat pemanasan global.....	234
Gambar 12.2	Sistem zonasi dalam kawasan konservasi laut (KKL) dan rehabilitasi karang melalui penyediaan bibit dan substrat tempat tumbuhnya karang sebagai bentuk upaya mitigasi ekosistem terumbu karang.....	236
Gambar 12.3	Pengelolaan KKL yang memberikan pengaruh <i>spill over</i> dan <i>recruitment</i> ke kawasan di sekitarnya	237
Gambar 12.4	Pengembangan kawasan konservasi laut (KKL) dengan zona inti sebagai sumber pertumbuhan dan perkembangan biota laut	238
Gambar 12.5	Pemetaan <i>fishing ground</i> ikan tuna Albacore (<i>Thunnus alalunga</i>) berdasarkan hubungan suhu dan klorofil-a di Perairan Jepang.....	240
Gambar 12.6	Trofik level pada perairan laut dan kaitannya dengan perikanan tangkap	241
Gambar 12.7	Ilustrasi penangkapan ikan berlebihan dan tidak selektif menggunakan Trawl	242
Gambar 12.8	Skema keterkaitan antara kultivan (host), patogen, dan lingkungan dalam budi daya perikanan	243
Gambar 12.9	Penggunaan kincir air dalam budi daya udang.....	244
Gambar 12.10	Desain dan konstruksi tambak udang sistem pembuangan air minimal dan resirkulasi tertutup.....	245
Gambar 12.11	Tambak berwawasan lingkungan dengan sistem <i>silvofishery</i>	246
Gambar 12.12	Kegiatan budi daya keramba jaring apung di Waduk Cirata yang dapat melewati daya dukung lingkungan jika aktivitas budi daya KJA berlebihan	247
Gambar 12.13	Keterkaitan ekosistem perairan di daratan dan laut sehingga diperlukan keterpaduan pengelolaan.....	249
Gambar 12.14	Batasan wilayah pesisir.....	249

Gambar 12.15	Aktivitas di kawasan pesisir yang perlu keterpaduan dalam pengelolaannya	250
Gambar 12.16	Keterkaitan ekologis dan dampak pembangunan antara ekosistem darat dan pesisir	251
Gambar 12.17	Peningkatan laju sedimentasi Teluk Ambon Dalam dari tahun ke tahun akibat aktivitas antropogenik di daratan ..	252
Gambar 12.18	Mekanisme pemanasan global dan aktivitas antropogenik penyebab pemanasan global yang menghasilkan gas pembentuk rumah kaca.....	256
Gambar 12.19	<i>Coral bleaching</i> di Samudra Hindia sepanjang tahun 1998 akibat meningkatnya temperatur laut	257
Gambar 12.20	Profil pulau-pulau kecil dan kawasan pesisir Indonesia yang sangat rentan terhadap kenaikan paras laut akibat pemanasan global.....	261