

II

KEANEKARAGAMAN SUMBERDAYA HAYATI LAUT

Tujuan pembelajaran:

Memahami jenis-jenis keanekaragaman sumber daya hayati laut, wilayah di laut dengan keanekaragaman sumber daya hayati tinggi, *bull's eye of marine biodiversity*, *marine biodiversity hot-spot* dan *Coral Triangle* – Kepurnaan atau gangguan keanekaragaman hayati laut pada wilayah pusat keanekaragaman hayati akan berdampak pada kerugian secara global

Biodiversity, secara *etimologi*, ialah penyatuan dua kata, *bio* dan *diversity*. *Bio* diartikan makhluk hidup – pada kebanyakan teks Bahasa Indonesia terbitan lama, makhluk hidup disebut hayati. Kata *diversity* diartikan sebagai keragaman atau keanekaragaman. *Biodiversity*, lengkapnya *biological diversity*, secara resmi diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia sebagai keanekaragaman hayati. Kata lainnya, *germplasm* atau *polar plasm*, diterjemahkan menjadi *plasma nutfah*. Proses terjemahan resmi ini terjadi secara otomatis melalui Undang-Undang No. 5 tahun 1994 tentang pengesahan *United Nations Convention on Biological Diversity* (UNCBD). UNCBD ialah ketentuan global untuk perlindungan keanekaragaman hayati – perjanjian internasional untuk mempertahankan keberlanjutan keanekaragaman hayati, disahkan di Brasil pada tanggal 5 Juni 1992. Pada saat itu, sejumlah 157 negara menjadi *signatory* atau menandatangani perjanjian UNCBD – Indonesia ialah negara kedelapan dalam menandatangani perjanjian tersebut. Setelah melalui *cost-benefit analysis*, akhirnya Pemerintah mengeluarkan Undang-Undang No. 5 tahun 1994 dan mengesahkan secara resmi, bahwa Indonesia akan tunduk dengan semua ketentuan yang tertuang dalam UNCBD bersama peraturan turunannya. Secara *instiusional*, program detail dan tindak lanjut dari UNCBD diurus oleh IUCN, *International Union for Conservation of Nature and Natural Resouce*s.

Sebagai konsekuensi dari Undang-Undang No. 5 tahun 1994, Pemerintah dan Bangsa Indonesia mempunyai komitmen untuk melindungi keberlanjutan keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia, baik yang ada di darat, perairan tawar maupun di laut. Sebelum membahas keanekaragaman hayati lebih lanjut, terutama sumberdaya hayati laut, ada baiknya kalau kita meninjau pengertian dasar dari keanekaragaman hayati tersebut.

2.1 Definisi

Pada teks yang berbeda, atau bahkan dalam satu teks, kata keanekaragaman sumber daya alam hayati sering disebut Keragaman Hayati saja, atau disingkat KeHaTi. Ketiga penyataan tersebut berarti satu, terjemahan dari *biological diversity* atau *biodiversity*. Pada teks ini ketiga kata tersebut akan dipergunakan secara bersama, dengan arti yang sama.

Berdasarkan ketentuan IUCN, keanekaragaman hayati didefinisikan sebagai keragaman diantara makhluk hidup, dari berbagai sumber termasuk daratan, lautan dan ekosistem perairan

lainnya serta *kompleksitas ekologis* dimana mereka merupakan bagiannya. Termasuk di dalamnya keragaman dalam satu *spesies*, antar *spesies* dan ekosistem. Pemerintah Indonesia sebenarnya belum pernah membuat definisi yang tegas tentang keanekaragaman hayati. Pada Undang-Undang No. 5 tahun 1990 tentang konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya, pemerintah hanya menjelaskan istilah Sumberdaya Hayati – dinyatakan, Sumber Daya Hayati ialah: unsur-unsur hayati di alam yang terdiri dari Sumberdaya Alam Nabati (tumbuhan) dan Sumberdaya Alam Hewani (satwa) yang bersama dengan unsur *non* hayati di sekitarnya secara keseluruhan membentuk ekosistem. Sebagai negara yang bertanggung jawab, bahkan bisa dikatakan sebagai pencetus UNCBD, definisi KeHaTi pada teks ini akan memakai ketentuan seperti yang dinyatakan di dalam teks IUCN.

Definisi di atas, bagi kebanyakan orang, mungkin belum memberikan pengertian yang jelas dalam kehidupan praktis sehari-hari. Kata kunci dari kehati ialah makhluk hidup yang berbeda. Perbedaan bisa terjadi di dalam satu *spesies*, antara *spesies* yang berbeda, di dalam satu ekosistem atau diantara ekosistem yang berbeda. Sebagai contoh, suatu wilayah, bernama A, dihuni oleh satu populasi *spesies*, disebut X (kenyataan di alam hal ini hampir tidak mungkin terjadi). Wilayah lain, B, juga dihuni oleh satu populasi *spesies*, X. *Spesies* X penghuni wilayah B, terdiri dari dua sub-populasi yang terpisah satu sama lain secara geografis dalam waktu yang relatif lama. Kondisi ini menyebabkan terjadinya dua sub-populasi *spesies* X, pada wilayah B. Wilayah B dikatakan mempunyai keanekaragaman hayati (di dalam *spesies*) yang lebih tinggi dibandingkan lokasi A. Pada contoh lain, suatu wilayah, C, dihuni oleh dua *spesies*, X dan Y. Wilayah lain, D, dihuni oleh tiga *spesies*, X, Y dan Z. Wilayah D dikatakan mempunyai keanekaragaman hayati lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah C, B maupun A. dengan istilah lain, wilayah D dikatakan sebagai “*Most Biodiverse Area*”. Prinsip yang sama juga berlaku pada tingkatan ekosistem.

2.2 Ekosistem Laut

Laut ialah suatu ekosistem, bahkan ekosistem akuatik (perairan) terbesar di dunia. Ekosistem laut bisa dibedakan ke dalam komponen yang lebih kecil dan terbatas. Namun masing-masing bagian tersebut juga disebut ekosistem – mempunyai interaksi antar individu dalam populasi, komunitas dan bersama lingkungan abiotik sebagai suatu kesatuan. Ekosistem tersebut termasuk, namun tidak terbatas pada: rawa (*salt marsh*), pasang surut, estuari, laguna, terumbu karang, bakau (*mangroves*), padang lamun, dasar laut (lunak, keras, datar atau bergelombang), laut dalam, oseanik atau sebaliknya, neritik. Sebelum membahas keanekaragaman hayati laut, ada baiknya kalau kita meninjau sepintas masing-masing ekosistem yang ada pada ekosistem laut tersebut.

2.2.1 Terumbu Karang

Berenang di pantai, menggunakan *masker* dan *snorkel*, ialah metode yang paling praktis untuk mengetahui keberadaan terumbu karang. Setiap orang yang bisa sedikit berenang, mengikuti latihan singkat untuk membiasakan diri menggunakan *masker* dan *snorkel* serta dipandu oleh seseorang yang sudah berpengalaman, dia mempunyai peluang besar untuk bisa melihat terumbu karang. Tidak semua wilayah pantai mempunyai terumbu karang, apalagi kalau pinggir pantai sangat keruh oleh sedimentasi dari muara sungai. Namun jika bertemu, kita akan segera mengagumi keanekaragaman isi terumbu karang yang berwarna warni. Rasa kagum bisa segera diikuti dengan kekhawatiran atau ketakutan kalau mengganggu terumbu karang, tersengat atau bahkan diserang binatang atau tumbuhan beracun.

Bagian terkecil dari terumbu karang ialah *coral polyp*, bergabung dengan *polyp* lain dan membentuk koloni. Beberapa jenis *coral colony* membentuk rangka luar (*exoskeleton*) dari *calcium carbonate* (kapur). Ketika *polyp* mati, kerangka luar tetap tinggal sebagai struktur keras. Jenis karang ini, dengan demikian, terdiri dari binatang, tumbuhan dan mineral. *Coral polyp* termasuk jenis binatang – pada jaringan *coral*, hidup tumbuhan sel tunggal yang disebut *zooxanthellae*, menyediakan bahan organik untuk pertumbuhan *coral* dan meningkatkan kemampuan *coral polyp* untuk membentuk *exoskeleton* atau kerangka luar kapur. Sebaliknya, *coral polyp* menyediakan tempat tinggal dan *nutrien* bagi *zooxanthellae* untuk melakukan *photosynthesis*. *Coral polyp* mencari makan dengan menggunakan *tentakel*, menjebak plankton dan organisme *planktonik* lainnya yang berukuran kecil. Namun dia tidak bisa bertahan tanpa mitra *alga, zooxanthellae*. Ketergantungan dengan *zooxanthellae*, membatasi tempat hidupnya pada wilayah dimana sinar matahari sampai di dasar. Jika terjadi *thermal stress* (suhu) atau polusi, *polyp* bisa melepas *zooxanthellae* dan dia mengalami *bleaching* (akan dibahas kemudian). Jenis karang ini disebut karang keras (*hard coral*). Karang lunak (*soft coral*), membuat elemen kerangka kapur di dalam jaringan tubuhnya, disebut *spicule*. Jenis karang lunak tidak *bersimbiosis* dengan *zooxanthellae* dan tidak mempunyai kerangka keras. Konsekuensinya, karang lunak tidak banyak tergantung dari sinar matahari dan bisa hidup pada dasar perairan yang lebih dalam – karang keras disebut *reef-building coral*, yang menyusun ekosistem terumbu karang.

Terumbu karang dibedakan ke dalam tiga tipe, berdasarkan pembentukannya secara *sekuensial*, ialah: terumbu karang tepi (*fringing reef*), atol dan terumbu karang penghalang (*barrier reef*). Terumbu karang tepi ialah jenis karang yang terbentuk dari pinggir pantai suatu pulau. Karang tepi umumnya terdapat pada daerah *tropis* sampai *sub-tropis*. Karang tepi terbesar di dunia yang pernah dicatat, ialah terdapat di Laut Merah, mencapai panjang 4.000 km. Karang penghalang, ialah formasi terumbu karang yang terpisah dari pantai, oleh laguna atau perairan terbuka. Pada pinggir pantai suatu pulau terdapat karang tepi, yang diikuti oleh laut. Pada jarak yang bervariasi (bisa 200 – 3.000 m), terdapat formasi terumbu karang. Pada bagian paling luar ialah laut lepas. Perairan diantara kedua terumbu karang sering berupa laguna yang dangkal. Terumbu karang paling luar melindungi pulau dari serangan gelombang laut. Jenis karang penghalang terbesar di dunia ialah *Great Barrier Reef*, di Australia. *Great Barrier Reef* mencapai panjang 2.000 km, terpisah dari daratan oleh laguna selebar 40 km. Atol ialah jenis terumbu karang yang terbentuk dari daratan gunung *vulkanik*. Ketika gunung *vulkanik* menjadi daratan, karang tepi menjadi penghalang. Selanjutnya, ketika daratan *vulkanik* tenggelam, terumbu karang di tempat tersebut menjadi *atoll*. *Atoll* umumnya berbentuk melingkar seperti cincin sehingga disebut terumbu karang cincin.

Istilah terumbu karang (*coral reef*) sering mengacu pada ekosistem laut yang didominasi oleh binatang karang dengan *symbion algae* didalam jaringan tubuhnya. Ekosistem ini membutuhkan: (1) air laut; (2) suhu air yang cukup hangat atau *tropis* dan (3) terdapat cukup sinar matahari. Oleh karena itu keberadaan terumbu karang terbatas pada daerah perairan dangkal di wilayah *tropis*. Terumbu karang sering diibaratkan sebagai “hutan hujan *tropis* yang ada di laut”. Dalam luasan < 1% dari dasar laut, atau sekitar setengah dari luas daratan Prancis, terumbu karang menyediakan rumah (tempat) bagi sekitar 25% dari *spesies* laut di dunia. Peneliti memperkirakan ada sekitar satu juta *spesies* yang tinggal dalam lingkungan terumbu karang. Lebih dari empat ribu jenis ikan yang sudah diketahui menempati terumbu karang sebagai wilayah “*home range*”. Hanya hutan hujan *tropis* yang bisa menyaingi konsentrasi *spesies* yang ditemukan pada terumbu karang. Namun hutan hujan *tropis* mempunyai luasan 20x lipat dibandingkan luas terumbu karang.



Gambar 2.1 Berbagai jenis karang keras (*hard-coral life*) tersusun dari *coral polyp* dengan *symbion zooxanthellae* (Foto: Misool – diambil pada saat *Reef Resilience Workshop* di Raja Ampat: kerjasama pemerintah dengan *The Nature Conservancy, Conservation International* dan *World Wildlife Fund for Nature*)

Tabel 2.1 Luas area terumbu karang dari 21 negara di dunia (berdasarkan urutan terpenting) dan ramalan statusnya di masa datang (Sumber: *Wilkinson, 2002*)

No.	Urutan Negara	Luas Karang (Km ²)	%Total (Dunia)	Ramalan status ke depan
1.	Indonesia	51.020	17,95%	Kebanyakan tidak sehat, beberapa pada kondisi sedang/baik
2.	Australia	48.960	17,22%	Baik, ancaman dari bleaching
3.	Pilipina	25.060	8,81%	Kebanyakan tidak sehat, hanya sedikit yang baik
4.	Prancis	14.280	5,02%	Baik, ancaman dari bleaching
5.	Papua New Guinea	13.840	4,87%	Baik, banyak jenis ancaman yang berkembang
6.	Fiji	10.020	3,52%	Baik/sedang, ancaman bleaching
7.	Maldives	8.920	3,14%	Baik, ancaman besar bleaching
8.	Saudi Arabia	6.660	2,34%	Baik, ancaman bleaching

No.	Urutan Negara	Luas Karang (Km ²)	%Total (Dunia)	Ramalan status ke depan
9.	Pulau Marshall	6.110	2,15%	Baik, ancaman bleaching
10.	India	5.790	2,04%	Beberapa baik, sangat tidak baik
11.	Pulau Solomon	5.750	2,02%	Baik, ancaman bleaching
12.	Persemakmuran (Inggris)	5.510	1,94%	Baik, ancaman bleaching
13.	Micronesia	4.340	1,53%	Baik, ancaman bleaching
14.	Vanuatu	4.110	1,45%	Baik, ancaman bleaching
15.	Egypt (Mesir)	3.800	1,34%	Baik/sedang, ancaman bleaching
16.	Amerika (USA)	3.770	1,33%	Baik sampai tidak sehat, cenderung lebih sehat
17.	Malaysia	3.600	1,27%	Sedang sampai tidak sehat, terancam
18.	Tanzania	3.580	1,26%	Sedang sampai tidak sehat, terancam
19.	Eritrea	3.260	1,15%	Baik, ancaman bleaching
20.	Bahamas	3.150	1,11%	Baik sampai sedang, ancaman bleaching
21.	Cuba	3.020	1,06%	Baik, ancaman bleaching

Lebih dari ¼ wilayah terumbu karang di dunia terdapat di Indonesia bersama Filipina. Namun, terumbu karang pada kedua lokasi ini berada pada kondisi tidak sehat, dan tidak mengalami kecenderungan untuk menjadi lebih sehat. Perserikatan Bangsa Bangsa dan berbagai pihak di dunia harus saling membantu untuk menjaga warisan alam planet ini. Kalau tidak, kita semua akan dituntut oleh generasi yang akan datang, karena sudah menghilangkan kesempatan mereka untuk menikmati terumbu karang.

2.2.2 Bakau atau mangroves

Selama perjalanannya ke daerah *equator*, Alfred Russel Wallace membuat catatan tersendiri tentang hutan bakau, dikatakan sebagai penghuni wilayah perbatasan antara darat dan laut sepanjang garis pantai *tropis* dan *sub-tropis*. Hutan bakau, bukan saja merupakan transisi alam, mempunyai elemen ekosistem darat dan ekosistem laut, tetapi juga memiliki karakteristik ekologi tersendiri. Selanjutnya dikatakan bahwa secara *arsitektur*, hutan bakau sangat sederhana dibandingkan dengan hutan *tropis*, terdiri dari beberapa *spesies* pohon yang diikuti oleh perdu, palem dan/atau pakis di bagian bawah. Namun dibalik kesederhanaan vegetasinya, biomas terpasang, *standing biomass*, dari hutan bakau bisa sangat tinggi, terutama di daerah *equator*, melampaui biomas dari kebanyakan hutan hujan *tropis*.

Sejak berabad-abad yang lalu hutan bakau sebenarnya telah menarik perhatian para *naturalis*, ahli *botani*, *zoologi* dan *ekologi*. Publikasi *Theophrastus* yang ditulis sekitar tahun 370 – 285 SM banyak dianggap sebagai tulisan pertama yang menjelaskan mengapa akar pohon ini tumbuh di atas tanah, bagaimana pohon bakau bisa tumbuh di daerah air payau dan laut, dan menghasilkan benih *vivipar* semasih berada dalam bentuk buah yang menempel pada cabang. Definisi tentang bakau (*mangrove*) kemudian berkembang dan sangat beragam, tergantung dari masalah atau objek yang ingin dibahas dan tujuan yang ingin dicapai oleh masing-masing peneliti maupun praktisi dalam mempelajari bakau. Bakau sebagai komunitas pantai yang sangat beragam terletak pada habitat dengan tumbuhan yang torelan terhadap perbedaan salinitas di sepanjang pantai *tropis*. Bakau juga dinyatakan sebagai bagian hijau dari estuari yang menerima *nutrient*, air tawar dan sedimen dari lingkungan *terrestrial* atau daratan. Batasan ini dibuat oleh peneliti untuk mempelajari diversitas biologi dan produktifitas ekosistem bakau sebagai bagian dari lahan basah (*wetland*).

Untuk kepentingan penyusunan *database* dan herbarium, S.M. Aleman, menggabungkan definisi bakau yang diambil secara bersama dari beberapa ahli. Bakau dinyatakan sebagai pohon, perdu, palem atau pakis yang mencapai tinggi melebihi satu setengah meter (1,5 m), tumbuh pada wilayah pasang surut lingkungan pantai di pinggir estuari, ialah salah satu ekosistem yang paling terancam. A. Komiyama menyatakan bakau sebagai tumbuhan (pohon) *halophyte* yang tumbuh di sepanjang pantai *tropis* dan *sub-tropis*. Sebagian dari produktifitasnya bisa mengalir ke daerah sekitarnya, atau sebaliknya menerima bahan organik dari lingkungan estuari atau laut di sekitarnya. Batasan ini dibuat dengan tujuan untuk menghitung *biomas* dan produktifitas bakau, tujuan yang hampir sama (produksi *biomas* kayu bakar). Bakau juga sering dikatakan sebagai formasi mangal – mangal didefinisikan sebagai pohon dan perdu yang tumbuh pada habitat pantai di daerah *tropis* dan *subtropis*, antara 25° LS sampai 25° LU. Batasan ini sengaja dirancang oleh peneliti untuk mempermudah mempelajari perubahan formasi dari kedua kategori tumbuhan (bakau jenis pohon dan perdu). Pada teks lain, bakau didefinisikan secara lebih spesifik, sebagai satu-satunya komunitas *halophyte* yang terletak pada pertemuan antara laut dan daratan. Dengan definisi ini peneliti membahas berbagai tipe penyusun bakau (pohon, perdu, palem, pakis dan rumput), menempati lingkungan yang sangat spesifik sehingga keberadaannya perlu dilindungi.

Agar tidak membingungkan, mari kita coba untuk mengerti bakau dari batasan yang umum ke khusus. Pertama, bakau kita katakan sebagai tumbuhan *halophyte*, ialah tumbuhan sejati yang bisa hidup pada kondisi air asin (salinitas > 4‰); *glycophyta* ialah tumbuhan yang hanya bisa bertahan hidup pada salinitas rendah (< 4‰). Berdasarkan batasan ini, rumput laut tidak digolongkan sebagai bakau (termasuk *thalophyta*). Tapi, secara praktis, lamun ialah tidak termasuk jenis bakau. Untuk itu, bakau kita sebut sebagai tumbuhan *halophyte* yang tidak tenggelam – jadi, lamun jelas bukan bakau. Pada saat yang sama, rumput rawa juga tidak tergolong ke dalam kategori bakau – beberapa teks menyebut formasi rumput rawa sebagai *salt marsh*. Secara spesifik bakau boleh dikatakan sebagai tumbuhan *halophyte*, tidak tenggelam dan bisa terdiri dari semak, perdu, pakis, palem dan pohon. Komunitas *flora* yang menyusun ekosistem hutan bakau, selanjutnya bisa dibedakan ke dalam tiga kategori, ialah *elemen* utama, *major element*, yang selanjutnya disebut bakau sejati (*true mangrove*), *elemen* tambahan, *minor element*, dan *mangrove associate*. Termasuk dalam kategori bakau sejati ialah semua jenis pohon *halophyte* yang saat ini di dunia tercatat sebanyak sekitar 70 *spesies*, berasal dari 27 *genera*, 20 *family* dan 9 *ordo*. Jumlah bakau sejati di Asia Tenggara konon mencapai 52 *spesies*, 48 *spesies* diantaranya ditemukan di Indonesia (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 *Spesies* bakau sejati yang ditemukan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia (sumber: Giesen *et al.*, 2007). Catatan: semua jenis bakau dalam daftar di bawah termasuk dalam kategori pohon

No	Nama <i>Spesies</i>	Brunai	Cambodia	Indonesia	Malaysia	Myanmar	Papua N.G.	Filipina	Singapur	Thailand	Timor <small>este</small>	Vietnam
1	<i>Acanthus ebracteatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
2	<i>Acanthus ilicifolius</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>Acanthus volubilis</i>		+	+	+	+	+		+	+		
4	<i>Acrostichum aureum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	<i>Acrostichum speciosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	<i>Aegialitis annulata</i>			+			+				+	
7	<i>Aegialitis rotundifolia</i>		+			+				+		
8	<i>Aegiceras corniculatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	<i>Aegiceras floridum</i>		+	+	+		+	+				+
10	<i>Amyema anisomeres</i>			+								

No	Nama Spesies	Brunai	Cambodia	Indonesia	Malaysia	Myanmar	Papua N.G.	Filipina	Singapur	Thailand	Timor ^{este}	Vietnam
11	<i>Amyema gravis</i>			+	+							
12	<i>Amyema mackayense</i>			+								
13	<i>Avicennia alba</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
14	<i>Avicennia eucalyptifolia</i>			+			+	+				
15	<i>Avicennia lanata</i>			+	+		+	+	+			+
16	<i>Avicennia marina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	<i>Avicennia officinalis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	<i>Brownlowia argentea</i>			+	+	+	+	+	+			
19	<i>Brownlowia tersa</i>	+	+	+	+	+		+	+	+		
20	<i>Bruguiera cylindrica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	<i>Bruguiera exaristata</i>			+			+				+	
22	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	<i>Bruguiera hainesii</i>			+	+	+	+			+		
24	<i>Bruguiera parviflora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	<i>Bruguiera sexangula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	<i>Campostemon philippinense</i>			+	+			+				
27	<i>Campostemon schultzei</i>			+			+					
28	<i>Ceriops decandra</i>		+	+	+	+	+	+		+		+
29	<i>Ceriops tagal</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	<i>Excocaria agallocha</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	<i>Heritiera fomes</i>					+						
32	<i>Heritiera globosa</i>	+			+	+						
33	<i>Heritiera littoralis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
34	<i>Kanddia candel</i>	+	+	+	+	+		+	+	+		+
35	<i>Lumnitzera littorea</i>		+	+	+	+	+	+	+			+
36	<i>Lumnitzera racemosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37	<i>Nypa fruticans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	<i>Oxbomia octodonta</i>			+	+		+	+				
39	<i>Oberonia rhizophoreti</i>			+	+							
40	<i>Pemphis acicula</i>			+	+		+	+	+	+		
41	<i>Rhizophora apiculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
42	<i>Rhizophora mucronata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	<i>Rhizophora stylosa</i>			+	+		+	+	+		+	+
44	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	+	+	+	+		+	+	+	+		+
45	<i>Sonneratia alba</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
46	<i>Sonneratia apetala</i>					+						
47	<i>Sonneratia caseolaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
48	<i>Sonneratia griffithii</i>		+		+	+				+		
49	<i>Sonneratia ovata</i>		+	+	+		+	+	+	+		+
50	<i>Xylocarpus granatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
51	<i>Xylocarpus moluccensis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+		+
52	<i>Xylocarpus rumphii</i>		+	+	+		+	+			+	
	Total jumlah spesies per negara	25	34	48	42	34	40	38	33	33	24	31

Sebagai hutan atau ekosistem, bakau dihuni oleh berbagai jenis organisme – hewan *terrestrial* atau semi *terrestrial* biasa hidup pada bagian batang bakau dan bagian atasnya (ular, monyet, burung) dan menggunakan bakau sebagai tempat mencari makan atau tempat tinggal; hewan laut yang tidak aktif (*sessil*) tinggal pada akar bakau, terendam air secara *temporal* (kepiting bakau, teritip,

tunikata, kerang); pada lumpur di bawah pohon bakau, dihuni oleh berbagai jenis hewan yang menggali lubang untuk tinggal dan mencari makan (*polychaeta* dan kepiting lumpur). Secara tidak langsung dia bermanfaat dalam membantu suplai oksigen pada akar tumbuhan bakau; bakau sering sekali dikunjungi oleh organisme laut yang *non-sesil*, seperti ikan dan udang.

2.2.3 Padang Lamun/ *Seagrasses*

Lamun ialah tumbuhan *halophyte, submersible* atau seluruh bagiannya tenggelam, dan menempati substrat dasar yang lunak (seperti pasir dengan kadar lumpur relatif rendah). Daun dan batangnya sering digunakan sebagai tempat menempel alga, avertebrata yang bersifat *sesil*, dan sebagai tempat asuhan serta perlindungan bagi anak-anak ikan, kepiting dan *mollusca*. Padang lamun dipercaya sebagai habitat dengan produktifitas yang sangat tinggi, berfungsi sebagai jebakan detritus, berperan dalam siklus *nutrient* di laut, dan mempertahankan stabilitas pantai serta *substrat* dasar.

Lamun ialah satu-satunya kelompok *Angiospermae* yang berhasil tumbuh dan berkembang di wilayah pasang surut, termasuk dalam *family Hydrocharitaceae* dan *Potamogetonaceae* yang mempunyai kedekatan hubungan dengan *family Poaceae*, jenis rerumputan di darat. Kelompok lamun tersusun atas 13 *genera* dan 58 *spesies* yang ditemukan di dunia. *Genera* yang distribusinya terbatas di wilayah dingin, *temperate*, terdiri dari: *Amphibalis*, *Heterozostera*, *Phyllospadix*, *Posidonia*, *Pseudalthenia* dan *Zostera*. Sedangkan tujuh *genera* lagi hanya terdapat di wilayah *tropis*, ialah: *Cymodocea*, *Enhalus*, *Halodule*, *Halophila*, *Syringodium*, *Thalassia* dan *Thalassodendron*. Di Indonesia, diduga terdapat 15 jenis *spesies* lamun, ialah: (1) *Halophila capricornii*; (2) *Halophila decipiens*; (3) *Halophila minor*; (4) *Halophila tricostata*; (5) *Halophila ovalis*; (6) *Halophila spinulosa*; (7) *Enhalus acoroides*; (8) *Thalassia hemprichi*; (9) *Cymodocea rotundata*; (10) *Cymodocea serrulata*; (11) *Halodule pinifolia*; (12) *Halodule uninervis*; (13) *Syringodium isoetifolium*; (14) *Thalassodendron ciliatum*; dan (15) *Zostera capricornii* (Coles & McKenzie, 2005). Lamun ialah tumbuhan berbunga yang tenggelam di dalam air, biasa hidup di dalam teluk, Laguna dan perairan pantai dangkal. Sama seperti umumnya vegetasi di darat, lamun mempunyai daun, batang, bunga, biji dan akar serta menghasilkan bahan organik dan oksigen melalui proses fotosintesis. Terkait dengan kebutuhan fotosintesis, lamun memerlukan kualitas air yang tidak keruh (karena pengaruh sedimentasi) serta menghuni daerah perairan dangkal.

Seagrass bed diterjemahkan sebagai padang lamun (pada beberapa teks juga disebut hamparan lamun), ialah suatu ekosistem atau bisa juga disebut sebagai habitat. Berbagai komunitas tumbuhan dan hewan tinggal pada padang lamun, baik secara permanen atau temporal (sementara). Diatom (*epiphyte*), *cianobakteria*, dan *chlorophyta* hidup menempel pada daun tumbuhan lamun; Penyu hijau, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) tinggal dan memakan tumbuhan lamun; Ikan beronang, *Siganus spp.*, memakan *epiphyte* yang menempel pada daun lamun; Ikan belanak ialah *amnivora* mencari makan pada lamun; Ikan lencam ialah *predator* yang sering mencari makan pada habitat lamun; Pemakan seresah, *detritus feeder*, seperti teripang, *bryozoa* dan *hydroid* hidup menempel pada tumbuhan lamun; *Cianobakteria* yang menempel pada daun lamun mampu memfiksasi nitrogen. Dia mampu menyerap nitrogen dari lingkungan sekitarnya, merubah menjadi bentuk yang bisa dimanfaatkan oleh tumbuhan lamun dan tumbuhan lainnya sebagai sumber makanan. Kombinasi interaksi beberapa faktor ini menyebabkan hamparan lamun mempunyai produktifitas yang sangat tinggi, bisa mencapai $4 \text{ kg C m}^{-2} \text{ th}^{-1}$, terutama di wilayah *tropis*.



Gambar 2.2 *Seagrass bed*, hamparan lamun (Foto: diambil saat monitoring lamun di depan pulau Seraya, Labuan Bajo – kerjasama *The Nature Conservancy* dengan Balai Taman Nasional Komodo)

Salt marsh ialah rumput yang toleran atau bisa hidup pada salinitas tinggi. Formasi *salt marsh* biasanya ditemukan pada lintang 30 – 65 °LS dan LU. Dia menjadi habitat yang sangat penting sebagai wilayah asuhan dan mencari makan ikan-ikan di daerah *subtropis*. Ekosistem *salt marsh* tidak dibahas lebih lanjut pada teks ini.

Pada masing-masing ekosistem tersebut di atas, hidup beberapa komunitas organisme yang tidak pernah digolongkan sebagai ekosistem – namun dia ialah bagian dari ekosistem. Rumput laut, *sea weed*, ialah tumbuhan laut yang berukuran relatif besar, *halophyte*, namun berasal dari jenis *thalophyta* – dia tidak memiliki akar, batang dan bunga seperti kebanyakan tumbuhan tingkat tinggi yang ditemukan di darat, atau bahkan tumbuhan *halophyte* yang lainnya. Sebagai kelompok tumbuhan, struktur rumput laut jauh lebih sederhana dan berasal dari golongan yang lebih tua. Rumput laut sering kali melekat pada dasar padang lamun atau terumbu karang tertentu – dia mempunyai alat pelekat, *holdfast*, yang tidak termasuk ke dalam golongan akar. Rumput laut juga tidak memiliki daun, namun semacam *thallus* yang sering disebut *fronds*. Beberapa jenis rumput laut mempunyai gelembung gas, *gas-filled bladder*, membantu mereka untuk terapung. Saat ini tercatat sekitar 10.000 *spesies* rumput laut – bandingkan dengan total tumbuhan berbunga yang berjumlah 235.000 *spesies*. Berdasarkan warnanya, rumput laut dibedakan ke dalam kelompok: *chlorophyta* (alga hijau), *phaeophyta* (alga coklat) dan *rhodophyta* (alga merah). Beberapa jenis dari ketiga kelompok ini juga terdapat di air tawar, terutama *chlorophyta*.

Spons (*Sponge*) ialah kelompok *organisme* (hewan) sederhana yang tergolong ke dalam *phylum Porifera* – *Spons* tidak memiliki sistem saraf, otot (*muscle*) dan organ internal lainnya, hanya

tersusun dari rongga tubuh dan berhubungan dengan lingkungan melalui rongga atau lubang tersebut. Spons termasuk jenis penyaring, *filter feeder* – rongga tubuh mempunyai *flagela* untuk menyaring oksigen dan menangkap partikel makanan. Spons sering terdapat menempel diantara karang dan menjadi bagian dari ekosistem terumbu karang. Ukurannya bervariasi, dari hanya sekitar 2 mm sampai ukuran 2 m.

Phylum Cnidaria ialah kelompok organisme (hewan) sederhana: secara *radial simetris*, memiliki mulut, sistem saraf yang sederhana dan organ peraba. Berdasarkan cara hidupnya, dibedakan menjadi bentuk *polyp* (menetap atau menempel) dan *medusa* (terapung, bergerak bebas). Makanan ditangkap dengan menggunakan *tentakel* atau *nematotokst*, semacam sel penyengat, *stinging cells*. *Phylum Cnidaria* dibagi menjadi empat kelas, ialah: *Hydrozoa* (sering disebut kelompok *hydroid*), *Scyphozoa* (ubur-ubur, *jelly fish*), *Anthozoa* (disebut *Sea Anemones* atau bunga karang dan coral), dan *Cubozoa* (termasuk *boxjelly fish*). Catatan ilmiah mendapatkan sekitar 9.400 *spesies Cnidaria*, hampir semuanya terdapat di laut (hanya beberapa *spesies* yang hidup di air tawar). Kalau kita berkunjung ke Pulau Kakaban (orang sering menyebut Danau Kakaban), kita bisa menemukan empat jenis ubur-ubur, ialah: *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758), *Tripedalia cystophora* (Conant, 1897), *Mastigias papua* (Lesson) dan *Cassiopea ornata* (Haeckel, 1880). Ke-empatnya termasuk jenis ubur-ubur yang hidup di laut, tercatat pada daftar *spesies* air laut; ternyata dia bisa beradaptasi, hidup dan berkembang di air tawar – ditemukan di danau tawar, Kakaban. Saat ini, tercatat hanya tiga tempat di dunia, dengan tiga *spesies* ubur-ubur air tawar yang tidak menyengat lagi – Kakaban, Maratua (keduanya di Kalimantan Timur) dan Palau.

Worms, cacing – laut dihuni oleh berbagai jenis cacing, kebanyakan hidup menempel pada inang dan bersifat parasit. Masing-masing bisa dibedakan berdasarkan bentuk badannya, ialah: cacing pipih, *flatworms (platyhelminthes)*, cacing pita, *ribbon-worms (Nemertea)*, cacing gilik, *round-worms (nematoda)*, cacing segmen, *segmented-worms (Annelida)*, dan cacing panah, *arrow-worms (chaetognatha)*. *Nematoda* mempunyai *spesies* yang paling banyak (80.000 *spesies*), diikuti oleh *Annelida* dan cacing pipih (15.000 *spesies*), *nemertea* (650 *spesies*) dan *chaetognatha* (60 *spesies*). *Turbellaria* ialah jenis cacing pipih yang hidup bebas melayang (*free living*). Cacing pita umumnya mempunyai *proboscis (antena)* untuk menangkap mangsa.

Moluska sering disebut dengan kelompok siput laut, ialah binatang berkulit lunak, tidak bersegmen dan ditutupi oleh tempurung yang disebut *shell*. Moluska mempunyai kesamaan umum, ialah: kepala dengan tentakel dan mata, kaki jalan (*muscular foot*), *visceral* (organ dalam), dan *mantle* untuk memproduksi tempurung. Moluska terbagi dalam tujuh kelas, namun hanya lima kelas yang hidup di laut, ialah: *Amphineura (Chiton)*, *Gastropoda* (siput dan limpet), *Scaphopoda*, *Bivalvia* (kerang, kijing, remis, tiram, kima), dan *Cephalopoda* (cumih, sotong, gurita). Anggota kelas *Gastropoda* yang sangat terkenal, ditemukan pada terumbu karang dan menarik perhatian penyelam, ialah *nubribranch*. Anggota moluska yang berukuran paling besar ialah gurita (kelas *Cephalopoda*). Sedangkan kima ialah anggota terbesar dari jenis yang mempunyai tempurung kembar (*Bivalvia*).

Arthropoda ialah organisme (hewan) berkulit keras dengan ciri kaki-kaki yang berhubungan, merupakan kelompok terbesar penghuni bumi (darat dan laut). Beberapa teks menyatakan *arthropoda* ialah tiga *phylum* terpisah: *Chelicerata*, *Mandibulata* dan *Crustacea* (udang). Kulit keras (*exoskeleton*) umumnya terdiri dari *chitin* dan/atau *calcium carbonat*. Kelompok yang umum ditemukan di laut ialah: kelas *Merostomata* (mimi ranti), *Pycnogonida (sea spider)* dan kelas *Crustacea* (udang-udangan) – subkelas *Decapoda* ialah yang paling banyak dikenal oleh masyarakat karena bernilai komersial tinggi (udang dan lobster).

Echinodermata diartikan sebagai binatang dengan kulit berduri, ialah *phylum* yang semua anggota kelompoknya hidup di laut. Bintang laut (*sea star*), *sea urchin* (bulu babi), teripang (*sea cucumber*) dan *Crown-Of-Thorn*, bintang laut berduri, ialah beberapa *spesies* yang menjadi anggota *phylum Echinodermata*. Hampir semua *echinodermata* mempunyai bentuk simetris (secara *radial*) dan mampu berkembang jika bagian bagian-tubuh terpotong atau dipotong – bintang laut

berduri mempunyai racun yang sangat kuat jika terkena manusia. Dia juga bertindak sebagai *predator* utama binatang karang (*spot bleaching* terumbu karang). Mengambil mahkota berduri dari laut tidak dilakukan dengan cara memotong menjadi bagian-bagian. Setiap potongan bagian tubuh mampu tumbuh kembali menjadi mahkota berduri yang lengkap, dan dia akan menjadi *predator* yang lebih ganas.

Ikan, *finfish*, ialah organisme laut yang paling dikenal oleh hampir semua dari kita – ikan mempunyai anggota yang paling banyak yang termasuk kategori komersial (ekonomis penting), untuk konsumsi maupun untuk peliharaan (*aquarium*). Kata *fish* sering dihubungkan dengan istilah *fisheries*, ialah mengambil binatang dan/atau tumbuhan air dari laut. Istilah *fish*, oleh karena itu, sering dihubungkan dengan organisme lain yang diekstraksi dari laut untuk kepentingan komersial. Jika yang dimaksud ialah ikan, maka secara lebih spesifik disebut *finfish* – ikan ialah binatang bersirip yang hidup di air. Kelompok ikan dibedakan ke dalam tiga kelas, ialah: *Osteichthyes* (*bony fish*, ikan bertulang keras), *Condrichthyes* (bertulang rawan) dan *Agnatha* (tidak mempunyai rahang). *Osteichthyes* ialah kelompok yang paling banyak dikenal dan bernilai ekonomis penting.

Penyu dan ular laut ialah dua jenis reptil yang bertahan hidup di laut, terutama di wilayah *tropis*, seperti Indonesia. Ada beberapa jenis buaya yang juga bertahan hidup pada muara sungai dan laut, namun sudah sangat jarang sekali ditemukan. *Marine iguana*, *Amblyrhynchus cristatus* (Bell, 1825) ialah jenis reptil terkecil yang juga bisa hidup di Laut. Taman Nasional *Galapagos*, *Equador*, mungkin termasuk satu diantara beberapa tempat dimana masih ditemukan binatang iguana. *Reptil* sebenarnya tidak mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan garam dari organ ginjal. Namun *reptil* yang hidup di laut, telah mengembangkan kelenjar pada dekat kepala untuk mengekskresi garam dari dalam tubuhnya. *Reptil* yang hidup di laut juga mampu bertahan tinggal di dalam air relatif lama, walaupun harus ke permukaan setiap kali mengambil oksigen (bernafas).

Secara umum, ada dua kelompok *mammalia* laut yang hidup di perairan *tropis*, baik secara temporal maupun permanen. Paus dan lumba-lumba termasuk kelompok *cetacea* yang paling umum diketahui. *Cetacea* terbagi ke dalam dua famili, ialah: *Odontoceti* (*cetacea* yang mempunyai gigi, termasuk *Sperm Whale* dan *Orca*); dan *family Mysticeti* (*cetacea* yang mempunyai *baleen*, seperti paus punuk atau *humpback whale*). Pengamatan ahli *cetacea* di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT), termasuk Laut Sawu, mendapatkan paling tidak terdapat 18 jenis *cetacea* yang menggunakan wilayah perairan Indonesia sebagai jalur migrasinya. Dugong, di Indonesia disebut duyung atau sapi laut, ialah termasuk kelompok *Proboscidea* (keluarga gajah) yang bisa beradaptasi untuk hidup di laut. Duyung, *Dugong dugon* (Muller, 1776), termasuk sudah sangat jarang ditemukan di perairan Indonesia. Dia biasa terlihat pada atau dekat dengan habitat padang lamun (*seagrass bed*).

2.3 Keanekaragaman Hayati Laut

Dua puluh lima tahun yang lalu, para ahli percaya bahwa mereka telah berhasil melakukan inventarisasi sekitar 1,6 juta *spesies*. Jumlah ini diduga mewakili 50% dari *spesies* tumbuhan dan hewan pada planet bumi. Pendekatan baru dalam cara sampling keanekaragaman serangga di hutan hujan *tropis* dan *makrobenthos* di laut dalam telah *merevisi* perkiraan di atas menjadi 1,7 – 1,8 juta *spesies*, dan para ahli percaya bahwa masih tersisa sekitar 10 – 100 juta *spesies* yang belum ditemukan. Sejalan dengan perubahan paradigma ini, inventarisasi *spesies* juga berkembang dari kegiatan konvensional menjadi usaha yang profesional. Alasan dibalik perubahan sikap ini mungkin berakar dari kecemasan sosial akibat perubahan iklim global dan pembangunan yang tidak berkelanjutan (*non sustainable development*). Kecemasan ini diterjemahkan ke dalam strategi ilmiah bahwa “tidak ada kata terlambat untuk membuat dokumentasi dan memberi nama keanekaragaman hayati sebelum dia punah untuk selamanya”. *Roberts Callum* pernah menyatakan “mungkin beberapa *spesies* laut sudah punah sebelum sempat dipelajari secara ilmiah”

Melalui penelitian fosil, ahli *taksonomi* berhasil mengidentifikasi sejenis ikan purba yang diduga hidup jutaan tahun yang lalu dan sudah punah – Fosil ikan tersebut diberi nama *Latimeria*. Pada bulan September 1997, Arnaz dan Mark Erdman melihat ikan yang sangat aneh, dijual di pasar tradisional Manado Tua, kawasan Taman Nasional Buraken, Sulawesi Utara. Spesimen kedua ditemukan pada bulan Juli tahun 1998. Hasil identifikasi ahli menunjukkan bahwa ikan tersebut termasuk *spesies* dari *genus Latimeria*. Segera saja temuan ini menghebohkan dan diliput oleh berbagai media di Indonesia. Pada saat yang sama ahli *taksonomi* juga sibuk mengidentifikasi jenis *Latimeria* ini, walaupun sudah pernah ditemukan sebelumnya di tempat lain. Setelah melalui testing DNA, ikan tersebut dinyatakan berbeda dengan yang pernah ditemukan di Mulut Sungai Chalumnae, Afrika Selatan. Ikan ini akhirnya mendapat nama *Latimeria menadoensis*, sebagai *spesies* baru hasil temuan ilmu pengetahuan. Masyarakat lokal di Manado menyebutnya dengan nama raja laut.

Pada bulan Mei 2005 Michael Segonzac menulis hasil temuan *yeti crab*, sejenis kepiting yang ditemukan pada “*hydrothermal vent*” (laut dalam) dekat dengan *Easter Island*. Hasil identifikasi ahli, mendapatkan bahwa *yeti crab* ialah *spesies* baru hasil temuan ilmiah, dan mendapat nama *Kiwa hirsuta*. Hasil temuan ini juga sangat menghebohkan, diangkat oleh berbagai media di Amerika Serikat dalam waktu singkat. Melalui kesempatan ini, media dan masyarakat dibuat tercengang, bahwa masih ada tempat kosong di dalam peta keanekaragaman hayati dunia. Media dan *public* tidak menyadari, bagi kelompok biologi sistematik, penemuan ini merupakan hal yang biasa saja – penemuan dan penamaan hewan dan tumbuhan baru merupakan produk kerja sehari-hari dari kombinasi antara penelitian lapangan dengan penelitian akademis di atas meja.

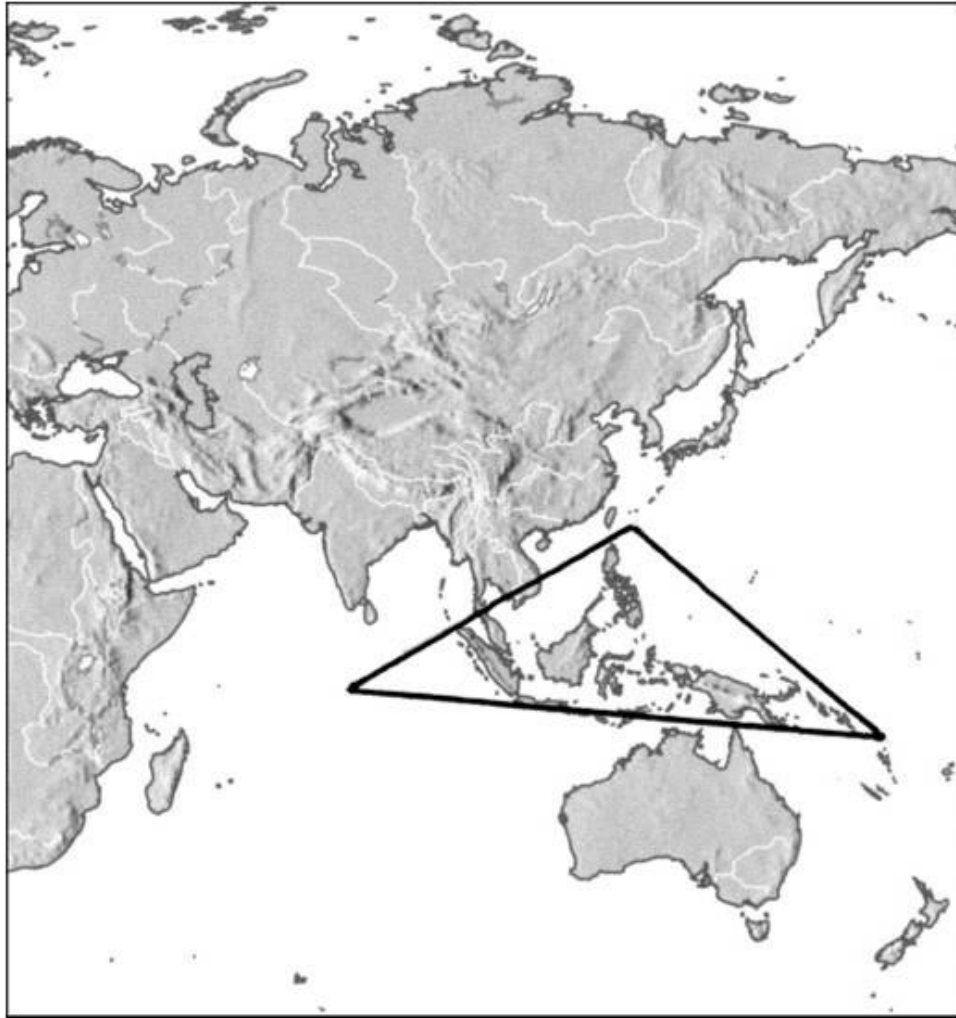
Groombridge ialah seorang *taksonomist*, memperkirakan jumlah *spesies* laut yang sudah diketahui bervariasi antara 250 – 274 ribu *spesies*. Melalui *software FishBase* (www.fishbase.org) kita bisa mengetahui secara cepat (dengan hanya menekan beberapa tombol dalam computer) bahwa secara total sudah ditemukan 27.683 *spesies* ikan (bersirip) dan dianggap sah, dimana 16.475 *spesies* diantaranya ialah *spesies* ikan laut. Berbagai *spesies* karang juga sudah dikumpulkan melalui *ReefBase*. Namun kita ternyata masih jauh dari daftar *organisme* global di laut. Jumlah total *spesies* laut yang dibuat oleh Groombridge tentu saja merupakan pembulatan, sementara jumlah *spesies* di darat yang sudah tercatat mencapai sekitar 1.4 juta jenis – suatu indikasi studi tentang laut masih sangat terbatas. Peneliti memperkirakan kita tahu laut mungkin hanya sekitar 2% dari alam laut yang sebenarnya.

Keanekaragaman hayati laut lebih banyak tersebar di wilayah *tropis* dan belahan bumi selatan. Sebaliknya, kapasitas atau keahlian taksonomis, ketertarikan ilmuwan dan dana lebih terpusat pada belahan bumi utara dan Amerika Serikat. Ketimpangan ini ialah satu dari beberapa alasan terlambatnya kemajuan dalam bidang keanekaragaman hayati laut. Sebagian besar organisme laut berada dalam bentuk *symbion*, sebuah istilah untuk menjelaskan hubungan *mutualis*, *komensal* dan *parasit*. Studi tentang *symbion* di laut masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan karena masih relatif sulit untuk menemukan *symbion* dari inangnya (*host*). Hasil penelitian beberapa tahun yang lalu mendapatkan bahwa 95% dari *copepoda parasitis* yang diambil dari Madagaskar, Kaledonia Baru dan Maluku ialah *spesies* baru. Hasil temuan ini memberikan indikasi bahwa jumlah *spesies* *copepoda* kemungkinan besar jauh lebih banyak dari kemampuan ilmiah untuk menemukan *spesies* tersebut. Di Kaledonia Baru dan Maluku, karang keras umumnya memiliki 5-9 *spesies copepoda* yang terkait; Jenis *Acropora hyacinthus* mempunyai 13 *spesies symbion*; Sebuah spesimen tunggal dari *Holothuridae*, *Theknota ananas* (Jaeger, 1833), memendam 5 *spesies copepoda*. Saat ini, ada 9.500 *spesies copepoda* laut yang dikenal hidup bebas. *Copepoda* yang bersifat mutualis dan parasit jelas merupakan sebagian kecil dari jumlah sebenarnya dari *copepoda* laut di dunia.

2.4 Pusat Keanekaragaman Hayati Laut

Secara umum berlaku, suatu wilayah di laut yang mempunyai jumlah *spesies* atau ekosistem yang lebih beragam, dikatakan mempunyai keanekaragaman sumberdaya hayati lebih tinggi. Pertanyaan ahli-ahli biologi ialah “dimana tempat di laut dengan keanekaragaman hayati lebih tinggi dibandingkan wilayah laut lainnya”. Sejak awal tahun 1950an ahli *taksonomi* dan biologi laut, seperti *Groombridge*, sudah mengidentifikasi tempat-tempat di laut yang dicurigai sebagai wilayah dengan keanekaragaman hayati laut sangat tinggi – John C. Briggs menunjuk daerah tersebut sebagai pantai *East Indies* – wilayah pantai *tropis* yang belakangan diakui kebenarannya oleh hampir semua ahli *taksonomi* dan biologi laut (Gambar 2.3).

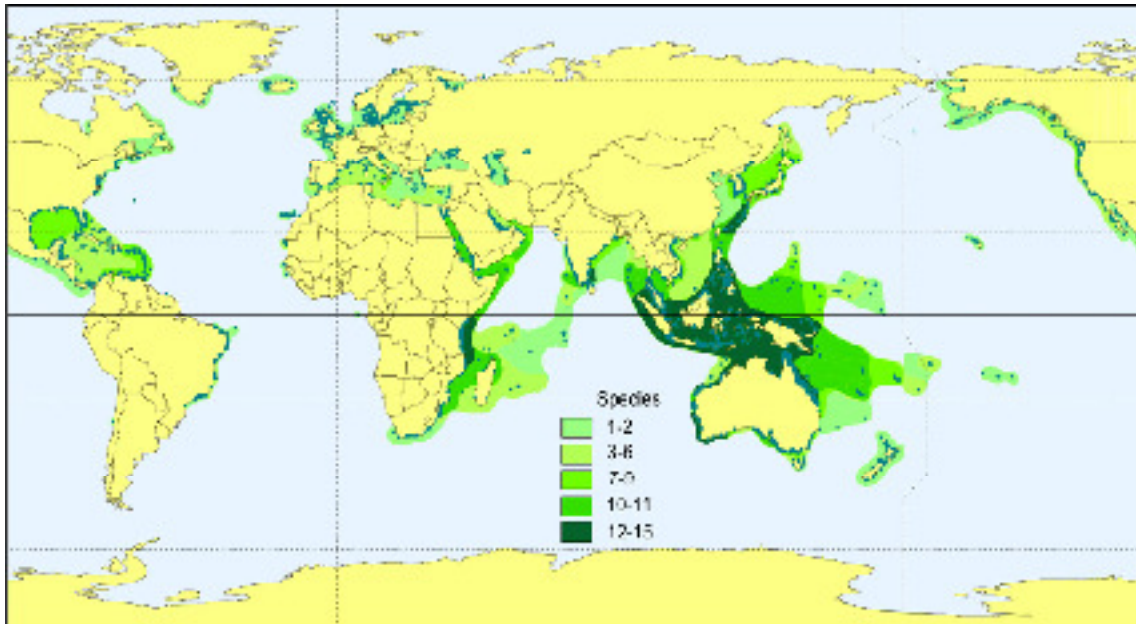
Wilayah pantai *tropis* termasuk salah satu tempat yang luar biasa – merupakan tempat asuhan berbagai organisme dalam rentang waktu skala evolusi, dari puluhan hingga jutaan tahun lamanya. Terumbu karang, padang lamun, hutan bakau dan hamparan alga merampung kehidupan yang sangat beranekaragam, melebihi semua wilayah laut lainnya. Di wilayah ini pula penemuan ilmiah hampir terjadi setiap hari. Pantai Pasifik dan Hindia (*Indian Ocean*) merupakan dua tempat di dunia yang masih menyimpan specimen yang belum teridentifikasi secara ilmiah. Daerah tersebut diberi nama *Indo-West Pacific*. Dengan hanya melakukan *snorkeling* di pinggir pantai, banyak kemungkinan ilmuwan menemukan *spesies* yang belum dijelaskan oleh ilmu pengetahuan. Beberapa tahun yang lalu, peneliti kelautan tingkat internasional, bersama peneliti berpengalaman dari Indonesia dan dikoordinir oleh lembaga konservasi internasional, melakukan ekspedisi di wilayah Raja Ampat, Papua – termasuk diantaranya ialah *Gerald Allen* (ahli ikan karang), *Rodney V. Salm* (ahli karang), *Emre Turak* (karang), *Mark V. Erdmann* dan peneliti lainnya. Survei selama enam minggu saja, tercatat menemukan tidak kurang dari 56 spesies baru dari ikan, mantis (sejenis udang) dan karang. Dari *spesies* baru tersebut, 50 *spesies* diantaranya ialah *spesies endemik* di Papua Barat, tidak ditemukan di daerah lain – mereka mencatat menemukan 600 jenis karang keras (*Skleractinia*), jumlah ini diperkirakan merupakan 75% dari jumlah total *spesies* karang keras di dunia. Survei selanjutnya dilakukan di wilayah perairan Nusa Penida Bali, dengan luas wilayah pantai (sampai kedalaman 20 m) tidak lebih dari 15.000 ha. Peneliti meyakini ditemukan tidak kurang dari 6 jenis ikan yang baru dalam catatan ilmu pengetahuan. Ekspedisi dilanjutkan untuk melakukan hal yang sama di wilayah Halmahera. Walaupun kegiatan survei tidak bisa diselesaikan secara lengkap, peneliti yakin mereka telah menemukan beberapa spesies baru di laut Halmahera.



Gambar 2.3. Segi tiga *East Indies* – wilayah laut Indo-Pasifik Barat yang diduga mempunyai keanekaragaman hayati laut tertinggi di dunia (Sumber: *Briggs*, 2005)

Wim Giesen, melakukan pencatatan pada *spesies* bakau yang sudah diidentifikasi oleh berbagai kelompok peneliti di dunia. Ilmu pengetahuan telah mencatat adanya 70 *spesies* bakau sejati yang ditemukan di dunia; dia berasal dari 27 *genera*, 20 famili dan 9 *ordo*. Jumlah baka sejati di Asia Tenggara konon mencapai 52 *spesies*, 48 *spesies* diantaranya ditemukan di Indonesia, dipercaya sebagai jumlah *spesies* tertinggi ditemukan dalam sebuah negara. *Bert Hoeksema* ialah seorang *naturdist* dari *Museum Nasional Leiden*, Belanda – *Hoeksema* ialah spesialis karang jamur (*mushroom coral*) dan sudah melakukan penelitian pada hampir semua wilayah pantai di dunia, termasuk Komodo, Raja Ampat, Wakatobi, Derawan dan Nusa Penida. Dia mencatat dan menemukan jumlah *spesies* karang jamur terbanyak di wilayah perairan Indonesia. *Fred Short* bersama ahli lamun lain, membuat pembagian 6 (enam) wilayah *bioregion* terkait dengan sebaran dan jumlah *spesies* lamun. *Tropical Indo Pacific* ialah *bioregion* 5 (lima) yang disebutkan mempunyai jumlah *spesies* lamun terbanyak (24 *spesies*), diikuti oleh *bioregion* 6 (enam) dengan 18 *spesies*, *bioregion* 4 (empat) dengan 15 *spesies*, *bioregion* 2 (dua) dengan 10 *spesies*, *bioregion* tiga (3) dengan 9 *spesies* dan *bioregion* 1 (satu) dengan hanya 5 (lima) *spesies*. Semua wilayah perairan Indonesia berada di dalam wilayah *Bioregion Tropical Indo-Pacific*, tempat dengan keanekaragaman *spesies* lamun tertinggi (Gambar 2.4). *Gerald Allen* bersama M. Adrim melakukan *inventarisasi* pada komunitas *Ichthyofauna* terumbu karang di Indonesia. Walaupun tidak menyertakan wilayah Filipina

dan Papua New Guinea, informasi ini telah digunakan oleh *John C. Briggs* untuk lebih memahami pusat keanekaragaman hayati di wilayah *East Indies Triangle*. Mereka percaya, sebagian wilayah Indonesia merupakan tempat dengan *spesies* ikan karang yang paling tinggi di dunia.

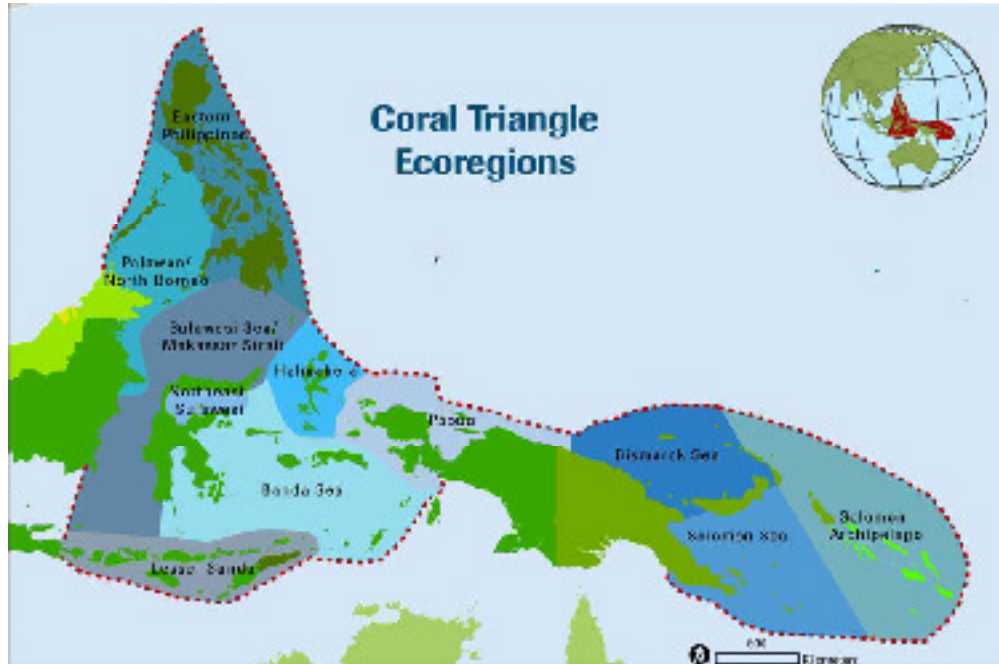


Gambar 2.4 Sebaran keanekaragaman *spesies* lamun di dunia berdasarkan wilayah dengan jumlah *spesies* yang berbeda (Sumber: *Short et al., 2007*)

Sejak tahun 2003, ahli kelautan, *taksonomi* dan biologi laut dikoordinir untuk mencapai kata sepakat pada lokasi laut dengan keanekaragaman hayati yang paling tinggi. Pertemuan pertama dilakukan di Bali, dengan inisiatif oleh lembaga konservasi yang bergerak di bidang kelautan. Peneliti Indonesia, yang diwakili oleh UPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) juga terlibat dalam diskusi. Pada dasarnya, hampir semua ahli sepakat pada wilayah di laut dengan keanekaragaman sumberdaya hayati yang paling tinggi. Diskusi sedikit alot pada saat menentukan *delineasi* atau membuat batas wilayah tersebut di laut dan pemberian nama dari pusat keanekaragaman hayati tersebut – perubahan penyebaran *spesies* dalam wilayah geografi terjadi secara *gradual* dan sangat sulit untuk dipisahkan dengan garis *delineasi* yang tegas. Beberapa nama yang berbeda juga diusulkan oleh masing-masing ahli; *Bull's Eye of Marine Diversity*, *Marine Biodiversity Hot Spot*, *epicenter of Marine Biodiversity* dan beberapa nama lainnya. Melalui diskusi panjang dan melelahkan, akhirnya *delineasi* dilakukan secara *arbitrari* dengan memadukan pendapat dari seluruh ahli dan diberi nama *CORAL TRIANGLE* (Gambar 2.5).

Coral Triangle didefinisikan sebagai terminologi geografis, ialah wilayah seperti segi-tiga, di laut *tropis* yang mempunyai paling tidak 500 jenis karang penyusun terumbu karang (*reef-building corals*). *Coral Triangle* dibagi ke dalam wilayah-wilayah lebih kecil dengan kesamaan penyusun habitat, kondisi *oseanografi* dan keanekaragaman *spesies*. Wilayah lebih kecil ini disebut *ecoregion*, yang juga mempunyai jumlah *spesies* karang > 500 jenis. Selanjutnya, *Coral Triangle* juga dibagi ke dalam dua wilayah biogeografi (*biogeographic regions*), ialah: region Indonesia-Filipina dan region Pasifik Barat Daya. *Coral Triangle* berada di dalam wilayah 6 (enam) negara, ialah: Indonesia, Filipina, Malaysia, Timor Leste, Papua New Guinea dan Solomon Island. Pembagian *ecoregion* pada wilayah *Coral Triangle* ialah meliputi: *Eastern Philippines*, *Palawan/Northern Borneo*, *Sulawesi Sea/Makassar*

Strait, Halmahera, Northeast Sulawesi, Banda Sea, Lesser Sunda, Papua, Bismarck Sea, Solomon Sea dan Solomon Archipelago.



Gambar 2.5 Batas (*delineasi*) *Coral Triangle* dari hasil diskusi berbagai ahli kelautan, taksonomi dan biologi laut (Sumber: hasil diskusi ahli dipaparkan dalam Green & Mous, 2008)

Berbagai teori berkembang untuk menjelaskan alasan wilayah *Coral Triangle* menjadi pusat keragaman hayati laut di dunia. Teori pertama mengatakan bahwa berbagai *spesies* laut di wilayah *Coral Triangle* (CT) menempati habitat yang saling tumpang tindih, atau bahkan habitat yang sama. *Spesies-spesies* dengan kekerabatan yang relatif dekat terus menerus melakukan *inter-breed* – hal ini menyebabkan munculnya *spesies* baru dan menjadikan CT sebagai wilayah laut yang kaya akan *spesies* yang beraneka ragam. Pembentukan *spesies* baru melalui mekanisme seperti ini disebut proses *sympatric*. Sebagian besar wilayah CT mempunyai karakteristik kepulauan (*archipelago*) – dalam wilayah geografi yang sempit sering ditemukan *barrier* atau penghalang sehingga terjadi *isolasi geografis*. Pada kondisi seperti ini, *spesies* yang sama bisa terisolasi dalam waktu yang relatif lama dan tidak mempunyai kesempatan untuk melakukan *inbreeding*. Akibatnya, isolasi geografis berdampak pada munculnya *sub-populasi* dari *spesies* yang sama, dalam waktu relatif lama, mereka terpisah sebagai *spesies* yang berlainan – proses ini disebut *allopatric*. Teori lain menyatakan pembentukan *spesies* pada wilayah CT sebagai akibat dari beragamnya habitat dan stabilnya parameter lingkungan. Berbagai teori pembentukan *spesies* tidak dibahas secara detail pada teks ini.

Coral Triangle dipercaya sebagai pusat dari pusat (*epicenter*) keanekaragaman sumberdaya hayati laut dunia. Luas total *Coral Triangle* tidak mencapai 2% dari luas laut dunia, namun menampung 76% dari *spesies* karang yang ada di dunia dan 52% dari total *spesies* ikan karang dunia. Jumlah *spesies* tertinggi untuk bakau dan lamun juga diketahui berada di wilayah *Coral Triangle*. Sampai saat ini, ada tiga wilayah di dunia yang sudah diidentifikasi mempunyai keanekaragaman hayati tinggi – dua dari wilayah tersebut ada di darat: Lembah Sungai *Amazon* dan *Congo Basin* di Afrika. Sedangkan wilayah di laut ialah *Coral Triangle*. Ketiga wilayah ini mempunyai arti yang sangat penting secara global – kerusakan alam laut yang terjadi pada wilayah *Coral Triangle* menjadi kerugian global, sebagai satu-satunya tempat terakhir, dan tidak ada duanya, untuk melihat warisan dunia dari terumbu karang. Pada saat yang sama, wilayah *Coral Triangle* merupakan sumber penghidupan langsung bagi lebih dari 126 juta penduduk yang tinggal di sekitarnya. *Coral Triangle*

sangat berpeluang untuk mengalami kerusakan sebagai akibat dari pemanfaatan sumberdaya secara berlebih (*over-exploitation*) dan pengambilan sumberdaya laut melalui praktek-praktek yang tidak ramah lingkungan (*destructive fishing*).

Ringkasnya, CT ialah wilayah di laut dengan keragaman *spesies* yang sangat tinggi, satu-satunya warisan dunia di laut. Wilayah CT berada dalam kewenangan administrasi 6 (enam) negara *tropis* di Asia Tenggara dan Papua *New Guinea*. Sumber daya di wilayah CT dimanfaatkan secara langsung sebagai sumber penghidupan bagi lebih dari 126 juta penduduk. Memperhatikan peluang dan ancaman ini, Presiden Republik Indonesia, Susilo Bambang Yudhoyono, mengambil inisiatif dan mengajak 5 (lima) negara lainnya untuk menjaga dan melindungi wilayah *Coral Triangle*. Inisiatif ini disampaikan pada sidang APEC (*Asia Pacific Economic Cooperation*) tahun 2007. Usulan dari Presiden Yudhoyono dituliskan dalam pidato berjudul "*Coral Triangle Initiative for Coral Reef, Fisheries and Food Security*". Lima negara lain di dalam CT segera bergabung mendukung ide dari bapak SBY dengan komitmen pendanaan nasional masing-masing negara. Dua negara maju, Amerika Serikat dan Australia memberikan dukungan bantuan teknis dan finansial dari dana dalam negeri mereka. Lembaga pendanaan Internasional (*Global Funding Institutions*) pada akhirnya juga memberikan dukungan dan bantuan finansial untuk *merealisasikan* perlindungan terumbu karang di wilayah *Coral Triangle*.



Gambar 2.6 Potensi sumberdaya ikan di wilayah *Coral Triangle*, sumber penghidupan bagi lebih dari 126 juta penduduk di sekitarnya (Foto: Tulamben, Bali – oleh Andreas Muljadi).

Sumber Bacaan Utama:

- Briggs, J. C., 2005a. *The Marine East Indies: diversity and speciation. Journal of Biogeography* **32**: 1517-1522.
- Briggs, J. C., 2005b. *Coral reefs: Conserving the evolutionary sources. Biological Conservation* **126**: 297-305.
- Green, A. L., & P.J. Mous, 2008. *Delineating the Coral Triangle, its Ecoregions and Functional Seascapes*. South Brisbane, Australia, TNC Coral Triangle Program Report: 44.
- Hoeksema, B. W., 2007. *Delineation of the Indo-Malayan Centre of Maximum Marine Biodiversity: The Coral Triangle. Biogeography, Time, and Place: Distributions, Barriers, and Islands*. W. Renema. Leiden, the Netherlands, Springer: 117-178.
- Short, F., T. Carruthers, W. Dennison, & M. Waycott, 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **350**: 3-20.
- Wilkinson, C., 2002. *Status of Coral Reefs of the World*. 2002. Townsville, Australia, Australian Institute of Marine Science: 378p

Ringkasan:

1. Apa kriteria suatu wilayah disebut sebagai *Coral Triangle*?
2. Mengapa *Coral Triangle* dinyatakan sangat penting secara global, bahkan dianggap sebagai warisan dunia?
3. Apa pentingnya inisiatif yang dicetuskan oleh Presiden Bambang Susilo Yudhono pada sidang APEC tahun 2007 lalu?
4. Bandingkan luas wilayah *Coral Triangle* dengan total luas laut di bumi, apa yang membuat *Coral Triangle* sangat strategis dan penting, terkait dengan keanekaragaman hayati laut?
5. Apa kemungkinan yang akan terjadi jika *Coral Triangle* tidak dijaga dan dilindungi?
6. Jelaskan deskripsi teori yang menjadikan Segi-Tiga Karang sebagai pusat keanekaragaman hayati laut dunia;
7. Sebutkan negara-negara yang tergabung dalam inisiatif "Coral Triangle Initiative, for coral reefs, fisheries and food security"
8. Bakau dan lamun termasuk jenis tumbuhan halophyte – apa yang membedakan keduanya sehingga masing-masing diberi nama kelompok tumbuhan yang berbeda?
9. Rumput laut (sea weed) juga termasuk kategori halophyte – apa yang membedakan tumbuhan ini dengan bakau dan lamun?
10. Deskripsikan secara singkat yang dimaksud dengan istilah "Coral", dan apa bedanya antara Coral dengan istilah "Coral Reefs"?