

Buletin

ISSN 1410-4377

Plasma Nutfah

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2000



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian**

Buletin Plasma Nutfah
Volume 5 Nomor 2 Tahun 2000

Penanggung Jawab
Ketua Komisi Nasional Plasma Nutfah
Kusuma Diwyanto

Dewan Redaksi
Surahmat Kusumo
Kusuma Diwyanto
Sugiono Moeljopawiro
Johanes Widodo
Maharani Hasanah

Redaksi Pelaksana
Husni Kasim
Lukman Hakim
Hermanto

Alamat Redaksi
Sekretariat Komisi Nasional Plasma Nutfah
Jalan Merdeka 147, Bogor 16111
Telp/Faks: (0251) 327031

Pengantar

Tidak dapat dibayangkan apa yang terjadi bila plasma nutfah mengalami kepunahan. Oleh karena itu, Badan Litbang Pertanian senantiasa berupaya melestarikan plasma nutfah sebagaimana tercermin dari pembentukan gen bank dan kegiatan penelitian yang menangani perplasmanutfahan. Untuk dapat diketahui oleh berbagai pihak, hasil penelitian tersebut diinformasikan dalam berbagai media, termasuk Buletin *Plasma Nutfah*.

Dalam penerbitan Buletin *Plasma Nutfah*, hingga saat ini Redaksi masih mengalami kekurangan makalah yang siap terbit. Beberapa makalah yang dikirimkan kepada Redaksi terpaksa dikembalikan ke penulisnya untuk perbaikan, yang tidak jarang memerlukan waktu cukup lama. Hal ini tentu berpengaruh terhadap ketepatan waktu terbit Buletin. Untuk dapat terbit tepat waktu dengan mutu dan frekuensi yang meningkat, media publikasi ini memerlukan makalah dari berbagai pihak, termasuk para pemulia di lembaga penelitian dan perguruan tinggi.

Redaksi

Buletin *Plasma Nutfah* diterbitkan oleh Komisi Nasional Plasma Nutfah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Memuat tulisan hasil penelitian dan tinjauan ilmiah yang belum pernah diterbitkan tentang eksplorasi, karakterisasi, evaluasi, pemanfaatan, dan pelestarian plasma nutfah tumbuhan, hewan dan mikroba, Buletin ini diterbitkan secara berkala, dua kali setahun.

Buletin *Plasma Nutfah*

Volume 5 Nomor 2 Tahun 2000

DAFTAR ISI

Keragaman Hayati Terumbu Karang di Indonesia	1
<i>Johanes Widodo</i>	
Karakterisasi Mutu Bunga Potong Sedap Malam Kultivar Ganda	7
<i>Murtiningsih W., Wisnu Broto, Wakiah Nuryani, dan Imam Muhajir</i>	
Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi dalam Perakitan Varietas Unggul Padi Ketan	12
<i>Bambang Kustianto, Allidawati, dan Supartopo</i>	
Pengelolaan Plasma Nutfah Ubi-ubian <i>Dioscorea</i> spp.	18
<i>Sutoro dan Hadiatmi</i>	
Keragaman Genetik Plasma Nutfah Kacang Hijau Introduksi dari AVRDC, Taiwan	24
<i>Lukman Hakim</i>	
Plasma Nutfah Padi Lokal di Kalimantan Timur	30
<i>T. Sudyaty Silitonga, Koesnadi Wirasapoetra, Sarmiah, Usmar Bakhtiannur, Kamin, dan Patrice Levang</i>	
Pelestarian dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Kelapa	40
<i>Heldering Tampake</i>	



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian**

Keragaman Hayati Terumbu Karang di Indonesia

Johanes Widodo

Balai Penelitian Perikanan Laut, Jakarta

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang memiliki spesies yang luar biasa banyak, saling berinteraksi dan membentuk komunitas yang sangat rumit. Pada dasarnya spesies tersebut bukan hanya karang tetapi juga berbagai jenis alga, moluska, dan foraminifera yang merupakan komponen penting dalam struktur terumbu karang. Pada terumbu karang juga dapat dijumpai ratusan spesies dengan kepadatan yang lebih tinggi dibanding habitat lainnya di laut. Meskipun terumbu karang merupakan ekosistem yang stabil dengan spesies yang beragam dan mampu beradaptasi baik dengan derajat simbiosis internal yang tinggi, tetapi tidak imun terhadap gangguan manusia yang bersifat antropogenik. Limbah domestik dan industri, tumpahan minyak, siltasi dan stagnasi air yang diakibatkan oleh pengeduk dan penimbunan, polusi termal dan banjir dengan salinitas yang rendah atau pelumpuran yang disebabkan oleh pengelolaan lahan yang tidak benar dapat menjadi titik awal kerusakan terumbu karang. Oleh sebab itu, perlu adanya konsep taman laut yang akan melindungi sumber daya hayati dan lingkungan terumbu karang sehingga kelestariannya menjadi lebih terjamin.

Kata kunci: Terumbu karang, keragaman hayati, kelestarian.

ABSTRACT

Coral reef ecosystems were characterized by their spectacular species abundance, which set up into communities that performed complicated interactions. Principally, those communities not only composed by coral, but also a great variety of algae, mollusks, and foraminifers as an important component of the reef structure. Additionally, hundreds of fish species can be found in the coral reef with higher density than any other habitats in the sea. Even though coral reef ecosystems are stable with species diversity which able to adapt with a high degree of internal symbiosis, it does not mean that they are immune to the external anthropogenic perturbation. Domestic and industrial wastes, oil spill, siltation, thermal pollution, and flooding with low salinity of water are all beginning to take their lavy. Accordingly, the concept of marine reserve should be implemented to protect living resources and their environment in order to sustain their existence.

Key word: Coral reef, biodiversity, environment.

PENDAHULUAN

Terumbu karang sangat kaya akan spesies yang saling berinteraksi dan membentuk komunitas yang luar biasa rumit. Pada dasarnya tidak hanya karang, tetapi juga berbagai jenis ganggang (alga), moluska, dan foraminifera ikut menyusun kombinasi yang penting dalam struktur terumbu (Whitten *et al.*, 1987). Karang pembentuk terumbu bersifat hermatipik, yang berarti mempunyai hubungan simbiotik dengan ganggang hijau *zooxanthella* yang hidup dalam jaringan karang pembentuk terumbu. Di suatu terumbu karang dapat pula ditemukan densitas ikan yang lebih besar dibanding di tempat lainnya di laut. Seperti diketahui, studi terhadap ekologi ikan terumbu karang relatif baru dimulai dan perkembangannya sejalan dengan ketersediaan peralatan skuba.

Terumbu karang secara biologi sangat beragam, selain indah dan produktif juga spektakuler dari bagian alam yang mengagumkan, serta menyajikan keragaman dan kelimpahan kehidupan tanaman dan hewan yang hampir tidak ada yang mampu menandinginya. Terumbu karang sulit dideskripsikan secara tepat. Ia harus dilihat agar seseorang dapat menghargainya secara sungguh-sungguh.

Meskipun ditemukan di seluruh lautan, namun akumulasi karang yang dapat diklasifikasikan sebagai terumbu hanya terbatas di wilayah perairan yang hangat dengan rata-rata temperatur bulanan di atas 18°C sepanjang tahun. Sinar matahari sangat diperlukan bagi proses fotosintesis dari ganggang sehingga keberadaan karang pembentuk terumbu terbatas pula pada dasar perairan yang dangkal.

KERAGAMAN HAYATI

Menurut Mann (1982) hermatipik atau karang pembentuk terumbu adalah Antosoa Coelenterata dari kelas Skleraktinia, yang ditandai oleh kemam-

puannya menghasilkan suatu rangka eksternal dari kalsium karbonat, yang tumbuh secara kumulatif dan membentuk formasi masif. Antosoa Coelenterata dapat dikenali dari adanya ganggang bersel tunggal, yakni *zooxanthella* yang hidup secara internal dalam jaringannya. Telah terbukti bahwa *zooxanthella* merupakan faktor esensial dalam proses pembentukan kalsium karena terdapat korelasi yang nyata antara laju fotosintesis dan laju klasifikasi. Karang tergantung pada fotosintesis dan umumnya tumbuh pada kedalaman kurang dari 25 m, pertumbuhan maksimum terjadi pada kedalaman kurang dari 10 m. Secara umum penyebaran karang-karang pembentuk terumbu terbatas di daerah tropis atau subtropis. Terumbu tidak akan tumbuh bila rata-rata suhu tahunan di bawah 18°C, dan tumbuh paling baik pada suhu 25-29°C. Asem-bel karang yang paling kaya terdapat di Melanesia-Asia Tenggara, di mana terdapat lebih dari 50 genera dan 700 spesies (Mann, 1982).

Rangka dasar pertama terumbu dibentuk di perairan dangkal, mendapat sinar matahari, dan jer-nih oleh karang yang tergolong dalam Skleraktinia yang dibantu oleh karang *Hydrocoralline* dan *Alcyonaria*, yang juga memiliki *zooxanthella*, sela-in oleh berbagai jenis alga kalkareus yang mengand-ung kalsium. Terumbu karang di Indonesia sebagaian besar didominasi oleh tiga genera, yakni *Akropora*, *Montipora* dan *Porites*. Sejauh ini telah tercatat sebanyak 354 spesies karang Skleraktinia yang termasuk dalam 75 genera.

Terumbu karang sebenarnya terdiri dari tanam-an yang jumlahnya mencapai sebanyak tiga kali biomassa hewan. *Zooxanthella* sendiri berjumlah sekitar 50% dari massa tanaman terumbu karang. Sebagian besar sisanya adalah ganggang hijau berfilamen. Konsentrasi fitoplankton di perairan terumbu karang jauh lebih banyak dibandingkan dengan perairan tropis nonproduktif dari lautan terbuka. Hal ini disebabkan oleh struktur terumbu karang yang membantu mengumpulkan dan mena-han nutrisi yang diperlukan tanaman untuk ber-kembang dengan baik. Selain itu, berbagai jenis ikan terumbu karang yang indah menghuni perairan dangkal. Karang gorgonia, anemon, krustasea, mo-luska, dan berbagai jenis ekinodermata juga dapat

dijumpai dalam laguna terumbu karang (Thurman, 1985).

Meskipun dalam suatu terumbu karang terlihat didominasi oleh berbagai hewan, namun kenyataannya tanaman dapat mencapai 75% dari biomassa dalam suatu area terumbu karang. Tanaman terse-but meliputi ganggang berfilamen maupun makro-alga dan *coralline algae*. Kelompok yang terakhir ini merupakan ganggang yang mengandung kal-sium, yang mendeposit *limestone* di dalam selnya sehingga menjadi sangat keras.

Menurut Grassle *et al.* (1990), pada tingkat *phylum*, diversitas marine lebih besar daripada do-main lainnya. Hampir semua *phyla* terdapat di laut dan dari spesies yang diketahui telah diestimasi se-kitar 20% bersifat marine (Odgen *et al.*, 1994). Whitten *et al.* (1987) mengemukakan tujuh *phyla* invertebrata utama dalam terumbu karang dan kla-sifikasi sederhana menurut Barnes (1984) disajikan dalam Tabel 1.

Semua terumbu karang dikolonisasi oleh bera-gam hewan invertebrata yang sangat mengagum-kan, masing-masing spesies saling berinteraksi dan membentuk komunitas yang luar biasa kompleks. Menurut McMagnus (1992), Asia Tenggara meru-pakan kawasan yang paling kaya akan spesies ma-rine dan memiliki paling tidak sebanyak 70 genera.

Terumbu karang diyakini sebagai ekosistem perairan laut dangkal yang sangat beragam, tetapi pemahaman tentang keragaman tersebut dapat di-katakan masih pada taraf infansi karena berbagai kesulitan penarikan contoh (*sampling*) telah menga-lahkan setiap usaha inventori meskipun hanya ter-hadap bagian tertentu dari taksa yang ada.

Terumbu karang merupakan tempat tinggal le-bih dari sepertiga spesies ikan yang hidup di bumi yang jumlahnya diperkirakan berkisar antara 19-20 ribu dan belum termasuk makhluk laut lainnya. Di-kemukakan pula bahwa lebih dari 93 ribu spesies organisme yang hidup di terumbu karang telah berhasil diidentifikasi, namun diperkirakan lebih dari satu juta spesies mendiami ekosistem ini. Dengan demikian terumbu karang sangat kaya akan plasma nutfah.

Tabel 1. Klasifikasi sederhana dari invertebrata penting yang terdapat di terumbu karang (Klasifikasi Barnes 1984).

Phylum	Class	Ordo	Contoh
Porifera			<i>Sponges</i>
Cnidaria	Hydrozoa		<i>Sea firs, hydroids</i>
	Seyphozoa	Rhizostomeae	Ubur-ubur
	Cubozoa	Cubomedusae	<i>Sea wasps</i>
	Alcyonaria	Alcyonacea	Karang lunak
		Gorgonacea	<i>Sea whips/sea fans/</i> <i>sea feathers</i>
			Anemon laut
Annelida	Zoantharis	Actinaria	<i>True corals</i>
		Scleractinia	<i>black, thorn corals</i>
	Ceriantipatharia	Antipatharia	Cacing laut
	Polychaeta		<i>limpets, snails, sea slugs</i>
Mollusca	Gastropoda		<i>Clams, cockles, mussels</i>
	Bivalva		<i>Marine bryozoans</i>
Bryozoa	Gymnolaemata		Bintang laut
Echinodermata	Asteroidea		<i>Brittles stars, basket stars</i>
	Ophiuroidea		Bulu babi (<i>sea urchin</i>)
	Echinoidea		Teripang
	Holothuroidea		<i>Sea lilies, featherstars</i>
	Crinoidea		<i>Sea squirts, tunicates</i>
Chordata	Ascidiacea		

Ikan-ikan karnivora-piscivora (pemakan ikan), planktivora (pemakan plankton) dan predator atas invertebrata bentik-mempunyai kontribusi sekitar 75% dari seluruh biomassa ikan di terumbu karang. Sebaliknya kontribusi ikan-ikan herbivora yang aktif di siang hari dan bersembunyi di malam hari relatif kecil, sekitar 25% dari biomassa total.

Beberapa predator yang aktif di terumbu karang antara lain adalah: remang (Muraenidae), kerapu (Serranidae), kakap merah (Lutjanidae), *porgies* (Sparidae), *trumpet* dan *cornet fish* (Aulostomatiidae, *Fistularia*), beloso (Synodontidae), dan beberapa predator yang bersifat pelagis.

Dalam suatu ekosistem terumbu karang ditemukan densitas spesies ikan yang lebih besar daripada tempat lain di laut, yakni sekitar 100-200 spesies/ha. Ikan-ikan karang dapat ditemukan di atas dataran terumbu dan di bagian pinggir di sekitar terumbu. Spesies di bagian pinggir ini cenderung terdiri dari ikan-ikan yang berukuran lebih besar, antara lain ikan kuwe dan selar dari Carangidae

dan berbagai jenis kakap merah dari Lutjanidae. Kelompok predator organisme bentik antara lain adalah *wrasses* (Labridae), *angelfish* dan ikan kupu-kupu (*Chaetodon*), *triggerfish* (Balistidae), *filefish* (Monacanthidae), dan masih banyak famili lainnya. Ikan-ikan herbivora meliputi ikan kakak-tua (Scaridae), ikan nona (Pomacentridae), *comb-tooth blennis* (Blennidae), dan beberapa ikan *surgeon* (Acanthuridae). Indonesia juga memiliki banyak dan beragam ikan hias laut, diperkirakan lebih dari 250 spesies.

Ekosistem terumbu karang dicirikan oleh tingginya diversitas jenis. Menurut Sale (1982), interaksi biotik mungkin merupakan faktor penting dalam membentuk komposisi, diversitas dan kelimpahan ikan yang hidup bersama-sama. Terumbu karang merupakan ekosistem di mana permukaannya menyediakan suatu substrat bagi pertumbuhan berbagai jenis ganggang, misalnya ganggang hijau, ganggang cokelat dan ganggang merah, baik yang hidup bebas maupun yang bersifat simbiotik dengan

karang polip (Marten dan Polovina, 1982). Kondisi ini mendorong produksi biologi maksimum dalam batas-batas ketersediaan nutrisi di perairan sekitarnya.

Dengan demikian tidak mengherankan bila terumbu karang dihuni oleh hewan yang dapat dipanen dengan keragaman hayati yang luar biasa banyak, mulai dari ikan hiu *Carcharinidae* yang berukuran lebih dari 3 m sampai ikan teri yang kecil.

TERUMBU KARANG

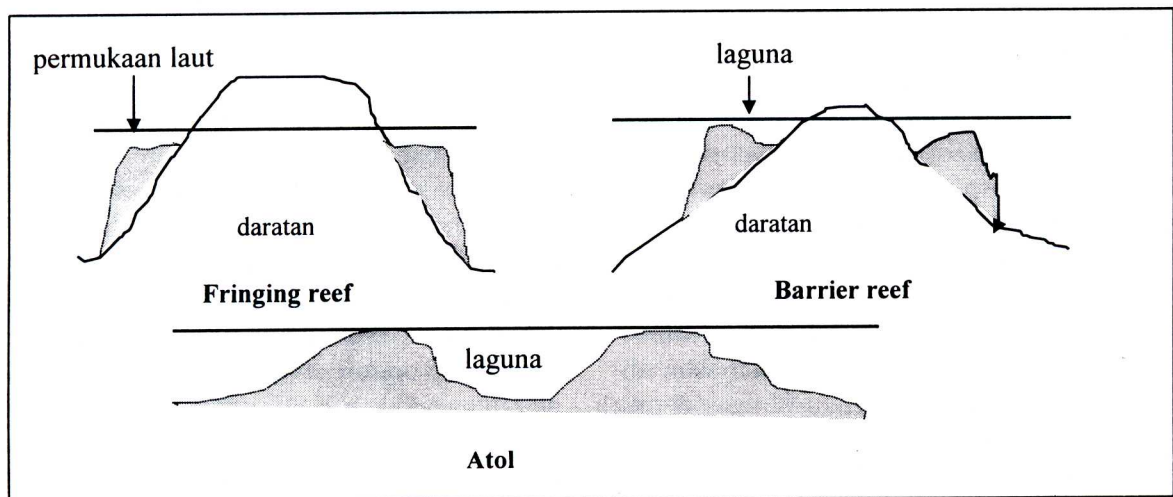
Geomorfologi

Charles Darwin pada tahun 1842 membedakan tiga bentuk utama terumbu karang yakni *fringing reefs*, *barrier reefs* dan atol. *Fringing reefs* terbentuk dekat pantai terutama pada garis pantai yang berbatu. *Barrier reefs* terjadi di mana pantai mengalami penurunan dan menjadi landai serta hanya karang yang menghadap laut yang dapat terus tumbuh. Oleh sebab itu, *barrier reefs* pada umumnya dipisahkan dengan pantai oleh laguna. Atol merupakan struktur terpisah yang dikelilingi perairan dalam. Jenis terumbu karang yang terakhir ini cenderung berbentuk tapal kuda dengan titik pusat berupa laguna yang tidak terlalu dalam (Gambar 1).

Fungsi

Karang merupakan organisme di mana pada tahap pertama pertumbuhan kalsiumnya memungkinkan bagi terbentuknya formasi terumbu. Selanjutnya ganggang-ganggang *coralline* berperan penting dalam merekat struktur bangunan terumbu dan pada gilirannya sejumlah ganggang hijau berfilamen akan memberikan kontribusi terbesarnya atas seluruh produksi primer dalam ekosistem terumbu karang. Oleh sebab itu, terumbu karang merupakan monumen hidup bagi keberhasilan suatu komunitas yang memiliki kompleksitas yang tinggi dari berbagai bagian yang saling berkaitan namun dalam keadaan seimbang.

Asosiasi dan interaksi antara berbagai organisme pada terumbu karang bersifat rumit dan inilah yang membuat terumbu karang menjadi komponen penting dari biodiversitas marine. Selain sebagai “gudang” biodiversitas marine, terumbu karang juga berfungsi sebagai habitat untuk pemijahan, penetasan, pengasuhan (*nursery*), dan sumber pakan bagi ikan-ikan karnivora, herbivora maupun omnivora. Akan tetapi sifat alami yang kompleks dari lingkungan terumbu karang membuatnya rentan terhadap pengaruh eksternal yang adakalanya membahayakan kelangsungan hidupnya.



Gambar 1. Tipe utama terumbu karang: *fringing reef*, *barrier reef*, dan atol.

Selain merupakan ekosistem yang paling beragam, warna dan bentuk terumbu karang sangat indah, sehingga membuka berbagai peluang untuk pariwisata, rekreasi, pendidikan dan riset. Sebagai tambahan, dalam ekosistem terumbu karang terdapat pula sejumlah senyawa produk farmasi yang dapat dimanfaatkan untuk obat berbagai penyakit seperti kanker, infeksi, arthritis, asma, herpes, kerusakan tulang dan berbagai substansi bioaktif. Fungsi lain dari terumbu karang adalah peranan protektifnya, yakni sebagai pelindung ekosistem pantai dari gempuran ombak dan erosi. Karena itu, Johannes (1970) menyatakan bahwa ekosistem terumbu karang secara biologi paling produktif, secara taksonomi paling beragam, dan secara estetika paling dikagumi.

Kondisi

Sebagian besar terumbu karang dalam keadaan terancam, termasuk di Indonesia. Menurut Odum (1971), meskipun terumbu karang merupakan ekosistem yang stabil dengan spesies yang beragam dan mampu beradaptasi baik dengan derajat simbiosis internal yang tinggi, namun tidak imun terhadap berbagai gangguan manusia. Limbah domestik dan industri, tumpahan minyak, siltasi dan stagnasi air yang diakibatkan oleh pengedukan dan penimbunan, polusi termal dan banjir dengan salinitas yang rendah atau pelumpuran yang disebabkan oleh pengelolaan lahan yang tidak benar dapat menjadi titik awal kerusakan terumbu.

Terumbu karang juga dapat terancam kelestariannya oleh ledakan populasi predator, yang diduga tidak akan timbul dalam ekosistem yang *well-ordered* dan dalam keadaan klimaks. Predator tersebut adalah sejenis hewan laut "mahkota duri" *Acanthaster planci* yang mengancam integritas karang. Penyebab dari epidemi belum diketahui, namun polusi dan tekanan lain yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia diyakini salah satu penyebab.

Terumbu karang juga dapat rusak oleh penangkapan ikan secara berlebihan, termasuk menggunakan bom. Penangkapan yang bersifat destruktif, misalnya menggunakan bubu atau perangkap dan muromi dapat mengancam konservasi marine. Peng-

gunaan sodium sianida untuk menangkap ikan hias dan ikan konsumsi bersifat destruktif terhadap karang dan invertebrata.

Berbeda dengan banyak ekosistem terestrial, ekosistem terumbu karang dapat terancam secara langsung oleh peningkatan kadar CO₂ di atmosfer. Seperti dijelaskan sebelumnya, karang pembentuk terumbu memerlukan sinar matahari, media air hangat, dan flora internal dari ganggang bersel tunggal seperti *zooxanthella*. Apabila kondisi ini tidak terpenuhi maka terumbu tidak tumbuh.

Kerusakan terumbu karang di Indonesia pada umumnya berkaitan dengan proses siltasi dan sedimentasi yang disebabkan oleh praktek pemanfaatan lahan dan penebangan hutan secara tidak benar. Diakui bahwa pengaruh manusia terhadap ekosistem terumbu karang telah berjalan lebih cepat dibandingkan dengan pemahaman terhadap perubahan ekologi yang terjadi dalam ekosistem tersebut.

Produktivitas

Estimasi tentang produktivitas fisik-biologi terumbu karang bervariasi dengan kisaran perbedaan sebesar sepuluh kali. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh habitat dalam maupun antarlokasi. Produktivitas primer terumbu karang diperkirakan >2.000 g C/m²/tahun dengan biomassa ikan rata-rata 500 kg/ha atau 50 g/m² dan produksi tahunan 5-10 g C/m²/tahun. Marshal (1980) melaporkan bahwa potensi menghasilkan ikan pada ekosistem terumbu karang berkisar antara 0,8-5,0 t/km²/tahun, sedangkan menurut penelitian Wass (1980) 18 t/km²/tahun.

Selanjutnya Mann (1982) mengemukakan bahwa produksi primer bruto dari terumbu berkisar antara 3.000-7.000 g C/m²/tahun, setara 70 t/ha/tahun, yang diimbangi oleh respirasi yang tinggi, sehingga produksi primer neto menjadi 300-1000 g C/m²/tahun. Meskipun produktivitasnya bervariasi dari satu peneliti ke peneliti lainnya tetapi ekosistem terumbu karang memiliki produktivitas 20 kali lebih besar dibandingkan dengan lautan terbuka di mana produksi primer neto hanya sekitar 20-40 gC/m²/tahun (Whitten *et al.*, 1987).

KESIMPULAN

Pada tingkat *phylum*, diversitas marine lebih besar dari domain lainnya. Hampir semua *phyla* terdapat di laut dan dari spesies yang telah diketahui sekitar 20% bersifat marine.

Sistem terumbu karang dikolonisasi oleh hewan invertebrata yang sangat beragam, masing-masing spesies saling berinteraksi dan membentuk komunitas yang luar biasa kompleks. Terumbu karang juga dihuni oleh hewan yang dapat dipanen dengan keragaman yang tinggi, mulai dari hiu *Carcharinidae* yang ukurannya mencapai lebih dari 3 m sampai teri yang kecil. Selain merupakan ekosistem yang paling beragam, warna dan bentuk terumbu karang sangat indah sehingga membuka peluang pengembangan dunia turisme, rekreasi, pendidikan dan penelitian. Dalam ekosistem terumbu karang terdapat pula sejumlah senyawa produk farmasi yang dapat dimanfaatkan untuk obat berbagai penyakit seperti kanker, infeksi, arthritis, asma, herpes, kerusakan tulang, dan berbagai substansi bioaktif.

Terumbu karang mudah rusak akibat penangkapan ikan secara berlebihan atau praktek-praktek penangkapan yang destruktif. Kerusakan terumbu karang di Indonesia umumnya disebabkan oleh proses siltasi dan sedimentasi akibat praktek pemanfaatan lahan dan penebangan hutan yang tidak benar. Sekitar 43% terumbu karang kini dalam kondisi memprihatinkan.

Ekosistem terumbu karang memiliki produktivitas 20 kali lebih besar dibanding dengan lautan terbuka dengan produksi primer neto sekitar 20-40 g C/m²/tahun. Selain itu, ekosistem ini memiliki keragaman hayati dan keragaman genetik yang tinggi namun rentan terhadap perubahan lingkungan.

DATAR PUSTAKA

- Barnes, R.S.K. 1984. A synoptic classification of living organisms. Blackwell, Oxford.
- Grassle, J.F., P. Lassere, A.D. McIntyre and G.C. Ray. 1990. Marine biodiversity and ecosystem function. A proposal for an International Programme of Research. Biology International, Special Issue, No. 23.
- Johannes, R.E. 1970. Corral reefs and pollution. Report prepared for FAO Tech. Conf. Mar. Pollution, Rome, December 1970.
- Mann, K.H. 1982. Ecology of coastal waters a systems approach. Blackwell Sci. Publ. London. 322 p.
- Marshall, N. 1980. Fishery yields of coral reefs and adjacent shallow-water environments. p. 103-109. *In*: S.B. Saila and P. M. Roedel (eds.). Stock assessment for tropical small-scale fisheries. Int. Center Mar. Res. Div., Univ. Rhode Island.
- Marten, G.G. and J.J. Polovina. 1982. A comparative study of fish yields from various tropical ecosystems, p. 255-285. *In* D. Pauly and G.I. Murphy (eds.). Theory and management of trop.fisheries. ICLARM Conf. Proc. 9. 360 p.
- McMagnus, J.W. 1992. The Spratly Islands: a marine park alternative. NAGA, ICLARM Quarterly (July): 4-8.
- Munro, J.L. 1982. Estimation of biological and fishery parameters in coral reef fisheries, p. 71-82. *In* D. Pauly and G.I. Murphy (eds.). Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceeding 9, 360 p.
- Odgen, J., F. Done and B. Salvat. 1994. Ecosystem function and biodiversity on coral reef. NAGA, ICLARM Quarterly 17(1):13.
- Odum, E.P. 1971. Fundamental of ecology (3rd edition). W.B. Saunders Co., Philadelphia. 574 p.
- Sale, P.F. 1982. The structure and dynamics of coral reef fish communities. p. 241 - 253. *In* D. Pauly and G.I. Murphy (eds.). Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceeding 9. 360 p.
- Thurman, H.V. 1985. Introductory oceanography (4rd edition). Chales E. Merrill Publ. Co. Columbus, Ohio. 503 p.
- Whitten, A.J., M. Mustafa and G.S. Henderson. 1987. The ecology of Sulawesi. Gadjah Mada Univ. Press. 777 p.