

TINJAUAN**KERUSAKAN TERUMBU KARANG AKIBAT PROSES BIOLOGIS**

Hanny Tioho & Kakaskasen A. Roeroe

Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi

Abstract. The major agents of biological destruction of coral reefs can be divided into grazers, etchers and borers. Each of these groups is reviewed on a world wide basis, together with the mechanisms by which they destroy the coral substrate. Rate of bioerosion attributed to major agents of grazers, etchers and borers are given, together with limitations of some of the measurements. Factors which may be responsible for this variability are discussed. Although the review concentrates mainly on present day reefs, some attempt is made to consider the impact of bioerosion on older reefs.

Keywords: coral reef, bioerosion.

PENDAHULUAN

Manfaat yang terkandung di dalam terumbu karang sangat besar dan beragam. Sawyer (1993) dan Cesar (1996) dalam Dahuri (1999) menyatakan bahwa estimasi jenis manfaat yang terkandung dalam terumbu karang dapat diidentifikasi menjadi dua, yaitu manfaat langsung yang adalah pemanfaatan sumberdaya ikan, batu karang, pariwisata, penelitian dan pemanfaatan biota perairan lainnya yang terkandung di dalamnya. Sedangkan pemanfaatan tidak langsung adalah pemanfaatan fungsi terumbu karang sebagai penahan abrasi pantai, keanekaragaman hayati dan lain sebagainya.

Keberadaan ekosistem terumbu karang Indonesia saat ini telah banyak mengalami degradasi yang mengkhawatirkan. Hal ini ditunjukkan dari persentase penutupan karang hidup dalam kondisi rusak dan sedang masing-masing 39,5% dan 33,5%, sedangkan yang menunjukkan kondisi memuaskan dan baik masing-masing hanya tinggal 5,3% dan 21,7% (Dahuri 1999).

Secara umum penyebab kerusakan pada terumbu karang dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu kerusakan yang disebabkan oleh kegiatan manusia (anthropogenic causes) dan kerusakan yang disebabkan oleh proses-proses alam (natural causes) (Dahuri 1999). Kerusakan yang disebabkan oleh proses-proses alam terbagi atas dua bagian, yaitu kerusakan yang disebabkan oleh proses-proses fisik (physical processes) dan kerusakan yang disebabkan oleh proses-proses biologis (biological processes) (Fagerstrom 1987).

Selama ini perhatian akan kerusakan terumbu karang akibat proses-proses biologis sangat kurang sehingga tulisan ini bertujuan memberikan informasi bahwa kerusakan yang disebabkan oleh proses-proses biologis juga dapat merusak terumbu karang secara hebat.

KERUSAKAN TERUMBU KARANG YANG DISEBABKAN OLEH PROSES-PROSES BIOLOGIS

Terumbu karang merupakan ekosistem yang subur dan kaya akan makanan. Struktur fisiknya yang rumit, membuat ekosistem ini

merupakan habitat yang menarik bagi banyak jenis biota laut. Oleh sebab itu penghuni terumbu karang sangat beraneka-ragam, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan (Romimohtarto dan Juwana 2001). Biota-biota laut penghuni terumbu karang secara alami dapat melemahkan terumbu karang dan mengubah struktur-struktur terumbu masif menjadi berbentuk puing-puing, pasir dan sedimen. Glynn (1997) menyatakan bahwa kegiatan dari biota-biota laut penghuni terumbu yang menyebabkan terkikisnya karang dan algae koralin disebut bioerosi (bioerosion). Di lain pihak, Tomascik *dkk.* (1997) berpendapat bahwa proses-proses biologis yang bersifat merugikan (destruktif) pada rangka terumbu umumnya dianggap sebagai bioerosi. 'Bioeroder' adalah biota-biota laut yang aktivitas, menembus atau menerobos, mengikis dan melemahkan kerangka kalkareus yang terbentuk oleh organisme pembentuk terumbu. Kebanyakan spesies 'bioeroder', berukuran kecil dan suka bersembunyi. 'Bioeroder' yang biasanya terlihat di permukaan terumbu diistilahkan dengan 'bioeroder' eksternal dan 'bioeroder' yang hidup di dalam kerangka kalkareus diistilahkan dengan 'bioeroder' internal (Glynn 1997). Penyebab utama kerusakan terumbu karang secara biologis dapat dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu perumputan (grazing), penggoresan (etching) dan pengeboran (boring). Terdapat dua proses perusakan secara biologis, yaitu pemutusan secara kimiawi (chemical dissolution) pada substrat dan pengikisan secara mekanis (mechanical abrasion) pada substrat (Hutchings 1986). Berdasarkan tempat mereka di substrat 'calcareous', 'bioeroder' dapat disusun menurut golongan seperti epiliths, chasmoliths dan endoliths (Golubic *dkk.* 1975 dalam Glynn 1997). Spesies epilithic hidup pada permukaan yang terbuka, chasmoliths menempati retakan dan lubang serta endoliths hidup di dalam kerangka-kerangka (Glynn 1997).

Perumputan (grazing)

Perumput (grazer) yang terpenting pada substrat terumbu karang adalah echinoids dan berbagai jenis ikan terumbu. Mereka merumput (graze) substrat-substrat karang hidup atau mati, hamparan algae koralin, algae berjumbal (tufted) atau filamen yang tumbuh pada substrat-substrat terumbu yang keras. Bagaimanapun juga, pada beberapa kasus algae mungkin dirumput tanpa kehilangan CaCO_3 . Pada proses perumputan, material digores atau dilubangi dari permukaan matriks terumbu atau dari karang hidup dan diubah menjadi sedimen (Choat 1991).

Hewan-hewan yang hidup di terumbu karang dan dapat digolongkan kedalam kelompok perumput adalah kelompok echinoids (bulu babi) dari genus *Diadema*, *Echinometra*, *Echinostrephus* dan *Eucidaris* (Glynn 1997), kelompok ikan terumbu herbivora seperti famili Pomacentridae (ikan betok laut), Siganidae (ikan beronang), Acanthuridae (ikan pakol) dan Scaridae (ikan kakatua). Selain itu ada juga kelompok moluska yang dapat dikelompokkan kedalam kelompok ini terutama dari klas Amphineura seperti *Acanthopleura* dan *Chiton*. Sedangkan dari klas Gastropoda berasal dari kelompok limpet seperti *Acmaea*, *Cellana* dan *Patelloida*, sementara dari kelompok snail adalah *Cittarium*, *Littorina*, *Nerita* dan *Nodilitorina* (Glynn 1997).

Penggoresan (etching)

Tiga kelompok organisme, yaitu bakteri (*Cyanobacteria*, *Hyllea*, *Plectonema*, *Mastigocoleus*, *Enthophysalis*), fungi (didominasi kelompok *Deuteromycota*), dan algae (*Codiolum*, *Entocladia*, *Eugomontia*, *Phaeophila*) menggunakan cara ini pada substrat karang yang keras (Golubic *dkk.* 1975 dalam Hutchings 1986).

Pengeboran (boring)

Hewan-hewan dan tumbuh-tumbuhan penggali liang (burrowing) menyebabkan

suatu bagian substansial dari pengikisan di terumbu karang. Pengebor-pengebor tersebut adalah sponge, bivalva pengebor, sipuncula, dan polychaeta (Cousteau 1975).

LAJU KERUSAKAN TERUMBU KARANG YANG DISEBABKAN OLEH PROSES-PROSES BIOLOGIS

Perumput (grazer)

Di terumbu karang tepi Barbados, echinoids bertanggung jawab untuk pemindahan kira-kira $9 \text{ kg m}^{-2} \text{ thn}^{-1} \text{ CaCO}_3$. Hal ini berarti sama dengan laju erosi permukaan sebesar 6 mm thn^{-1} (Hunter 1977; Stearn dan Scoffin 1977 dalam Hutchings 1986). *Eucidaris* yang berada pada kepadatan 10-50 individu per m^2 di Galapagos, memindahkan kira-kira $1.2 \text{ kg m}^{-1} \text{ thn}^{-1} \text{ CaCO}_3$. Pada daerah-daerah yang tutupan karangnya tinggi (60-80%), kehilangan ini mewakili kira-kira 10-20% dari total CaCO_3 yang dihasilkan oleh terumbu. Di sepanjang puncak terumbu dimana tutupan karangnya rendah (30%) dan di tempat-tempat tersebut, echinoid terkonsentrasi dalam jumlah yang besar, tidak terdapat lagi penambahan bersih CaCO_3 .

Laju bioerosi yang disebabkan oleh ikan kakatua (parrotfish) di Karibia, telah diperkirakan berkisar antara $40-490 \text{ g m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$ (Gygi 1975; Ogden 1977; Frydl dan Stearn 1978 dalam Hutchings 1986). Penumpukan sedimen di dalam goba yang sebelumnya sedimen tersebut telah diubah menjadi berukuran seperti partikel oleh scarids, "browser" dan "grazer" lainnya, telah dilaporkan dengan kehilangan CaCO_3 yang berkisar antara $40-980 \text{ g m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$ (Hutchings 1986).

Trudgill (1976) dalam Hutchings (1986) telah mengukur laju perumputan dari chiton, *Acanthopleura*, pada berbagai habitat di Aldabra, Lautan Indian, dan menemukan laju yang bervariasi antara $0,45 \text{ mm thn}^{-1}$ sampai $0,61 \text{ mm thn}^{-1}$. Laju kehilangan CaCO_3 yang lebih tinggi lagi, yaitu antara $0,2-3,8 \text{ mm thn}^{-1}$ telah dilaporkan dari Pulau

pohon Satu, Great Barrier Reef (Trudgill 1983b dalam Hutchings 1986). Kehilangan ini terdiri dari dua komponen, yaitu kehilangan CaCO_3 karena penggalan 'home scar' yang diukur berkisar antara $0,2-2,9 \text{ mm thn}^{-1}$, dan $0,1-3,0 \text{ g m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$, selama perumputan, 'ingestion' dan 'egestion'. Ini setara dengan $0,02-0,7 \text{ mm thn}^{-1}$.

Pengebor-pengebor Infaunal

Hudson (1977) dalam Hutchings (1986) memperlihatkan bahwa sponge mampu mereduksi kepala *Montastrea annularis* yang tingginya 1 m, dengan laju $14-67 \text{ mm thn}^{-1}$. Hal ini sama dengan kehilangan $3,0-13,4 \text{ kg CaCO}_3 \text{ m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$, menurut perhitungan yang dibuat oleh Davies (1983). Berpatokan pada laju ini, akan memberi arti bahwa koloni dari *Montastrea annularis* yang sangat padat dengan tinggi 1 m, akan direduksi menjadi sedimen dalam kurun waktu 150 tahun.

Tidak banyak angka-angka yang tersedia untuk laju pengeboran yang dianggap disebabkan oleh polychaeta. Davies dan Hutchings (1983) dalam Hutchings (1986) mencatat laju yang bermacam-macam, yaitu berkisar antara $0,6-17 \text{ kg CaCO}_3 \text{ m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$ di Pulau Lizard, Great Barrier Reef. Kemudian juga penelitian yang berikutnya oleh Hutchings dan Bamber (1985) dalam Hutchings (1986) pada suatu variasi terbesar dari lingkungan-lingkungan terumbu di Pulau Lizard, menemukan laju mulai dari $0,33-4,816 \text{ kg m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$, yang dianggap hanya disebabkan oleh polychaeta. Laju ini akan berubah sesuai dengan substrat dan lingkungan seperti densitas dan komposisi spesies dari polychaeta pengebor (Hutchings 1986).

Tidak banyak tersedia perkiraan-perkiraan kehilangan CaCO_3 yang dianggap disebabkan oleh bivalvia. Di Great Barrier Reef, Hamner dan Jones (1976) dalam Hutchings (1986) memperkirakan pengikisan oleh *Tridacna crocea* berkisar pada $0-14 \text{ kg CaCO}_3 \text{ m}^{-2} \text{ thn}^{-1}$. Trudgill (1976) dalam Hutchings (1986) melaporkan

laju pengeboran dari *Lithophaga* pada angka 0,911 cm thn⁻¹ dan *Lithotrya* pada angka 0,844 cm thn⁻¹ di Aldabra, Lautan Indian.

BERBAGAI MACAM PENGARUH YANG DITIMBULKAN OLEH BIOEROSI

Akibat utama dari bioerosi sampai dengan saat sekarang ini menekankan bahwa gumpalan kalsium karbonat diubah menjadi sedimen atau dihilangkan dari substrat terumbu. Pelemahan substrat terumbu oleh 'bioeroder', secara relatif dapat memindahkan sedikit karbonat, tetapi serangan yang gawat dapat meningkatkan erosi terumbu. Karang masif yang berukuran besar, dapat dengan mudah ditumbang atau dijungkirbalikkan setelah dasar-dasar penopangnya telah dilemahkan oleh pengebor-pengebor endolithic seperti *Cliona*, *Lithotrya*, dan *Lithophaga*, atau oleh perumput-perumput yang menyerang bagian dasar serta melubangi bagian-bagian interior dari koloni seperti *Diadema* dan *Euclidaris*. Banyak karang di terumbu yang dipindahkan, sebagai contohnya, mereka membuat timbul atau muncul, puing-puing perlindungan atau dalam, pengumpulan-pengumpulan bongkahan pecahan yang terjal di kaki karang bagian depan terumbu, memperlihatkan tempat-tempat baru mereka dalam ukuran besar untuk bioerosi (Glynn 1997). Tempat-tempat yang besar dari karang *Acropora* yang diruntuhkan setelah predasi *Acanthaster* pada terumbu-terumbu di Jepang, Palau, dan Australia, kemungkinan telah distabilkan seperti suatu hasil dari pelemahan kerangka-kerangka mati oleh bioerosi yang kuat (Moran 1986; Birkeland dan Lucas 1990 dalam Glynn 1997).

Selain dari melemahkan substrat terumbu, lubang-lubang yang dihasilkan oleh 'bioeroder', mengubah kerumitan habitat dan juga keanekaragaman serta biomassa dari biota-biota yang berasosiasi dengan terumbu. Banyak spesies terumbu yang hidup secara permanen, terikat dengan

dinding-dinding lubangnya, melewati tahap-tahap tertentu dari perkembangannya di dalam lubang, atau menetap di dalam lubang sepanjang hari maupun malam. Lubang-lubang di terumbu cenderung untuk mengumpulkan sedimen yang berasal dari daerah sekitarnya atau terangkat ke terumbu dari sumber-sumber yang lebih jauh. Situasi mikro lingkungan dari lubang-lubang meningkatkan sementasi internal dan menguatkan substrat terumbu, siklus-siklus dari bioerosi internal, menerobos lubang-lubang, dan sementasi mungkin berulang-ulang agar supaya batu karang akhirnya kelihatan sangat berbeda dari kondisi yang semula (Glynn 1997).

Sedimen yang dihasilkan oleh 'bioeroder' terakumulasi disekitar terumbu dan akhirnya menerobos serta mengubur spesies pembentuk rangka. Pengaruh ini menyebabkan pendangkalan perairan terumbu dan mempengaruhi perkembangan serta zonasi terumbu. Berdasarkan sistem-sistem yang terbatas dari bioerosi, sedimen yang terakumulasi tidak menenggelamkan rangka terumbu yang tumbuh; bagaimanapun juga, bioerosi yang berlebihan dapat menyebabkan penguburan sebelum waktunya serta kematian karang yang meluas (Glynn 1997).

Pada saat bioerosi lebih dari semestinya, dapat mengubah kerumitan topografi dari terumbu. Catatan sebelumnya mengenai terumbu di Pasifik Barat, yang sangat dikuasai oleh predator dari *Acanthaster* dan kemudian dilanjutkan oleh 'bioeroder', banyak yang hilang dari struktur tiga dimensi mereka dengan runtuhnya kanopi-kanopi dari *Acropora*. Hilangnya karang-karang tegak ini dapat menyapukan mikro habitat penting untuk ikan.

Kerumitan topografi dari terumbu Pasifik Timur juga diubah oleh bioerosi echinoid menyusul gangguan-gangguan El Niño. Terumbu karang di Pasifik Timur, khususnya di Kepulauan Galapagos, saat ini telah dihancurkan oleh 'bioeroder' sehingga menjadi puing-puing dan sedimen menyusul

kematian karang yang tinggi serta rekrutmen yang rendah, berturut-turut, selama dan setelah kejadian El Niño tahun 1982-1983. rangka-rangka karang 'branching' yang berdiri tegak telah diruntuhkan dan karang-karang masif telah terpisah dari substrat serta menjadi hancur. Jika sampai saat sekarang ini cenderung berlanjut, maka rekrutmen karang seluruhnya dapat ditumpas dengan pendirian tipe-tipe komunitas yang bersifat cadangan (Glynn 1997).

PENUTUP

Kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh proses-proses biologis biasanya disebut dengan bioerosi. Bioerosi disebabkan oleh proses-proses mekanis maupun kimiawi dari biota-biota penghuni terumbu yang meliputi perumputan, penggoresan dan pengeboran. Perumputan dianggap disebabkan oleh echinoids, ikan terumbu dan moluska. Penggoresan dianggap disebabkan oleh bakteri, fungi dan algae. pengeboran dianggap disebabkan oleh sponge, bivalvia, sipuncula, dan polychaeta. Laju bioerosi yang berlebihan dapat mencegah pertumbuhan terumbu dan rekrutmen dari karang.

Berbagai macam pengaruh yang ditimbulkan oleh bioerosi antara lain gumpalan kalsium karbonat diubah menjadi sedimen atau dihilangkan dari substrat terumbu, dapat mengubah mengubah kerumitan habitat dan juga keanekaragaman serta biomassa dari biota-biota yang berasosiasi dengan terumbu, sedimen yang dihasilkan oleh 'bioeroder' terakumulasi disekitar terumbu dan akhirnya menerobos serta mengubur spesies pembentuk rangka, juga pengaruh ini menyebabkan pendangkalan perairan terumbu dan mempengaruhi perkembangan serta zonasi terumbu, dan dapat mengubah kerumitan topografi dari terumbu.

REFERENSI

- Choat, J.H. 1991. The Biology of Herbivorous Fishes on Coral Reefs. *Dalam* P.F. Sale, (eds) The Ecology of Fishes on Coral Reefs. Academic Press, Inc. USA. 6:120-155.
- Cousteau, J. 1975. The Ocean World of Jacques Cousteau: Pharaohs of the Sea Volume 9. The Danbury Press. USA. 144 Hal.
- Dahuri, R. 1999. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Terumbu Karang Indonesia. *dalam* S. Soemodihardjo., M.K. Moosa., Soekarno., W. Hantoro., Suharsono, Prosidings Lokakarya Pengelolaan dan IPTEK Terumbu Karang Indonesia. Diselenggarakan oleh LIPI-COREMAP. Jakarta. Hal. 1-16.
- Davies, P.J. 1983. Reef Growth. Halaman 69-106 *dalam* Barnes D.J (ed) Perspectives on Coral Reefs. AIMS, Townsville.
- Fagerstrom, J.A. 1987. The Evolution of Reef Communities. John Wiley & Sons, Inc. USA. 600 Hal.
- Glynn, P.W. 1997. Bioerosion and Coral-Reef Growth : A Dynamic Balance. *Dalam* C. Birkeland, (ed) Life and Death of Coral Reefs. Chapman & Hall. USA. 4:68-95
- Hutchings, P.A. 1986. Biological Destruction of Coral Reefs : A review. *Coral Reefs* 4:239-252
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2001. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit Djambatan. Jakarta. 540 Hal.
- Tomascik, T., A.J. Mah., A. Nontji., and M.K. Moosa. 1997. The Ecology of Indonesian Series Volume VII, The Ecology of Indonesian Seas Part One. Periplus Edition. Singapore. 642 Hal.