

CORALS – FEEDING MODES AND POSSIBLE RESPONSES TO ENVIRONMENTAL CHANGES (CLIMATE CHANGE - TEMPERATURE RISE)

Oleh: Muhammad Reza Cordova (C551090141)

Latar Belakang

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem terbesar kedua setelah hutan bakau dimana kesatuannya membentuk kombinasi antara karang (coral) dan mikro-alga (*Zooxanthellae*) yang hidup di dalam jaringan tubuh coral tersebut serta komunitas lainnya seperti organisme-organisme flora dan fauna lainnya (mikro maupun makro). Keberadaan mikro-algae, yang mempunyai zat warna yang bermacam-macam dalam jaringan tubuh coral, akan membuat karang-karang mempunyai warna yang beranekaragam, tetapi pada umumnya berwarna coklat. Kesatuan antara kedua individu ini (merupakan suatu simbiosis mutualisme) dengan komunitas lain sangat kompleks dan unik. Kompleksnya ekosistem ini terlihat banyaknya hubungan-hubungan dan saling ketergantungan yang tidak dapat dijumpai pada ekosistem lain. Kebanyakan terumbu karang terdiri dari ribuan bahkan jutaan koloni hewan karang (coral) yang berbentuk polip-polip kecil yang hidup menetap pada suatu daerah dimana wilayah kediamannya harus dapat menunjang proses-proses metabolisme tubuhnya, sehingga dapat membentuk terumbu terbuat dari endapan kapur yang masiv. Dalam kesatuannya coral mendapatkan energi berupa makanan dari algae sedangkan algae mendapatkan inang untuk tetap diam (hidup) dalam coral. Simbiosis yang terjadi antara algae dan coral adalah saling menguntungkan (mutualisme). Hampir 90% energi yang dihasilkan oleh alga melalui proses fotosintesis diserap oleh coral.

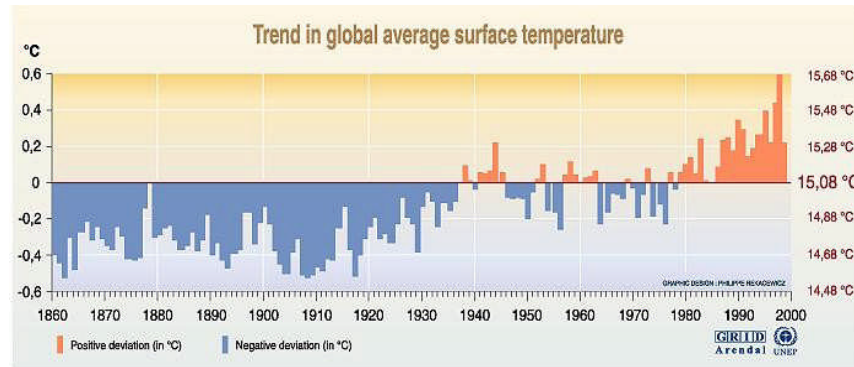
Terumbu karang, baik dari segi ekosistem maupun komunitas, pada saat ini mengalami ancaman. Ancaman-ancaman itu berupa stress lingkungan yang mengganggu proses metabolisme tubuhnya. Stress pada karang diakibatkan oleh 2 faktor yakni secara lokal (*Local factor*) dan secara global (*Global Climate Change*). Parameter seperti kenaikan temperatur, meningkatnya muka air laut, dan keasaman perairan akibat peningkatan jumlah karbon (carbon sinks) merupakan parameter utama dari perubahan iklim global yang menyebabkan stress pada terumbu karang. Faktor-faktor langsung lain yang diakibatkan secara lokal oleh manusia seperti sedimentasi, penangkapan ikan dengan bahan kimia (*cyanide fishing*), limbah industri (tailing) dan jangkar kapal. Dalam banyak kasus yang terjadi, dampak akibat pemutihan karang adalah kematian, sekitar 90% dimana kematian terbanyak adalah pada terumbu karang yang masih muda. Pengembalian habitat (*recovery*) yang telah rusak sangat sulit dilakukan untuk karang yang masih muda atau dibawah 10 tahun.

Pemutihan ini sebenarnya adalah proses lepasnya dinoflegellata dari karang sehingga yang tampak adalah hanya coral saja. Pemutihan ini berdampak pada proses metabolisme dan kehidupan karang karena suplai makanan ke karang berhenti, sehingga apabila karang mati maka akan berdampak luas pada ekosistem karang itu sendiri dimana banyak komunitas yang hidup pada ekosistem ini seperti penyu, ikan, dan udang-udangan.

Perubahan Iklim Global dan Terumbu Karang

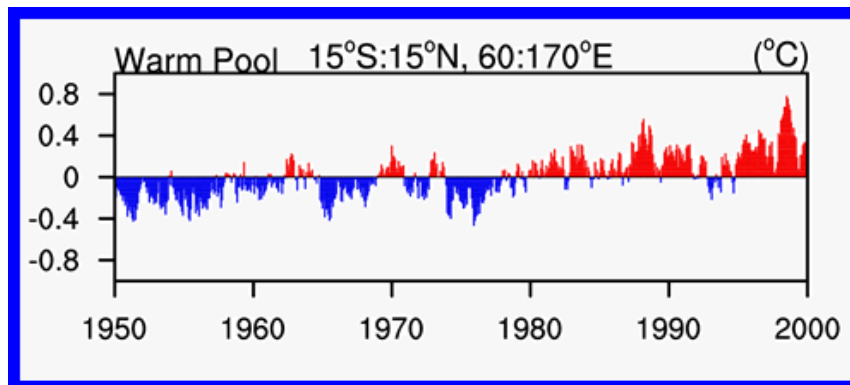
Badan meteorologi dunia menyatakan perubahan iklim global merupakan perubahan unsur-unsur iklim (suhu, tekanan, kelembaban, hujan, angin, dan lain sebagainya) secara global terhadap normalnya. Para ilmuwan juga telah lama menduga bahwa iklim global semakin menghangat, tetapi mereka tidak mampu memberikan bukti-bukti yang tepat. Temperatur terus bervariasi dari waktu ke waktu dan dari lokasi yang satu ke lokasi lainnya. Perlu bertahun-tahun pengamatan iklim untuk memperoleh data-data yang menunjukkan suatu kecenderungan (trend) yang jelas. Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) melaporkan menyimpulkan bahwa temperatur udara global telah meningkat 0,6 derajat Celsius (1 derajat Fahrenheit) sejak 1861. Panel setuju bahwa pemanasan tersebut terutama disebabkan oleh aktivitas manusia yang menambah gas-gas rumah kaca ke atmosfer. IPCC memprediksi peningkatan temperatur rata-rata global akan meningkat 1.1 hingga 6.4 °C (2.0 hingga 11.5 °F) antara tahun 1990 dan 2100 seperti yang ditunjukkan gambar 1.

Terumbu karang dapat hidup pada kondisi tertentu dan jika temperatur terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan terganggunya proses-proses metabolismenya. Demikian juga suhu yang ekstrem dan berlangsung lama akan mengakibatkan dampak negatif bagi ekosistem karang (NOAA, 2006). Lalli dan Parson (2006) menambahkan umumnya karang pembangun terumbu hidup pada rentang suhu 23-29°C, karang tidak dapat mentoleransi suhu air dibawah 18°C, walaupun ada beberapa karang yang dapat hidup pada suhu lebih dari 40°C. Thamrin (2006) juga menambahkan pada musim panas dengan suhu air mencapai 32°C, karang masih dapat hidup. Dengan adanya perubahan iklim yang meningkatkan suhu bumi secara global, peningkatan temperatur 1-2°C dalam waktu lima minggu akan mengakibatkan pemutihan karang atau peningkatan temperatur akan mengakibatkan stress pada ekosistem terumbu karang (Buchheim, 1998). Sebenarnya peristiwa *coral bleaching* sebelum adanya revolusi industri akhir abad ke-18 merupakan hal yang normal terjadi, namun saat ini kuantitas pemutihan karang sangat tidak normal dan terjadi di hampir seluruh daerah permukaan bumi.



Source: School of environmental sciences, climatic research unit, university of East Anglia, Norwich, United Kingdom, 1999.

(a)

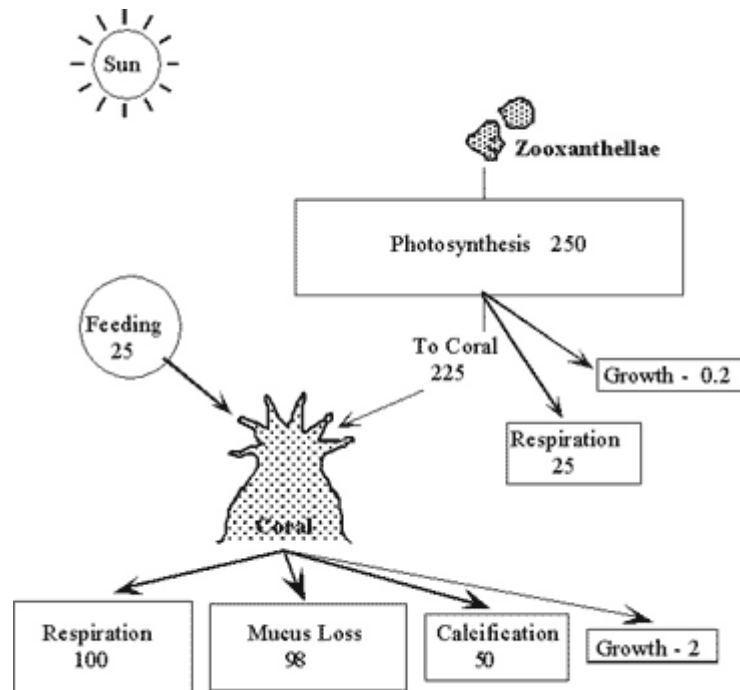


(b)

Gambar 1. Tren suhu permukaan bumi (a) dan suhu air laut (b) secara global dari tahun 1860-2000 (sumber: (a) School of Environment Science, 1999 dan (b) Gardiner, 2008)

Kebiasaan Makan Karang

Sumber makanan karang dapat dikelompokkan menjadi dua, suplai dari zooxanthellae dan berasal dari pemangsa oleh karang sendiri. Karang mendapatkan makanan utama yang berasal dari simbiannya, yakni zooxanthellae (*Symbiodinium microadriaticum*), plankton dari kelompok dinoflagellata yang hidup pada jaringan tisu organisme karang. Karang dan zooxanthellae melakukan hubungan simbiosis mutualisme, dengan adanya zooxanthellae, karang akan memiliki warna (Gambar 2). Bila zooxanthellae keluar dari tubuh karang maka karang (dalam satu koloni) akan berwarna putih, peristiwa ini dikenal dengan *coral bleaching*. Zooxanthellae mensuplai makanan dan oksigen bagi karang, sebaliknya zooxanthellae akan menerima hasil respirasi terumbu karang (karbon dioksida) dan ekskresi (ammonia) untuk proses fotosintesis (Thamrin, 2006; Lalli dan Parson, 2006; Lovell; Gates dan Edmund, 1999; Marshall dan Schuttenberg, 2006; Buchheim, 1998; Zielke et al. 2005 dalam Cunning 2007). Veron (1993) menyatakan kebutuhan makan karang yang disuplai dari zooxanthellae mencapai 98%, bahkan Tackett dan Tackett (2002) memperkirakan hingga 99%. Zooxanthellae sangat diperlukan kehadirannya karena besarnya ketergantungan karang terhadap simbiannya tersebut.



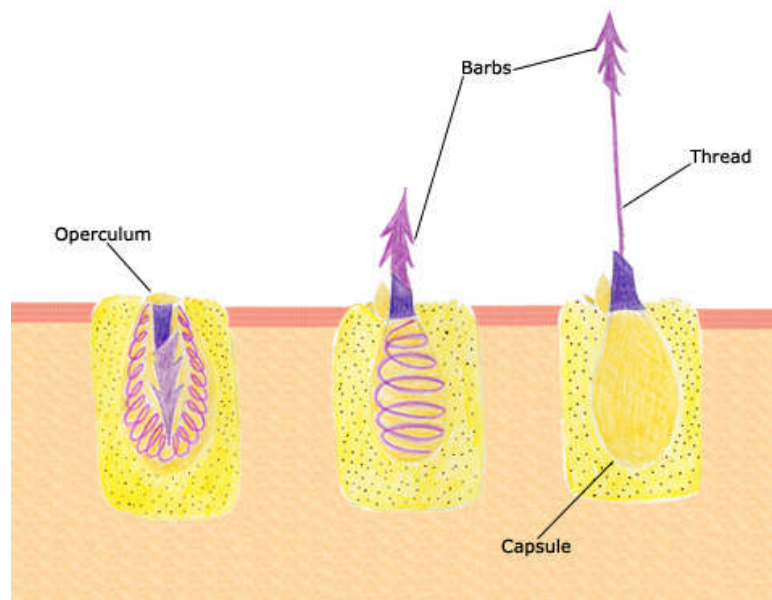
Gambar 2. Hubungan simbiosis mutualisme karang dan zooxanthellae (Cunning, 2007)

Sumber makanan kedua karang adalah karang memakan zooplankton (Thamrin, 2006, Lalli dan Parson, 2006), selain itu karang juga memakan particulate organic matter, suspended organic matter (Lovell), dissolve organic matter serta bakteri (Sorokin 1973), bahkan karang pernah dijumpai memakan ubur-ubur dan ikan (Gambar 3). Karang memakan ubur-ubur dijumpai di Laut Merah oleh peneliti dari universitas Bar-Ilan dan Universitas Tel Aviv, Israel (National Geographic, 2009).



Gambar 3. Karang memakan ubur-ubur dan ikan (National Geographic, 2009)

Makanan yang berasal dari lingkungan luar tersebut hanya dalam kisaran 2% dari total makanan yang dibutuhkan karang, tidak semua jenis karang dapat memakan makanan yang ditangkap melalui nematokisnya (Lalli dan Parson, 2006). Proses karang memakan mangsa (Gambar 4) dengan cara mengembangkan tentakel untuk mendapatkan mangsa, sel nematokis pada tentakel akan menyengat mangsa, kemudian mangsa akan dibawa ke mulut polip. Saat menangkap mangsa umumnya polip karang akan mengeluarkan cairan mukus untuk mendapatkan partikel organik. Partikel tersebut akan dibawa oleh cilia menuju mulut polip. Beberapa jenis karang merupakan jenis *mucous suspension feeders*, seperti Foliaceous agariciids dengan life form foliose yang memiliki sedikit atau tidak ada sama sekali tentakel. Umumnya mangsa karang berukuran dari zooplankton kecil hingga ikan kecil, tergantung ukuran polip koral (Barnes dan Hughes, 1999).



Gambar 4. Proses karang memakan mangsa

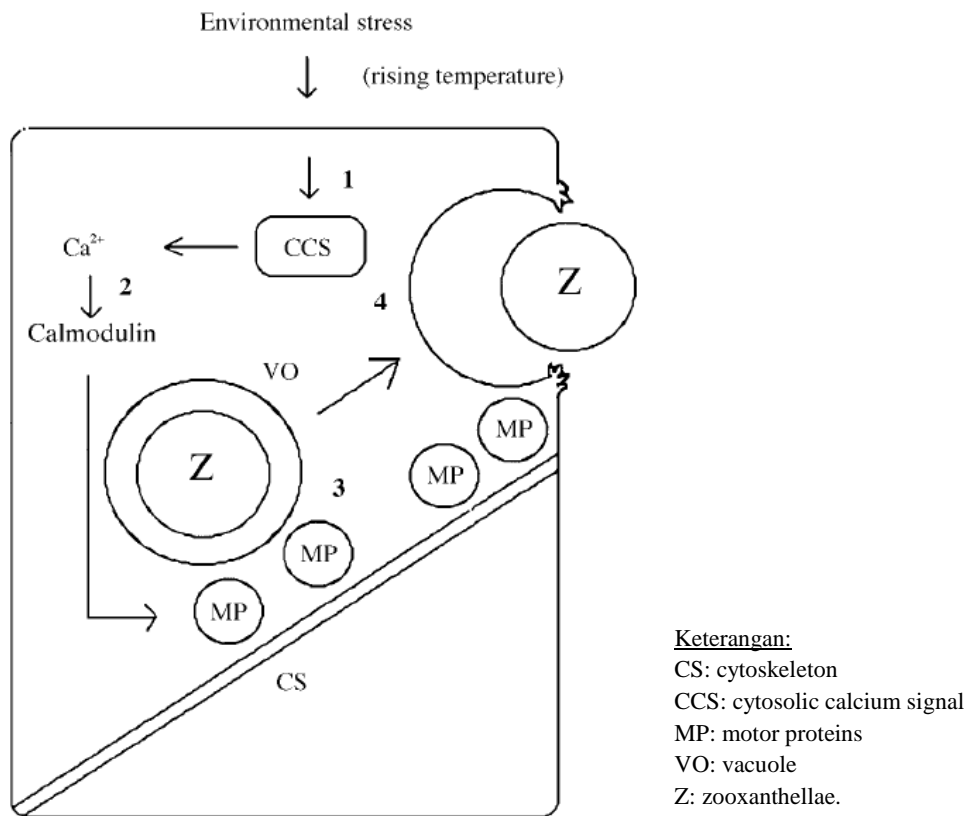
Perubahan Iklim dan Kebiasaan Makan Karang

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, perubahan iklim global yang diikuti dengan peningkatan suhu bumi secara global akan membuat karang dan simbiotnya menjadi stress, sehingga membuat pemutihan karang. Hasil penelitian Fang *et al.* (1998) menyatakan karang lebih sensitif terhadap peningkatan suhu sehingga memicu dikeluarkannya zooxanthellae dari tubuh karang, Flores-Ramírez dan Liñán-Cabello (2006) menambahkan keluarnya zooxanthellae meningkat secara eksponensial sesuai peningkatan suhu. Proses dikeluarkannya zooxanthellae ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini.

Mekanisme pelepasan zooxanthellae tersebut adalah

1. Sel karang mendapatkan rangsangan dari peningkatan temperatur, kemudian membuat signal cytolitic calcium
2. Signal tersebut dimediasi oleh calmodulin (CALcium MODULated proteIN, protein pengikat kalsium di eukariotik sel) untuk memindahkan vakuola yang mengandung zooxanthellae menuju membran sel
3. Vakuola akan bergerak menuju cytoskeleton, proses pergerakan ini dilakukan oleh motor protein
4. Zooxanthellae bergerak menuju membran melalui jaringan cytoskeleton kemudian zooxanthellae keluar melalui membran sel karang

Gardiner (2008) menyatakan setelah zooxanthellae keluar dari inangnya, kebanyakan karang yang mengalami pemutihan sulit untuk kembali pulih (*recovery*). Karang akan kehilangan hingga 98% sumber nutrisi, sehingga polip karang sulit untuk berkembang dan bereproduksi. Karang masih dapat menangkap mangsa atau mengabsorpsi bahan organik, tetapi jumlah nutrisi tersebut sangat kecil.



Gambar 5. Mekanisme subselular keluarnya zooxanthella (Fang *et al.*, 1998)

Eakin menambahkan beberapa karang beradaptasi dengan memakan zooplankton dan menyerap bahan organik lebih banyak dari biasanya, beberapa jenis lain dapat bertahan lebih lama saat terjadi pemutihan seperti karang genus *Porites* yang memiliki massive skeleton. Bila kondisi lingkungan (suhu tinggi) kembali normal,

ada kemungkinan karang dapat menarik kembali zooxanthellae yang keluar atau zooxanthellae yang masih ada dalam tubuh karang dapat memperbanyak diri (Gardiner, 2008 dan Eakin).

Penelitian dan kajian kebiasaan makan karang yang telah dilakukan Barnes (1987), Barnes dan Hughes (1999), Lalli dan Parsons (1995), Levinton (1995) dengan meninjau hubungan karang dan zooxanthellae, serta penelitian Osinga, Charko, Cruzeiro, Janse, Grymonpre, Sorgeloos, Verreth (1998), Sorokin (1973) mengenai karang dan mangsanya.

Penelitian yang meninjau mengenai pengaruh perubahan iklim global terhadap kebiasaan makan karang belum banyak dilakukan, terutama apa yang dimakan dan pola adaptasi makan karang setelah zooxanthellae keluar dari tubuh karang.

Penelitian yang bisa dilakukan adalah

1. Peningkatan daya adaptasi karang terhadap peningkatan suhu
2. Proses rekrutmen zooxanthellae kembali setelah zooxanthellae keluar dari tubuh karang
3. Kajian rekrutmen zooxanthellae yang lebih tahan dengan suhu tinggi untuk dimasukkan kedalam karang

Permasalahan

1. Karang lebih sensitif terhadap peningkatan suhu sehingga memicu dikeluarkannya zooxanthellae dari tubuh karang, saat suhu meningkat karang sulit bertahan sehingga zooxanthellae akan dikeluarkan oleh karang.

Referensi

- Buddemeier, Robert W., Kleypas, Joan A., Aronson, Richard B. 2004. Coral reefs & Global climate change, Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems. PEW Center on Global Climate Change. Arlington, USA
- Fitt, W.K., B.E. Brown, M.E. Warner, and R.P. Dunne. 2001. Coral bleaching: Interpretation of thermal tolerance limits and thermal thresholds in tropical corals. Coral reefs journal
- Lee-Shing Fang, Jih-Terng Wang dan Ku-Lin Lin. 1998. The Subcellular Mechanism of the Release of Zooxanthellae during Coral Bleaching. National Science Council of the Republic of China. Vol. 22, No. 4, 1998. pp. 150-158

- Mendes, J.M., and J.D. Woodley. 2002. Effect of the 1995-1996 bleaching event on polyp tissue depth, growth, reproduction and skeletal band formation in *Montastraea annularis*. Marine Ecology – Progress Series
- Barnes, R. 1987. Invertebrate Zoology; Fifth Edition. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Orlando, Florida, Amerika Serikat
- Barnes, R. and R. Hughes. 1999. An Introduction to Marine Ecology; Third Edition. Blackwell Science, Inc. Malden, Massachusetts, Amerika Serikat
- Cunning, Rick. 2007. What are the effects of coral bleaching?. Duke University. Amerika Serikat
- Eakin
- Flores-Ramírez dan Liñán-Cabello (2006)
- Gates, Ruth D. dan Edmund, Peter. R. 1999. The Physiological Mechanisms of Acclimatization in Tropical Reef Corals. AMER. ZOOL. Vol 39. Amerika Serikat
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2001)
- Lalli, C.M., and T. Parsons. 1995. Biological Oceanography: An Introduction. Butterworth-Heinemann Ltd. Oxford, Inggris
- Levinton, J. S. 1995. Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology. Oxford University Press, Inc. New York, Amerika Serikat
- Ed Lovell. Introduction to Marine Science for the Pacific Islands, Corals: Biology & Ecology. School of Marine Studies. Amerika Serikat
- Osinga, R. F. Charko, C. Cruzeiro, M. Janse, D. Grymonpre, P. Sorgeloos, J.A.J. Verreth. 1998. Feeding corals in captivity: uptake of four Artemia-based feeds by *Galaxea fascicularis*. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008
- Sorokin, Yu. I. 1973. On the feeding of some scleractinian corals with bacteria and dissolved organic matter. Journal of Limnology And Oceanography May 1973, V. 18(3). USSR
- Tackett dan Tackett (2002)
- Thamrin (2006)
- Veron (1993)