

# PERUBAHAN IKLIM BAGI KEHIDUPAN TERUMBU KARANG (SUATU TINJAUAN EKOLOGIS)

Oleh : Sutaman

## ABSTRAK

*Keberadaan terumbu karang di dunia saat ini telah mengalami ancaman yang cukup serius terutama adanya aktivitas manusia yang berlebihan, antara lain mengakibatkan efek gas rumah kaca, sehingga tahun 2065, kadar karbon monoksida di atmosfer diperkirakan mempengaruhi perubahan iklim dunia.*

*Secara alami kerusakan terumbu karang juga dapat disebabkan oleh badai topan, gempa bumi, tsunami, peristiwa pemutihan karang akibat suhu permukaan air yang di atas normal, dan melimpahnya bintang laut berduri. Selain itu, faktor fisika dan kimia lain juga berpengaruh terhadap kelimpahan dan distribusi terumbu karang seperti cahaya matahari (intensitas/penetrasi cahaya), suhu, cuaca, pemanasan global, salinitas dan nutrisi. Selain itu pendinginan suhu air, peningkatan kekeruhan dan curah hujan yang tinggi juga berpengaruh terhadap kehidupan terumbu karang.*

*Peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> atmosfer juga akan berdampak pada peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> akan menyebabkan menurunnya klasifikasi terumbu karang. Sehingga terumbu karang (reef) akan hilang karena laju pembentukannya lebih rendah dari laju kerusakan alami.*

*Emisi global dari gas rumah kaca meningkatkan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dan di lautan ke tingkat yang akhirnya mengurangi kemampuan terumbu karang untuk tumbuh dengan proses pengapuran normal. Tingginya konsentrasi karbon dioksida juga dapat meningkatkan keasaman air, yang berakibat pada penurunan tingkat pengapuran.*

## I. PENDAHULUAN

Keberadaan terumbu karang di dunia saat ini telah mengalami ancaman yang cukup serius terutama adanya aktivitas manusia yang berlebihan, antara lain mengakibatkan efek gas rumah kaca (Kleypas *et al.* 1999), sehingga tahun 2065, kadar karbon monoksida di atmosfer diperkirakan mempengaruhi perubahan iklim dunia. Media Indonesia (20 April 2007) melaporkan, bahwa adanya kejadian kebakaran dalam 10 tahun terakhir menjadikan Indonesia sebagai penyumbang CO<sub>2</sub> terbesar ke 3 di dunia. Sementara Brasil dan Kongo, merupakan Negara pemasok karbon monoksida pertama dan kedua terbesar di dunia.

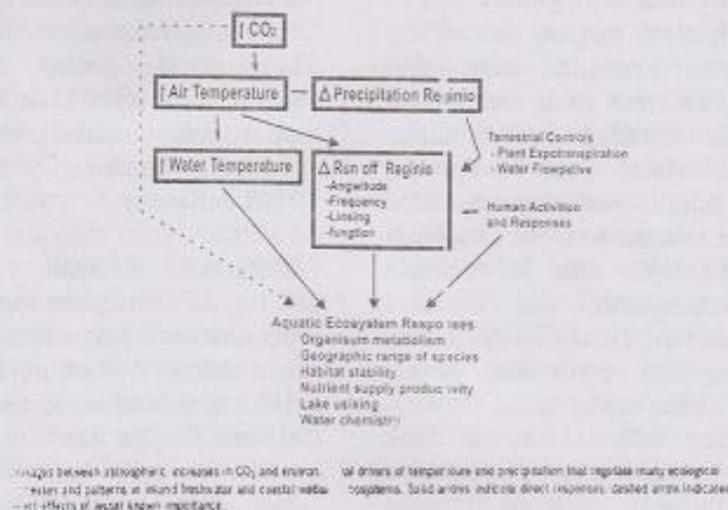
Secara alami kerusakan terumbu karang juga dapat disebabkan oleh badai topan, gempa bumi, tsunami, peristiwa pemutihan karang akibat suhu permukaan air yang di atas

berduri. Selain itu, faktor fisika dan kimia lain juga berpengaruh terhadap kelimpahan dan distribusi terumbu karang seperti cahaya matahari (intensitas/penetrasi cahaya), suhu, cuaca, pemanasan global, salinitas dan nutrisi. Selain itu pendinginan suhu air, peningkatan kekeruhan dan curah hujan yang tinggi juga berpengaruh terhadap kehidupan terumbu karang.

## II. DAMPAK EKOLOGIS

Peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> atmosfer juga akan berdampak pada peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> di permukaan laut. Akibat dari meningkatnya kandungan CO<sub>2</sub> akan menyebabkan menurunnya klasifikasi terumbu karang (McNeil *et al.* 2004) sehingga terumbu (reef) akan hilang karena laju pembentukannya, lebih rendah dari laju kerusakan alami. Dampak tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

## CO<sub>2</sub>, Climate, and Ecological Processes



Sumber: McNeil (2004)

Gambar 1. Dampak peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> terhadap kalsifikasi terumbu karang. Hubungan antara peningkatan CO<sub>2</sub> di atmosfer dan lingkungan yang memacu temperature dan precipitasi bagi proses ekologis di ekosistem sebagai berikut :

### 1. Peningkatan Kandungan CO<sub>2</sub>

Sumber penyebab kerusakan secara alami terumbu karang yang disebabkan oleh peningkatan kandungan CO<sub>2</sub> menurut McNeil *et al.* (2004) sebagai berikut :

1) **Faktor biologis**, kerusakan terumbu karang akibat dari faktor biologis :

Penyakit, terumbu karang secara alami mempunyai penyakit yang disebabkan oleh bakteri. Serangan penyakit ini biasanya dipicu oleh adanya kondisi perairan yang tidak normal, misalnya adanya pencemaran dan kenaikan suhu permukaan air laut.

Penyakit yang biasanya menyerang karang antara lain :

**White band Disease** (penyakit gelang putih) yang ditandai dengan adanya warna putih pada sebagian koloni karang, sedang bagian lainnya berwarna normal.

**Black band Disease**, hampir sama dengan White band Disease" namun hasil akhirnya berbeda oleh karena karang yang diserang ada yang menjadi hitam atau dapat pula mengalami bleaching (memutih). Warna putih menunjukkan jaringan yang sedang mengalami serangan penyakit.

**Vibrio AK-1**, bakteri ini menyerang pada kondisi dimana suhu lingkungan naik di atas normal. Kerusakan akibat bakteri ini ditandai dengan

menutupinya jaringan karang, akan tetapi warna putihnya biasanya berupa bercak-bercak yang tidak merata.

**Bio Erosi**, merupakan suatu kerusakan terumbu karang baik secara kimiawi maupun mekanis karena terdigradasinya kapur kerangka tubuh karang (CaCO<sub>3</sub>) yang disebabkan oleh aktivitas organisme lain. Beberapa contoh bio erosi antara lain *Sponge*, *algae*, cyanobacteria melekat di cangkang karang dan mengeluarkan zat kimia tertentu yang dapat menurunkan keasaman di sekitarnya, sehingga dapat melarutkan kapur kerangka tubuh karang. Respirasi dan turf algae pada malam hari menghasilkan asam organik yang dapat menurunkan keasaman di sekitarnya.

2) **Faktor Fisik**, kerusakan terumbu karang akibat dan faktor fisik terdiri dan

- Kenaikan suhu air laut, kenaikan suhu air laut sekitar 3-4°C dan suhu normal akibat peristiwa El Nino dapat menyebabkan karang "bleaching" yang kadang-kadang diikuti dengan kematian karang. Terumbu karang di daerah tropis lebih sensitive terhadap perubahan suhu air laut dibanding dengan di daerah sub tropis.

- Radiasi Sinar Ultra Violet, sinar matahari yang memancar setiap hari

mengandung sinar ultra violet A, B, C, yang mempunyai panjang gelombang berbeda-beda. Sinar ultra violet A dan B merupakan sinar yang mempunyai daya rusak terhadap sel-sel hidup. Sinar ultra violet akan mempunyai dampak buruk terhadap terumbu karang jika terkena sinar ultra violet di atas normal (di atas kemampuan karang beradaptasi), dan biasanya terjadi pada saat cuaca sangat cerah, laut tenang dan jernih serta terjadi pada waktu yang cukup lama.

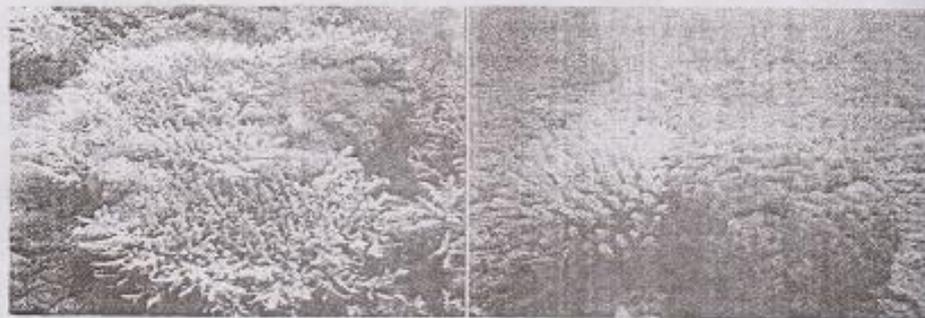
- Penurunan Salinitas, secara fisik terumbu karang yang terdegradasi karena penurunan salinitas di mulai dengan kontraksi dan polip karang untuk lebih

Mempersempit kontak dengan air laut bersalinitas rendah. Kontraksi polip akan mengurangi kecepatan fotosintesis sehingga akan mengurangi kecepatan respirasi. Karang-karang tidak mempunyai mekanisme untuk

mengatur tekanan osmose didalam tubuhnya maka sel-sel akan pecah dan zooxanthella keluar dari jaringan karang, akibatnya akan memutih. Jika penurunan ini berlangsung cukup lama akhirnya semua jaringan karang akan lysis dan mati.

## 2. Peristiwa El Nino

El Nino merupakan peristiwa penurunan suhu secara global di air laut dalam Wilkinson, 2000) Tahun 1983 adalah tahun tercatatnya El Nino terkuat hingga saat itu, diikuti oleh peristiwa serupa tahun 1987 dan yang kuat lagi tahun 1992 (Goreau dan Hayes, 1994). Pemutihan karang telah muncul pula di tahun yang bukan merupakan tahun-tahun El Nino, dan telah dikenali sebagai factor lain selain naiknya SPL yang dapat terkait, seperti angin, awan yang menutup dan hujan (Brown, 1997).



Gb. Pemutihan koloni karang tahun 1998 di Sri langka (Westmacott 2002)

Di Indonesia tepatnya pada bulan Desember 2006 (Soedarma et al. 2007) diketahui telah terjadi *El Nino Southern Oscillation* skala lemah yang mengakibatkan peningkatan suhu dan kemunduran datangnya musim hujan. Kejadian ini telah menyebabkan bleaching (pemutihan) pada terumbu karang. Penelitian Soedarto dan Prasetyo (2003) pada periode 1996-1997 di Pulau Saubi

dan periode 1997 — 1998 telah terjadi penurunan densitas karang masing-masing antara 80 % - 90 % dan 60 % - 70 %. Sedangkan penelitian Soedarma et al. (2007) di sekitar pulau Pramuka

(Kepulauan Seribu) telah terjadi bleaching pada hamparan terumbu karang ± 1 ha. Bleaching ini disebabkan oleh kondisi stress yang dialami karang, mengakibatkan keluarnya zooxanthellae yang merupakan eudo simbiosis yang hidup secara mutualisme di jaringan karang, sehingga jaringan yang ditinggalkan oleh zooxanthellae terlihat memucat (putih). Selanjutnya kondisi bleaching pada karang (Soedarma et al. 2007) menunjukkan melemahnya metabolisme karang yang dapat menyebabkan penyakit atau kematian.

### 3. Kenaikan Suhu Permukaan Laut

Kenaikan suhu laut 1–2°C diperkirakan terjadi tahun 2100 (Bjorkman *et al.*, 1995). Di banyak daerah tropis bahkan telah terjadi kenaikan 0,5°C selama 2 dekade terakhir (Strong *et al.*, 2000). Tampaknya mungkin hanya perubahan kecil, tetapi ini dapat diartikan bahwa selama periode yang lebih hangat dan fluktuasi musim yang normal, suhu akan melebihi batas toleransi dan hampir semua jenis karang ini dapat menaikkan frekuensi pemutihan (Hoegh-Guldberg 1999).

Suatu kenaikan suhu dapat berarti daerah yang saat ini berada diluar wilayah terumbu karang akan menjadi tepat untuk pertumbuhan karang, menghasilkan perpindahan geografis dan distribusi populasi pembangun terumbu karang. Memang membutuhkan waktu sebelum hal ini terbukti; dan bilamana hal ini terjadi, faktor-faktor lingkungan lain dengan posisi lintang yang lebih tinggi mungkin tidak kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang. Lebih lanjut lagi, naiknya SPL mempengaruhi kepekaan zooxanthellae, contohnya sinar yang diperlukan untuk fotosintesis malah merusak sel-selnya (Hoegh-Guldberg 1999).

Karang malah dapat menjadi rapuh terhadap kenaikan radiasi sinar UV karena menipisnya lapisan ozon.

Tekanan penyebab pemutihan antara lain tingginya suhu air laut yang tidak normal, tingginya tingkat sinar ultraviolet, kurangnya cahaya, tingginya tingkat kekeruhan dan sedimentasi air, penyakit, kadar garam yang tidak normal dan polusi. Mayoritas pemutihan karang secara besar-besaran dalam kurun waktu dua dekade terakhir ini berhubungan dengan peningkatan suhu permukaan laut (SPL) dan khususnya pada *HotSpots* (Hoegh-Guldberg 1999).

*HotSpot* adalah daerah dimana SPL naik hingga melebihi maksimal perkiraan tahunan (suhu tertinggi pertahun dan rata-rata selama 10 tahun) dilokasi tersebut (Goreau dan Hayes 1994). Apabila *HotSpot* dan 1°C diatas maksimal tahunan bertahan selama 10 minggu atau lebih, pemutihan pasti terjadi (Wilkinson *et al.* 1999). Dampak gabungan dan tingginya SPL dan tingginya tingkat sinar matahari (pada gelombang panjang ultraviolet) dapat mempercepat proses pemutihan dengan mengalahkan mekanisme alami karang untuk melindungi dirinya sendiri dari sinar matahari yang berlebihan (Glynn 1996; Jones *et al.* 1998).

Di Pasifik bagian barat, SPL berada diatas batas selama lebih dan 5 bulan di beberapa tempat. Beberapa bagian dan Great Barrier Reef mengalami pemutihan, dengan kematian karang mencapai 70–80% di beberapa lokasi (Goreau *et al.* 2000) sedangkan ditempat lain kematian karang kurang dan 17% (Wilkinson 1998). Beberapa terumbu di Filipina, Papua Nugini dan Indonesia juga menderita, walaupun banyak terumbu di Indonesia bagian tengah selamat karena naiknya air dingin dan bawah laut (*upwelling*).

### 4. Berkurangnya Tingkat Pengapuran Karang

Emisi global dan gas rumah kaca meningkatkan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dan di lautan ketingkat yang akhirnya mengurangi kemampuan terumbu karang untuk tumbuh dengan proses pengapuran normal. Tingginya konsentrasi karbon dioksida dapat meningkatkan keasaman air, yang berakibat pada penurunan tingkat pengapuran karang. Telah diperkirakan bahwa tingkat pengapuran dapat menurun kurang lebih 14–30% tahun 2050 (Hoegh-Guldberg 1999). Ini akan mengurangi kemampuan terumbu untuk pulih dan peristiwa seperti pemutihan karang dan juga merusa kemampuan mereka menyesuaikan diri

dengan kenaikan permukaan laut dan perubahan geologi.

Permukaan laut hampir seluruhnya dapat menjadi sangat jenuh, tetapi jika terjadi penurunan tingkat kejenuhan akan mengakibatkan pengurangan laju pengapuran, sehingga dapat mengakibatkan perubahan pada organisme penghasil kapur, atau menjadi keuntungan bagi organisme karang yang tidak mensekresikan kapur (Kluydas *et al.* 1999). Anorganik karbon terlarut di perairan, terbentuk dari tiga senyawa dasar, yaitu  $\text{CO}_2^*$  ( $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{CO}_3$ ),  $\text{HCO}_3^-$ , dan  $\text{CO}_3^{2-}$ . Pada kondisi air laut berada dibawah kondisi normal (pH 8.0 - 8.2), kandungan  $\text{HCO}_3^-$  kira-kira 6 - 10 kali dan  $\text{CO}_3^{2-}$ . Ketika  $\text{CO}_2$  larut dalam air, sisa kandungannya kurang dan 1% sebagai  $\text{CO}_2$ . Kebanyakan memisahkan diri sebagai  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{CO}_3^{2-}$ . Asam yang dibentuk oleh pemutusan  $\text{CO}_2$  di perairan, menurunkan kadar pH sedemikian rupa, sehingga beberapa  $\text{CO}_3^{2-}$  berkombinasi dengan  $\text{H}^+$  untuk membentuk  $\text{HCO}_3^-$ . Maka, penambahan  $\text{CO}_2$  akan mengurangi kadar  $\text{CO}_3^{2-}$  di perairan.

### III. PENUTUP

Secara alami kerusakan terumbu karang juga dapat disebabkan oleh badai topan, gempa bumi, tsunami, peristiwa pemutihan karang akibat suhu permukaan air yang di atas normal, dan melimpahnya bintang laut berduri. Selain itu, faktor fisika dan kimia lain juga berpengaruh terhadap kelimpahan dan distribusi terumbu karang seperti cahaya matahari (intensitas/penetrasi cahaya), suhu, cuaca, pemanasan global, salinitas dan

nutrien. Selain itu pendinginan suhu air, peningkatan kekeruhan dan curah hujan yang tinggi juga berpengaruh terhadap kehidupan terumbu karang.

Peningkatan kandungan  $\text{CO}_2$  atmosfer juga akan berdampak pada peningkatan kandungan  $\text{CO}_2$  akan menyebabkan menurunnya klasifikasi terumbu karang. Sehingga terumbu karang (reef) akan hilang karena laju pembentukannya lebih rendah dari laju kerusakan alami.

Kejadian El Nino, baik di Indonesia maupun dunia telah menyebabkan *bleaching* (pemutihan) pada terumbu karang. *Bleaching* ini disebabkan oleh kondisi stres yang dialami karang, mengakibatkan keluarnya *zooxanthellae* yang merupakan *eudo simbiosis* yang hidup secara mutualisme di jaringan karang, sehingga jaringan yang ditinggalkan oleh *zooxanthellae* terlihat memucat (*puith*) yang dapat menyebabkan penyakit dan kematian.

Dampak gabungan dari tingginya SPL (suhu permukaan laut) dan tingginya tingkat sinar matahari (pada gelombang panjang ultraviolet) dapat mempercepat proses pemutihan dengan mengalahkan mekanisme alami karang untuk melindungi dirinya sendiri dari sinar matahari.

Emisi global dari gas rumah kaca meningkatkan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dan di lautan ke tingkat yang akhirnya mengurangi kemampuan terumbu karang untuk tumbuh dengan proses pengapuran normal. Tingginya konsentrasi karbon dioksida juga dapat meningkatkan keasaman air, yang berakibat pada penurunan tingkat pengapuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bijlsma, L. C.N.Ehier, R.J.T.Klein, S.M. Kulshrestha, R.F. McLean, N. Mimura, R.J. Nicholls, L. Nurse, H. Perez Nieto, E.Z. Stakhiv, R.K. Turner, and R.A. Warrick. 1995. Coastal zones and small islands. In R.T. Watson, M.C. Zinyowera and R.H. Moss (eds) *Climate change 1995 — Impacts, adaptations and mitigations of climate change scientific-technical analyses. the second assessment report of the Inter-Governmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.:6-12.
- Goreau, T.J. and R.L. Hayes. 1994. Coral bleaching and ocean hot spots. *Ambio* 23(3): 176-180.
- Goreau, T.J. T. McClanahan, R. Hayes. and A.E. Strong. 2000. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event. *Conservation Biology* 14(1): 5-15.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research* 50 (8) ; 839-866.
- Kleypas, J.A, D. Archer, J.J. Gattuso, C. Langdon and N. Bradley. 1999. Geochemical consequences of increased atmospheric carbon dioxide on coral reefs.) *Science* 284: 98 -107.
- Media Indonesia. 2007. *Indonesia Nomor Tiga Penyumbang Terbesar CO<sub>2</sub> di Dunia*. Terbit : Jum'at 20 April 2007/No.9600/Tahun XXXVIII.
- McClanahan, T.R. 2002. *The near future of coral reefs environmental conservation*. The Wildlife Conservation Society. Mombasa, Kenya.
- McNeil, B.I., J. Richard, Matear, and Barnes. 2004. Coral reef calcification and Climate change : The effect on ocean warming. *Geop. Res.* 31: 1-4.
- Soedarma, D., M. Kawaroe, dan A. Sunudin. 2007. Fenomena coral bleaching (pemutihan karang) di Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Wasabi* 1 (1):5-9.
- Soedarto dan R. Prasetya, 2003. Penilaian kerusakan terumbu karang di Kepulauan. *Neptunus* 10(1) : 11-16.
- Strong, A.E., E.J. Kearns, and K.K. Gjovig. 2000. Sea surface temperature signals From satellites - an update. *Geophysical Research Letters* 27(11) : 1667-1670.
- Wesmacott, S., K. Teleki, S. Wells, and J. West. 2002. *Pengelolaan terumbu karang yang telah memutih dan rusak kritis*. Diterjemahkan oleh: Steffen, H.J. IUCN Publication Services Unit. Cambridge: pp 36.
- Wilkinson, C.R. 1998, *Status of Coral Reefs of the World : 1998*. Australian Institut of Marine Science, Cape Ferguson, Queensland, Australia. 184
- Wilkinson, C. R., O. Linden, H. Cesar, G. Hodgson, J. Rubens. and A.E. Strong. 1999. Ecological and socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean : an ENSO impact and warning of future change? *Ambio* 28 :188-196.
- Wilkinson, C. 2000. *Status of coral reefs of the world 2000*. Australian Institute of marine Science. Dampier Australia.