

LAPORAN TEKNIS 2015

08.b/AIR 2/OT 02 02/01/2016

**REKONSTRUKSI PERUBAHAN IKLIM DAN LINGKUNGAN
DAERAH PESISIR TAMAN NASIONAL LOMBOK
MENGUNAKAN SAMPEL TERUMBU KARANG**

Ali Arman, Aditya Dwi Permana, Untung Sugiharto, dan Zulhema



**PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
2016**

LAPORAN TEKNIS 2015

08.b/AIR 2/OT 02 02/01/2016

REKONSTRUKSI PERUBAHAN IKLIM DAN LINGKUNGAN DAERAH PESISIR TAMAN NASIONAL LOMBOK MENGUNAKAN SAMPEL TERUMBU KARANG

Ali Arman, Aditya Dwi Permana, Untung Sugiharto, dan Zulhema

Mengetahui/Menyetujui

Kepala Bidang Industri dan Lingkungan



Dr. Sugiharto, MT
NIP. 19620705 198510 1 002

Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi



Dr. Hendig Winarno, M.Sc
NIP. 19600524 198801 1 001

Rekonstruksi perubahan iklim dan lingkungan daerah pesisir Taman Nasional Lombok menggunakan sampel terumbu karang.

Ali Arman, Aditya Dwi Permana, Untung Sugiharto dan Zulhema

ABSTRAK

Rekonstruksi perubahan iklim dan lingkungan untuk jangka panjang hingga ratusan tahun dapat diperoleh dari terumbu karang massif *Porites*. Penelitian dilakukan pada daerah pesisir Taman Nasional Lombok yang merupakan bagian dari daerah Coral Triangle Initiative (CTI). Selain itu penelitian ini juga implementasi dari IAEA TC INS/7/006 dan RAS/7/024. Sampel core karang *Porites* spp diambil menggunakan alat bor diameter 5 cm dan panjang 50 cm dan dapat disambung hingga 3 meter. Alat bor tersebut dihubungkan dengan pneumatic yang digerakkan oleh tabung selam. Diperoleh 3 sampel core karang dari lokasi yang berbeda. Sampel dipreparasi di laboratorium dengan cara dipotong memanjang dengan ketebalan 5 mm, kemudian dicuci dan disinari dengan sinar-X menggunakan alat radiografi. Berdasarkan hasil sinar-x diperoleh Core I, II dan III panjang masing-masing 83,5 cm, 199 cm dan 139 cm yang setara dengan umur masing-masing 79 tahun, 168 tahun dan 80 tahun. Laju pertumbuhan rata-rata dari Core I, II dan III masing-masing adalah 10,6 mm/tahun, 11,2 mm/tahun dan 17,4 mm/tahun. Kandungan logam berat dari core I dianalisis menggunakan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer*) dengan parameter logam berat Cr, Cu, Fe, Pb dan Zn. Konsentrasi dari masing-masing logam berat tersebut bervariasi sepanjang core.

Kata kunci; Perubahan iklim, lingkungan, sinar-X radiografi, ICP-OES, terumbu karang *Porites* spp.

ABSTRACT

Reconstruction of changing in the climate dan environment for more than 100 years back can be obtained from coral massive Porites. This study was done in Lombok National Park, which is part of Coral Triangle Initiative (CTI) area. In addition, this study is also for implementing the IAEA TC INS/7/006 and RAS/7/024. Samples of Coral core Porites spp were collected using drilling tool diameter 5 cm with the length 50 cm and can be extended to 3 m. The drilling tool was in line with pneumatic tool, which connected to scuba tank. The coral core was three samples, which has different length. Sample then prepared in the laboratory, i.e; cutting to become slab with the thickness of 5 mm, cleaned with water and x-ray radiographed. Based on the x-ray image, the length core I, II and III are 83.5 cm, 199 cm and 139 cm correspond with the age 79 years, 168 years and 80 years respectively. More over, the linear extension rate is 10.6 mm/y, 11.2 mm/y and 17.4 mm/y respectively. From each annual band of Core I, trace metals Cr, Cu, Fe, Pb and Zn were determined using ICP-OES. These trace metals are fluctuation along the core.

Keywords; climate change, environment, x-ray radiography, ICP-OES, coral Porites spp.

PENDAHULUAN

Karang sebagai indikator lingkungan di perairan dapat memberikan informasi paleoclimate, seperti kondisi fisika dan kimia lingkungan selama masa pertumbuhannya. Perubahan lingkungan diketahui dengan perubahan densitas pada lingkaran tahun yang

terbentuk pada terumbu, yang umumnya dapat dengan mudah dilihat pada karang tipe masif (Knutson et al. 1972; Davalos-Dehullu et al. 2008). Pemanfaatan karang sebagai environmental recorder telah banyak membantu dalam memahami perubahan lingkungan dikarenakan kelebihan karang masif yang dapat menetap dan hidup dalam waktu yang cukup panjang (Lough 2010). Karang masif sebagai environmental recorder mempunyai karakteristik antara lain:

- Kronologi (dating) dari perubahan masa lampau yang tersimpan dalam lingkaran tahunan.
- Pertumbuhan yang cepat dan linier (~1-2 cm/tahun) memberikan resolusi gambaran kondisi tahunan hingga bulanan.
- Pertumbuhan beberapa koloni hingga beberapa meter akan dapat menyimpan "informasi" yang kontinu hingga ratusan tahun ke masa lampau.
- Inkorporasi dari tracer geokimia ke dalam skeleton terumbu karang akan memberikan refleksi lingkungan dari pertumbuhan terumbu karang.
- Kemampuan dalam menyimpan walaupun terumbu karang sudah dalam bentuk fosil sehingga dapat digunakan untuk rekonstruksi paleoklimat untuk jangka waktu yang lebih lama hingga jutaan tahun.

Pemanfaatan karang sebagai environmental rekorder telah dilakukan secara bertahap di PAIR-BATAN dalam rangka implementasi kegiatan IAEA TC-INS 7006 "*Applying Nuclear Technologies to Enhance Climate Change Research and an Observation for Corals*" dan Regional Asia Pasifik IAEA-RCA RAS/7/024 "*Supporting Nuclear and Isotopic Techniques to Assess Climate Change Impact for Sustainable Marine Ecosystem Management*". Penelitian ini bertujuan untuk kajian perubahan iklim daerah pesisir Taman Nasional Lombok yang merupakan daerah CTI melalui analisis laju pertumbuhan linier terumbu karang *Porites* spp dan kandungan logam berat yang terdeposit pada lingkaran tahunan (*annual banding*).

BAHAN DAN METODE

Sampel terumbu karang masif jenis *Porites* spp dari pesisir Lombok yang berada di kawasan Taman Nasional Laut Lombok diambil dengan menggunakan alat bor (Gambar 1). Pengambilan sampel melalui proses pemboran dilakukan di dalam air. Alat bor yang digunakan mempunyai diameter 5 cm, panjang 50 cm dan dapat diperpanjang hingga 3 m. Pengeboran dilakukan secara vertikal dari permukaan hingga dasar karang. Diperoleh 3

core karang *Porites* spp (core I, II dan III) dengan panjang masing-masing adalah 83,5 cm, 199 cm dan 139 cm. Kordinat titik sampling dicantumkan pada Tabel 1. Sampel karang dibelah membentuk lempeng searah panjang dengan ketebalan 5 mm. Selanjutnya dibersihkan dengan *ultrasonic bath* dan dikeringkan. Lempeng disinari menggunakan radiografi sinar-X 130 KeV selama 1 detik. Hasil foto sinar-X pada film positif di-scan dengan scanner film menjadi format digital. *Coral XDS software* digunakan untuk menentukan umur dan laju pertumbuhan karang.

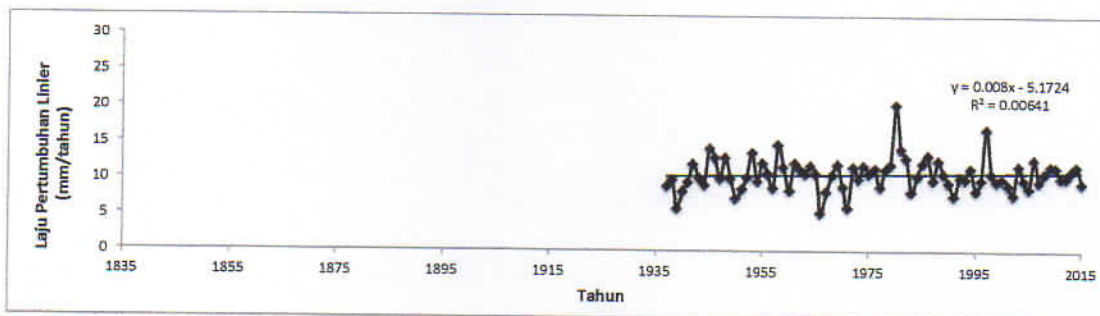
Berdasarkan lingkaran tahunan, dilakukan analisis kandungan logam berat dengan ICP-OES. Lempeng core karang disub-sampling menggunakan alat bor kecil (bor tangan) dan dimasukkan ke dalam vial plastik. Selanjutnya dari setiap sampel/vial ditimbang serbuk antara 20 mg – 25 mg dan ditambahkan nitrat 25% sebanyak 2 ml untuk melarutkan serbuk karang. Kemudian ditambahkan 8 ml bidest dan di ultrasonic selama 30 menit. Sampel diukur dengan alat ICP-OES Thermo iCAP7400. Pada saat bersamaan diukur sampel karang JCP-1 (*Japan Coral Porites*) yang digunakan sebagai kontrol.

Tabel 1. Data sampel karang *Porites* spp dari Taman Nasional Lombok.

Sampel	Tanggal sampling	Kordinat	Panjang sampel	Kedalaman airlaut hingga permukaan karang
Core I	29 April 2015	8 ⁰ 21'34.16" LS: 116 ⁰ 3'39.28" BT	83,5 cm	1 m
Core II	30 April 2015	8 ⁰ 21'34.16" LS: 116 ⁰ 3'39.28" BT	199 cm	2,1 m
Core III	1 Mei 2015	8 ⁰ 21'34.16" LS: 116 ⁰ 3'39.28" BT	139 cm	1,5 m

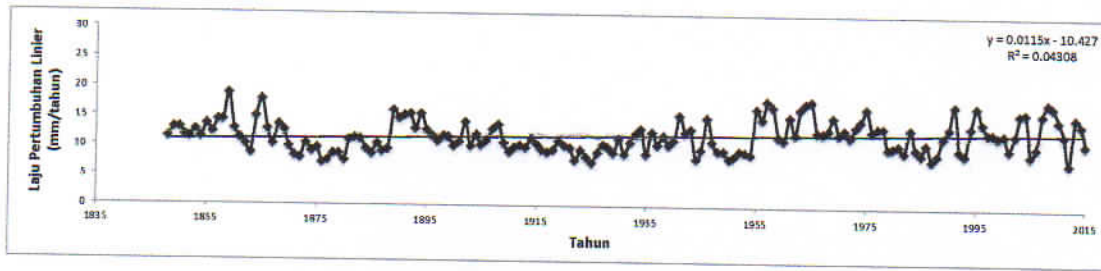
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil radiografi sinar-x diperoleh umur dari masing-masing sampel Core I, Core II dan Core III adalah berturut-turut 79 tahun, 168 tahun dan 80 tahun. Laju pertumbuhan linier core I bervariasi dari 5,3 mm/tahun hingga 20,3 mm/tahun dengan rata-rata 10,6 mm/tahun. Laju pertumbuhan linier Core II mulai dari 7,2 mm/tahun hingga 18,8 mm/tahun dengan rata-rata 11,2 mm/tahun. Laju pertumbuhan linier Core III mulai dari 8,3 mm/tahun hingga 25 mm/tahun dengan rata-rata 17,4 mm/tahun. Laju pertumbuhan linier rata-rata Core I dan Core II tidak jauh berbeda karena lokasi pengambilan sampel dari kedua Core tersebut berdekatan. Terdapat perbedaan yang cukup besar laju pertumbuhan linier rata-rata antara Core III dan kedua Core I dan II, hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan lokasi pengambilan sampel. Core III berada pada posisi yang lebih terbuka dengan laut lepas (off-shore) dibandingkan dengan core I dan Core II. Pertumbuhan karang dipengaruhi oleh kondisi perairan antara lain tingkat kecerahan air laut. Perairan yang dekat on-shore mempunyai kekeruhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan terbuka (off-shore) hal ini disebabkan adanya masukan partikel sedimen suspensi yang bersumber dari daratan. Pada kondisi perairan di pesisir Lombok (pengambilan sampel) terlihat bahwa Core I dan Core II berada pada posisi menghadap ke daratan (antara daratan dan Pulau Meno). Berdasarkan lokasi tersebut dapat dilihat bahwa Core III lebih banyak menerima aliran arus dari laut lepas yang kemungkinan mengandung lebih sedikit partikel suspensi.

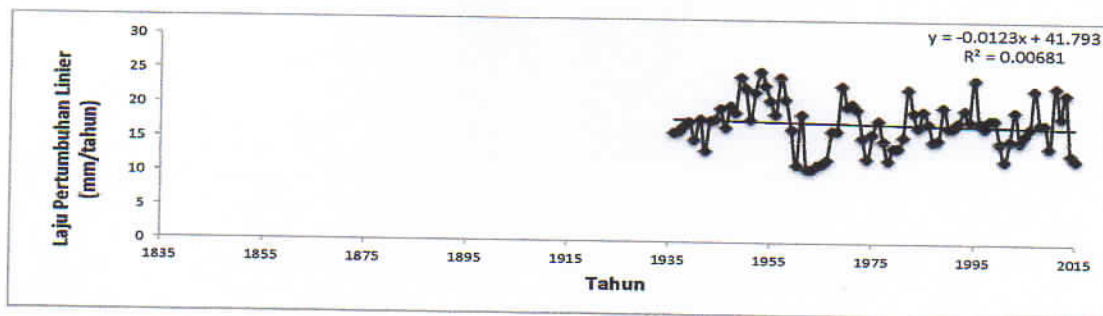


Gambar 2. Laju pertumbuhan linier karang Porites sampel Lombok I, rentang waktu (1936 s.d 2015).

Faktor lain yang mempengaruhi laju pertumbuhan karang adalah adanya cahaya matahari yang diperlukan untuk proses fotosintesis. Berdasarkan kedalaman permukaan karang dari permukaan air, ketiga core menunjukkan sedikit perbedaan kedalaman sehingga faktor kedalaman dapat diabaikan.

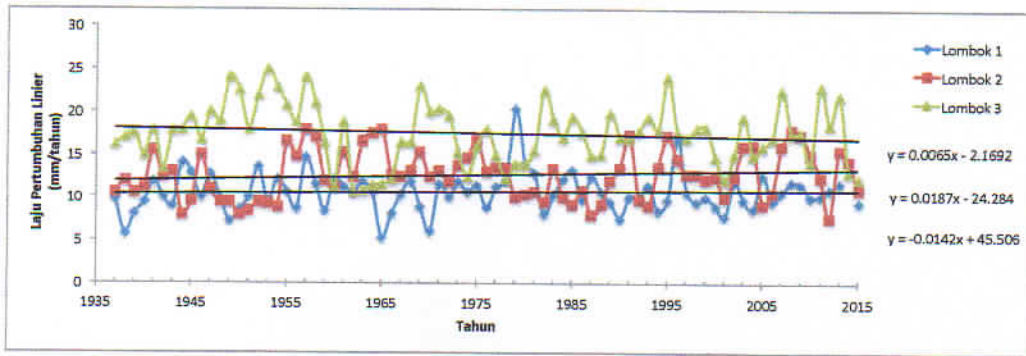


Gambar 3. Laju pertumbuhan linier karang Porites sampel Lombok II, rentang waktu (1848 s.d 2015).



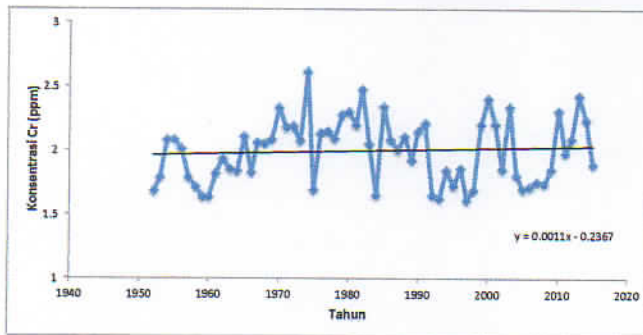
Gambar 4. Laju pertumbuhan linier karang Porites sampel Lombok III, rentang waktu (1936 s.d 2015).

Perbandingan laju pertumbuhan linier untuk ke-tiga karang Porites Lombok I, II dan III pada rentang waktu yang sama dapat dilihat pada Gambar 5. Regresi linier yang mencerminkan rata-rata laju pertumbuhan rata-rata dari masing-masing karang, terlihat bahwa Lombok III lebih tinggi dibanding Lombok I dan II, dimana Lombok I dan II terdapat hanya sedikit perbedaannya. Lombok I dan II menunjukkan kecenderungan yang sama yang menunjukkan adanya peningkatan laju pertumbuhan dari tahun 1936 s.d 2015. Berbeda dengan Lombok III yang mengalami sedikit penurunan dengan nilai kemiringan yang negatif. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dampak perubahan iklim (kenaikan suhu muka laut) yang menyebabkan menurunnya laju pertumbuhan linier karang. Seperti disampaikan sebelumnya bahwa posisi Lombok III yang berada di laut terbuka mengalami pengaruh air laut yang dominan dari laut lepas (off-shore), sedangkan Lombok I dan II yang berada pada daerah tertutup. Berdasarkan hal tersebut pengaruh perubahan iklim lebih terlihat untuk daerah yang terbuka.



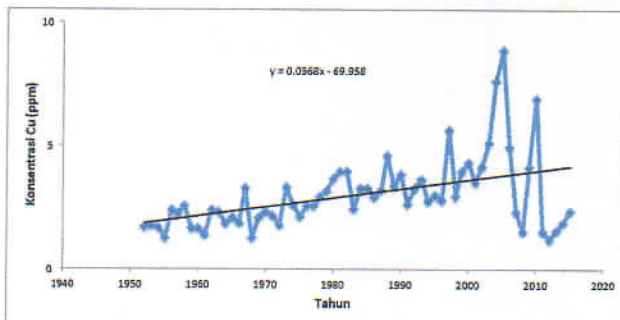
Gambar 5. Laju pertumbuhan linier karang Porites dari sampel Lombok I, II dan III dengan pemilihan rentang waktu yang sama dari 1936 s.d 2015.

Kandungan logam berat yang pada sampel karang Lombok I untuk masing-masing logam Cr, Cu, Fe, Pb dan Zn dapat dilihat pada Gambar 6, 7, 8, 9, dan 10.



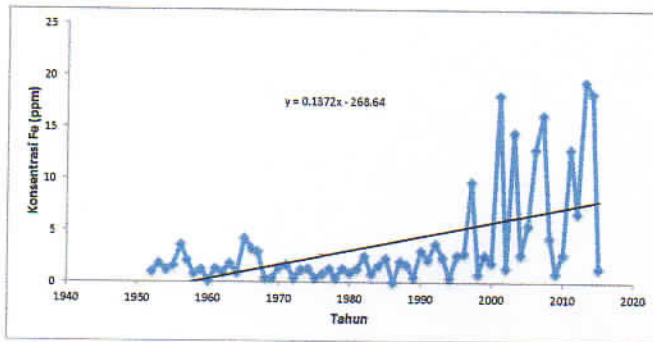
Gambar 6. Variasi konsentrasi logam Cr dalam karang Lombok I berdasarkan lingkaran tahunan.

Secara umum semua logam mengalami peningkatan konsentrasi dari tahun 1936 s.d 2015, akan tetapi kenaikan yang signifikan terjadi pada logam Cu dan Fe. Logam Cr dan Pb tidak mengalami peningkatan, hanya berfluktuasi sepanjang core. Logam Cu, Fe dan Zn mengalami kenaikan yang sangat besar mulai dari sekitar tahun 1990 sampai 2015, sedangkan pada tahun sebelumnya hanya mengalami sedikit fluktuasi.

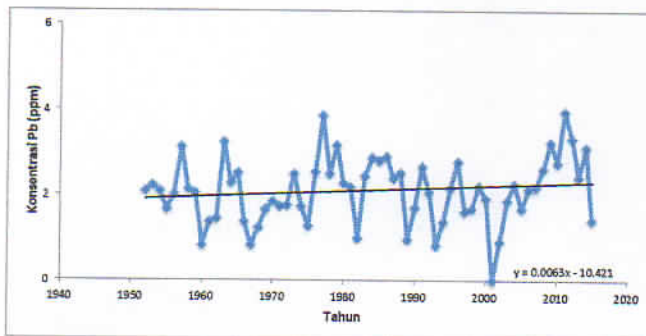


Gambar 7. Variasi konsentrasi logam Cu dalam karang Lombok I berdasarkan lingkaran

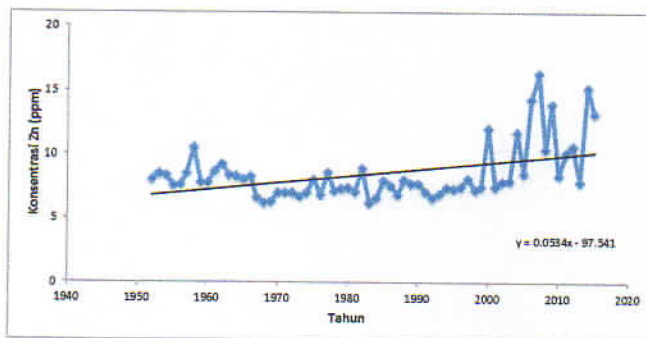
tahunan.



Gambar 8. Variasi konsentrasi logam Fe dalam karang Lombok I berdasarkan lingkaran tahunan.



Gambar 9. Variasi konsentrasi logam Pb dalam karang Lombok I berdasarkan lingkaran tahunan.



Gambar 10. Variasi konsentrasi logam Zn dalam karang Lombok I berdasarkan lingkaran tahunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Laju pertumbuhan rata-rata karang untuk lokasi Lombok I, II dan III adalah 10,6 mm/tahun, 11,2 mm/tahun dan 17,4 mm/tahun dan umur karang adalah 79 tahun, 168 tahun dan 80 tahun. Karang yang berada di perairan terbuka mempunyai laju

pertumbuhan yang lebih tinggi dibanding perairan tertutup, dan juga karang di daerah terbuka mengalami penurunan laju pertumbuhan yang diakibatkan kenaikan suhu permukaan laut.

2. Konsentrasi logam berat Cr, Cu, Fe, Pb dan Zn di dalam karang mengalami peningkatan yang disebabkan peningkatan kadar polutan di kolom perairan. Peningkatan yang signifikan terjadi pada logam Cu dan Fe, dan secara keseluruhan peningkatan konsentrasi logam tersebut terjadi mulai sekitar tahun 1990 sampai sekarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arman, A., Pratikno, B., dan Sugiharto, U., 2014 “Geokronologi Polutan Logam Berat dengan Teknik Nuklir terhadap Sedimen di Daerah Pesisir Suralaya, Provinsi Banten”, Telah diterima untuk terbit di *Jurnal Segara, Pusat Penelitian dan Pengembangan Suberdaya Laut dan Pesisir, BALITBANG Kelautan dan Perikanan, KKP*
- Arman, A., Zamani N.P, dan Watanabe, T., 2013 “Studi Penentuan Umur dan Laju Pertumbuhan Terumbu Karang terkait dengan Perubahan Iklim Ekstrim Menggunakan Sinar-X”, *Jurnal Ilmiah Isotop dan Radiasi*, Vol 9, No.1, Juni 2013.
- Charles, C.D., Hunter D. E., Fairbanks R. G., 1997, “ Interaction Between the ENSO and the Asian Monsoon in a Coral Record of Tropical Climate” www.sciencemag.org, *SCIENCE*, VOL. 277.
- Clark, R.B., 1986. *Marine Pollution*. Claredon Press, Oxford.
- Helmle KP, Kohler KE, and Dodge RE. 2002. Relative optical densitometry and the Coral X-radiograph densitometry system: Coral XDS. Presented Poster, Int Soc Reef Studies European Meeting, Cambridge, England, Sept. 4-7, 2002.
- International Atomic Energy Agency (IAEA), 2008, on Co-ordinated Research Programme on Nuclear and Isotopic Studies of the El Niño Phenomenon in the Ocean. IAEA-CRP project, Marine Environmental Laboratory, Monaco.
- Khaled A., A. El Nemr A. and El Sikaily A., 2003, Contamination of Coral Reef by Heavy Metals Along the Egyptian Red Sea Coast, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 71:577–584.
- Lough JM, Barnes DJ. 2000. Environmental controls on growth of the massive coral *Porites*. *J, Exp. Mar. Biol, Ecol.* 245:225-243.

- Lough, J.M, and D.J. Barnes. 1992. Comparisons of Skeletal Density Variations in *Porites* from the Central Great Barrier Reef. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 155:1-25.
- Lough, J.M, and D.J. Barnes. 1997. Several centuries of variation in skeletal extension, density and calcification in massive *Porites* colonies from the Great Barrier Reef: A proxy for seawater temperature and a background of variability against which to identify unnatural change. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 211:29–67.
- Mukhtasor., 2007. Pencemaran pesisir dan laut. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- Ramos AA., Inoue Y, and Ohde S., 2004, Metal contents in *Porites* corals: Anthropogenic input of river run-off into a coral reef from an urbanized area, Okinawa, *Marine Pollution Bulletin* 48, 281–294.
- Reichelt-Brushett A.J. and McOrist G, 2003, Trace metals in the living and nonliving components of scleractinian corals, *Marine Pollution Bulletin* 46, 1573–1582.
- Sanusi, H. 2006. Kimia laut proses fisik kimia dan interaksinya dengan lingkungan. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. FPIK, IPB. Bogor
- Tun K, Ming CL, Yeemin T, Phongsuwan N, Amri AY, Ho N, Kim Sour, Long NV, Nanola C, Lane D, *et al.* 2008. *Status of Coral Reefs in South-East Asia*. Di dalam: Wilkinson C, editor. *Status of Coral Reefs of the World 2008* [Internet]. Townsville, Australia (AU): GCRMN Report. hlm 131-144
- UNDP, Indonesia, 2005, “Sisi Lain Perubahan Iklim”, ISBN: 978-979-17069-0-2, Jakarta Indonesia.
- Watanabe T, Gagan MK, Corrège T, Scott-Gagan H, Cowley J, Hantoro WS. 2003. Oxygen isotope systematics in *Diploastrea heliopora*: New coral archive of tropical paleoclimate. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 67(7):1349-1358.
- Werner M. V Æ M., 2005, “Stable isotopes in precipitation recording South American summer monsoon and ENSO variability: observations and model results”, *Climate Dynamics* 25: 401–413.