

SUHU MUKA LAUT DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN LINIER KORAL KEPULAUAN SERIBU

Ida Ayu Purnamasari dan Sri Yudawati Cahyarini

ABSTRACT Coral annual growth band has been known as environmental changes archives. In this study is analyzed the annual growth band of coral from Seribu islands i.e. Jukung, Air, and Bidadari island. The annual linear extension is calculated from corals from those islands which represent the inshore to offshore condition. The coral XDS is used to calculate the linear extension. The timeseries data of the linear extension from those cores then are compared with the SST data. The result shows that the Jukung (offshore) coral linear extension is higher correlated with SST than the Air and Bidadari coral (inshore). This shows that the offshore linear extension coral is influenced by SST rather than the inshore corals.

Keywords: coral, linear extension, Sea surface temperature

Naskah masuk : 12 Februari 2010
Naskah diterima : 14 Desember 2010

Ida Ayu Purnamasari
Alumni Program Studi Oseanografi, Fakultas Ilmu dan
Kebumian, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No.10, Bandung 40132
Email : purnamasari.ida@gmail.com

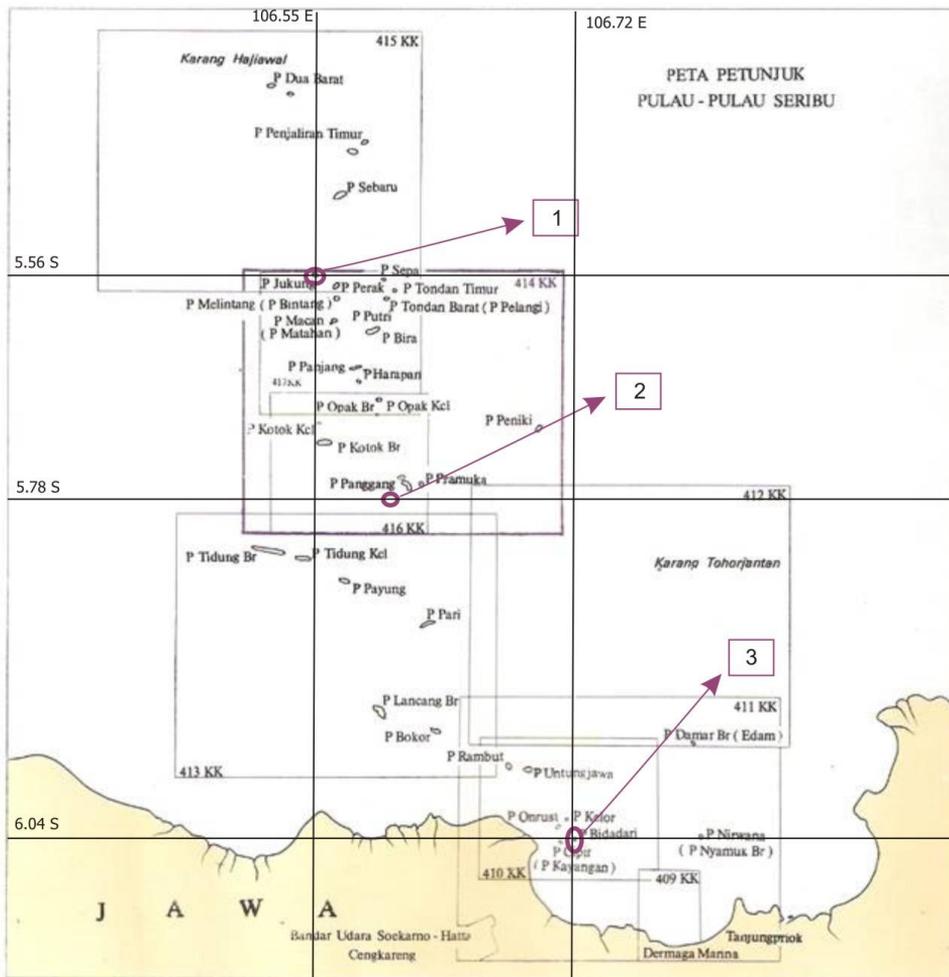
Sri Yudawati Cahyarini
(corresponden author)
Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI
Jl. Sangkuriang Bandung, 40135
Email : yudawati@yahoo.com

ABSTRAK Korall menyimpan informasi perubahan lingkungan. Analisis pertumbuhan tahunan korall telah dipakai sebagai salah satu data untuk mengetahui perubahan lingkungan. Dalam studi ini dilakukan penghitungan pertumbuhan linier korall dari wilayah Kepulauan Seribu. Penghitungan pertumbuhan linier digunakan dengan menganalisis *densitometry* yaitu *luminance* dengan *software* korall XDS. Hasilnya diperoleh data kecepatan pertumbuhan linier dalam urutan waktu yang kemudian dibandingkan dengan data suhu permukaan laut. Hasil dari studi ini menunjukkan korall di wilayah laut lepas (*offshore*) pertumbuhan linier tahunannya dipengaruhi oleh suhu lebih besar dibandingkan dengan korall di wilayah laut dekat dataran Jakarta (*inshore*).

Kata kunci: korall, pertumbuhan linier, suhu permukaan laut

PENDAHULUAN

Scleractinian coral (korall) banyak dijumpai hidup dan tumbuh berkembang di perairan dangkal pantai-pantai wilayah tropik seperti di Indonesia. Korall tumbuh membentuk lapisan pertumbuhan (*growth band*). Lapisan pertumbuhan korall ini menunjukkan urutan waktu kejadian (kronologi). Beberapa studi mengenai perlapisan pertumbuhan tahunan ini menunjukkan bahwa perlapisan pertumbuhan tahunan dapat digunakan sebagai perekam informasi perubahan lingkungan (Felis dkk, 2004; Caricart-Ganivert dkk, 2007) Perlapisan pertumbuhan tahunan terdiri dari komponen perlapisan pertumbuhan linier tahunan dan densitas korall. Kedua parameter tersebut kemudian dilakukan untuk menghitung kecepatan kalsifikasi yaitu kecepatan pembentukan kalsium karbonat dalam korall.



Gambar 1. Lokasi pengambilan contoh koral di wilayah Kepulauan Seribu: 1. Pulau Jukung, 2. Pulau Air, 3. Pulau Bidadari

Dalam studi ini dilakukan korelasi antara suhu muka laut dengan perlapisan pertumbuhan linier koral untuk mengetahui apakah faktor suhu muka laut berpengaruh kuat terhadap pertumbuhan linier. Studi dilakukan pada koral dari wilayah Kepulauan Seribu. Kepulauan Seribu merupakan gugusan kepulauan yang terletak di sebelah utara Jakarta, berhadapan dengan Teluk Jakarta. Temperatur sepanjang tahun umumnya berkisar antara 21-32°C dengan kelembaban udara rata-rata 80% (Noor, A 2005). Menurut Suharsono

(1998) pada saat terjadi El Nino, terjadi kenaikan suhu di wilayah ini yang menyebabkan kematian koral karena *bleaching*. Daerah yang ditinjau dalam penelitian ini yaitu Pulau Bidadari, Pulau Air dan Pulau Jukung. Kepulauan Seribu yang terletak memanjang dari Laut Jawa sampai masuk ke wilayah Teluk Jakarta menarik untuk dipelajari mengingat dekat dengan wilayah Jakarta, dimana koral dari wilayah ini tentu akan merekam pengaruh perubahan lingkungan (iklim) regional Jakarta dan global.

METODOLOGI

Dalam studi ini digunakan contoh koral dari Pulau Jukung, Air dan Bidadari. Inti bor koral diambil dengan metode pemboran pneumatik bor tangan (detil metode lihat Cahyarini dkk., 2008). Koral dipotong membentuk lempengan koral setebal kira-kira 0.5 cm, yang kemudian dilakukan X ray untuk melihat perlapisan pertumbuhan koral (Cahyarini dkk., 2008). Gambar 1 menunjukkan lokasi koral yang digunakan dalam studi ini.

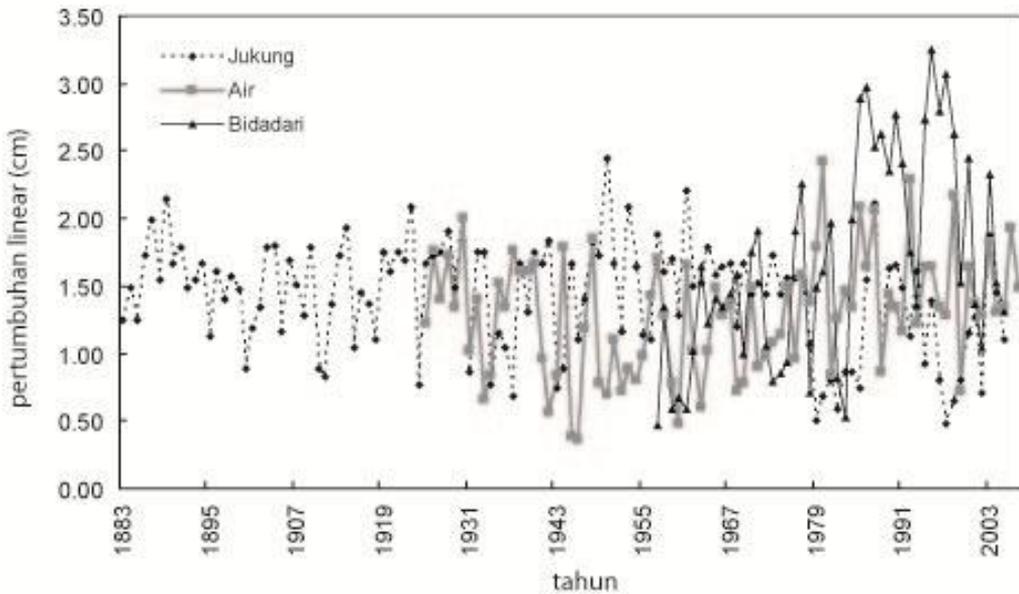
Selain itu, digunakan data suhu permukaan laut (SPL) dari dari *Extended Reconstruction Sea Surface Temperature (ERSST) National Ocean-Atmospheric Administrations* (NOAA) dan dari Satelit AVHRR. Data suhu ini kemudian dikorelasikan dengan data hasil penghitungan kecepatan pertumbuhan linier koral.

Perangkat lunak *Coral X-Radiographs Densitometry System* (Coral XDS) digunakan dalam studi ini. Perangkat lunak ini merupakan program Windows yang menyediakan fasilitas untuk mengukur parameter pertumbuhan, seperti pertumbuhan linier, densitas dan kalsifikasi dari koral. Input dari program Coral XDS adalah gambar hasil *scanning* dari foto ronsen (x ray) koral. Coral XDS dioperasikan dalam dua cara, yaitu *full mode* dan *extension/luminance mode*. *Full mode* dilakukan untuk mengukur pertumbuhan linier, densitas dan kalsifikasi. Dalam studi ini hanya digunakan *extension mode* karena hanya digunakan untuk mengukur pertumbuhan linier (*linear extension*). *Extension/luminance mode* dilakukan hanya untuk mengukur pertumbuhan linier. *Extension/luminance mode* hanya membutuhkan

digital image dari irisan koral dalam format *file .bmp*, dengan informasi skalanya yang digunakan sebagai masukan data. Coral XDS memperkenankan pengguna untuk memperoleh spesifikasi dari lokasi transek dan orientasi dalam *digital image* serta memberikan pilihan lapisan untuk manual atau otomatis. Hasil keluaran dari pengukurannya adalah berupa pertumbuhan linier tahunan yang dapat diolah dalam excel sheet dan plot dari data tersebut (Helmle dkk., 2002). Data pertumbuhan linier tahunan ini selanjutnya dilakukan analisis statistik dengan suhu muka laut.

HASIL DAN DISKUSI

Analisis perlapisan pertumbuhan koral dari Pulau Jukung dengan menggunakan Software Coral XDS (Helmle dkk., 2002) pernah dilakukan pada koral Kepulauan Seribu (Pulau Jukung, Pulau Air, dan Pulau Bidadari) untuk *core top* nya (lihat Cahyarini, 2008). Hasil pengolahan *core tops* koral di Kepulauan Seribu yang dilakukan dalam Cahyarini (2008) diperoleh 21 tahun pertumbuhan (1985-2005) untuk Pulau Jukung dengan laju pertumbuhan linier 0.34-2.31 cm/tahun dan rata-rata pertumbuhan 1.4 cm/tahun. Koral Pulau Air diperoleh 16 tahun pertumbuhan (1992-2007) dengan laju pertumbuhan linier 1.07-2.65 cm/tahun dan rata-rata pertumbuhan 1.78 cm/tahun. Sementara itu, umur koral Pulau Bidadari diperoleh 17 tahun pertumbuhan (1989-2005) dengan laju pertumbuhan linier 1.27-2.17 cm/tahun dan rata-rata pertumbuhan 1.56 cm/tahun. Dalam studi ini dilakukan analisis dari seluruh inti bor dari koral Kepulauan Seribu (Pulau Jukung, Pulau Air, dan Pulau Bidadari).



Gambar 2. Pertumbuhan linier tahunan dari koral Pulau Jukung, Pulau Air dan Pulau Bidadari

Hasil analisis untuk koral Jukung menunjukkan bahwa umur koral 123 tahun, yaitu dari tahun 1883 hingga tahun 2005 dengan panjang 174.055 cm. Rata-rata pertumbuhan linier pada rentang waktu tahun 1883-2005 adalah 1.45 cm/tahun dengan pertumbuhan tertinggi pada tahun 1950 yaitu 2.44 cm dan pertumbuhan terendah pada tahun 1997 yaitu 0.47 cm. Di Pulau Air diperoleh umur koral 83 tahun yaitu dari tahun 1925-2007 dengan panjang koral 107.526 cm. Rata-rata pertumbuhan linier pada rentang waktu tahun 1925-2007 adalah 1.3 cm/tahun dengan pertumbuhan tertinggi sepanjang 2.42 cm yang terjadi pada tahun 1980 dan pertumbuhan terendah sepanjang 0.35 cm pada tahun 1946. Rata-rata pertumbuhan linier pada rentang waktu tahun 1957-2005 adalah 1.34 cm/tahun. Pulau Bidadari menunjukkan panjang koral 82.47 cm dengan umur 49 tahun yaitu dari tahun 1957-2005. Rata-rata pertumbuhan linier selama rentang waktu tahun 1957-2005 adalah 1.68 cm/tahun dengan pertumbuhan tertinggi terjadi pada tahun 1995 sepanjang 3.24 cm dan

pertumbuhan terendah terjadi pada tahun 1957 sepanjang 0.46 cm. Rata-rata pertumbuhan linier selama 49 tahun adalah 1.68 cm/tahun (Tabel 1). Rata-rata pertumbuhan linier untuk koral dari ketiga lokasi tersebut pada rentang waktu tahun 1957-2005 adalah 1.68 cm/tahun untuk koral Pulau Bidadari, sedangkan koral Pulau Air 1.34 cm/tahun dan Pulau Jukung 1.31 cm/tahun. Gambar 2 menunjukkan pertumbuhan linier rata-rata tahunan dari ketiga sample koral.

Untuk mengetahui apakah suhu muka laut mempengaruhi pertumbuhan linier koral dilakukan pula regresi linier antara pertumbuhan linier koral dengan suhu muka laut. Diasumsikan bahwa dengan meningkatnya SPL, maka akan diikuti dengan berkurangnya pertumbuhan linier koral dan begitu pula sebaliknya. Data SPL untuk periode 1957-2005 diperoleh dari *Extended Reconstruction Sea Surface Temperature (ERSST) National Ocean - Atmospheric Administrations (NOAA)* dari Smith dkk., 2008 dan Xue dkk., 2003 dengan resolusi 2°.

Tabel 1 Nilai rata-rata pertumbuhan tahunan yang diambil dari periode data yang tersedia dan periode 1957-2005

| Lokasi Korall | Rata-rata Pertumbuhan (cm/tahun) | Umur Total |
|--|----------------------------------|------------|
| Pulau Bidadari (1957-2005)/(1957-2005) | 1,68/1,68 | 49 tahun |
| Pulau Air (1925-2007)/(1957-2005) | 1,3/1,34 | 83 tahun |
| Pulau Jukung (1883-2005)/(1957-2005) | 1,42/1,31 | 123 tahun |

Koordinat yang dipilih untuk mewakili SPL di ketiga pulau yaitu 104°E hingga 106°E dan 4°S hingga 6°S. Data tersebut berupa data SPL bulanan yang dirata-ratakan menjadi data SPL tahunan dan menunjukkan bahwa pada periode 1957-2005 SPL di wilayah tersebut mengalami kenaikan sebesar 0.55°C (Gambar 3) dengan rata-rata SPL selama 49 tahun tersebut sebesar 28.65°C. Agar diperoleh nilai SPL yang lebih detail untuk masing-masing pulau, maka digunakan pula data SPL yang diperoleh dari Satelit AVHRR (PODAAC - ESIP <http://poet.jpl.nasa.gov>) berupa data bulanan dengan resolusi 4 km pada periode 1985-2005 dengan koordinat Pulau Bidadari 106.72°E dan 6.04°S, Pulau Air 106.59°E dan 5.78°S serta Pulau Jukung 106.55E dan 5.56S. Namun pada tahun 1985 hingga tahun 1997, data SPL untuk Pulau Bidadari dan data SPL pada beberapa bulan dalam beberapa tahun tertentu untuk Pulau Air dan Pulau Jukung tidak tersedia, maka dipilih data SPL pada koordinat terdekat yaitu pada koordinat 6.04°S 107.6°E untuk Pulau Bidadari, 5.78°S 107.60°E untuk Pulau Air dan 5.56°S 107.60°E untuk Pulau Jukung. Diperoleh rata-rata SPL selama periode 1985-2005 di Pulau Bidadari, Pulau Air dan Pulau Jukung yaitu 29.51 °C, 29.56 °C, dan 29.52 °C secara berturut-

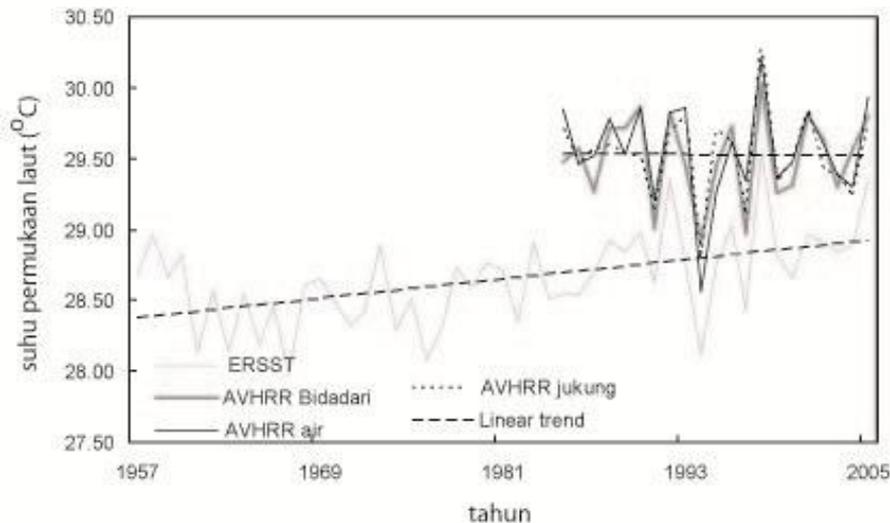
turut. Gambar 3 menunjukkan variasi tahunan data SPL

Untuk mendapatkan panjang data yang sama pada data *time series* dari studi ini, maka dilakukan analisis statistik pada periode tahun 1957-2005. Selama periode waktu 1957-2005, kecenderungan (*trend*) suhu permukaan laut (SPL) di wilayah regional Kepulauan Seribu mengalami kenaikan (Gambar 3). Kemungkinan hal ini selain adanya pengaruh iklim global (natural) juga pengaruh perkembangan kota Jakarta dimana yang terletak di pesisir perairan Kepulauan Seribu, Laut Jawa. Perkembangan kota besar mengubah penggunaan lahan sekitarnya dimana lebih banyak lahan beralih menjadi bangunan dan sebagainya, sehingga bisa memicu adanya *urban heat island effect* (Sheperd & Burian, 2003), dimana pengaruh perkembangan kota pesisir tersebut berdampak terhadap variasi parameter iklim seperti temperatur, curah hujan. Walau begitu faktor dominan apa yang mempengaruhi kenaikan suhu selama periode 1957-2005 masih perlu dikaji lebih lanjut lagi. Untuk mengetahui pengaruh SPL terhadap pertumbuhan linier korall, maka dilakukan regresi linier antara pertumbuhan linier dengan SPL. Tabel 2 menunjukkan hasil regresi pertumbuhan linier dengan SPL dari korall Pulau Jukung, Pulau Air dan Pulau Bidadari.

Tabel 2 Hasil regresi linier antara suhu permukaan laut dengan kecepatan pertumbuhan linier korall dari korall Pulau Jukung, Air dan Bidadari.

| SPL vs. Pertumbuhan linier | Periode | Rumus regresi | R ² |
|----------------------------|-----------|---------------------|----------------|
| Pulau Jukung | 1883-2005 | Y = -0.21 x + 7.579 | 0.035 |
| Pulau Air | 1925-2007 | Y = 0.211 x -4.750 | 0.029 |
| Pulau Bidadari | 1957-2005 | Y = 0.037 x + 28.58 | 0.007 |

Y= Pertumbuhan linier X= SPL



Gambar 3. Variasi suhu permukaan laut tahunan dari Pulau Jukung, Pulau Air, Air (sumber AVHRR <http://podaac.jpl.nasa.gov/>) dan suhu permukaan laut tahunan dari kep. Seribu rata-rata grid 4S-6S, 104E-106E (sumber ERSST: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCDC/.ERSST/>)

Untuk periode 1957-2005 tersebut, pertumbuhan linier koral Pulau Jukung ($R^2=0.069$) menunjukkan korelasi yang paling tinggi dengan suhu muka laut global, dibandingkan pertumbuhan linier koral Pulau Air dan Pulau Bidadari ($R^2=0.053$ $R^2= 0.007$). Hal ini menunjukkan bahwa koral Pulau Jukung yang mewakili *offshore* area lebih dipengaruhi oleh perubahan SPL dibanding koral Pulau Bidadari (*inshore*).

KESIMPULAN

Dalam studi ini dapat disimpulkan bahwa

Pertumbuhan linier koral dipengaruhi oleh suhu muka laut, walaupun dalam decade terakhir ini pengaruhnya kecil yaitu sekitar 8%-19% (tabel2).

Untuk lingkungan koral dari Kepulauan Seribu, koral dari Pulau Jukung adalah yang paling tinggi dipengaruhi oleh suhu muka laut global

dibandingkan dengan koral dari Pulau Air dan Pulau Bidadari, hal ini diduga karena Pulau Jukung terletak lebih ke laut lepas dibandingkan dengan kedua pulau lainnya, dimana pengaruh daratan akan lebih kecil dibandingkan pulau-pulau yang terletak dekat dengan daratan, sehingga SPL yang merupakan data grid SPL akan lebih berpengaruh di Pulau Jukung daripada Pulau Bidadari dan Pulau Air. Hasil ini mengkonfirmasi hasil dari Cahyarini & Zinke (2009) yang memperlihatkan bahwa korelasi SPL Pulau Jukung yang terekam oleh koral dengan SPL data grid lebih tinggi dibandingkan korelasinya dengan temperatur udara Jakarta.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Dr. Mutiara Putri untuk diskusi dan masukannya. Studi ini merupakan bagian dari IFS grant A- A/ 4605-1 untuk SYC, KNAW grant No. 07-MP-02 untuk SYC.

DAFTAR PUSTAKA

- AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer) <http://podaac.jpl.nasa.gov> /ERSST (Extended reconstructed global sea surface temperature)
- Cahyarini S.Y. & J. Zinke (2009), Coastal City Air Temperature Variation Derived from Coral Sr/Ca Ratios: Case Study Jakarta, Indonesia, Prosiding International Workshop on Integrated Coastal Zone Management, Izmir-Turkey 20-22 October 2009, ISBN 978-975-7895-08
- Cahyarini S.Y. (2008), Annual Growth band Analysis of Porites corals from Seribu Islands Corals, Indonesia and its correlation with Precipitation; *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, Vol 18, No 2, ISSN 0125-9849
- Carricart-Ganivet, J. J.M. Lough, and D.J. Barnes (2007), Growth and Luminescence Characteristics in Skeletons of Massive Porites from a Depth Gradient in The Central Great Barrier Reef, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 351: 27–36
- Felis T. and J. PÄTZOLD (2004) Climate Reconstructions from Annually Banded Corals, *Global Environmental Change in the Ocean and on Land*, Eds., M. Shiyomi *et al.*, pp. 205–227
- Helmle, K.P., K.E. Kohler, and R.E. Dodge (2002), *Relative Optical Densitometry and The Coral X-radiograph Densitometry System: CoralXDS*, Presented Poster, Int. Soc. Reef Studies 2002 European Meeting, Cambridge, England. Sept. 4-7.
- <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCDC/.ERSST>
- Noor, A. (2005) *Analisis Kebijakan Pengembangan Marikultur di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu*, Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Shepperd J.M & S.J. Burian (2003) Detection of urban induced rainfall anomalies in a major coastal city, *Earth Interaction*, Vol.7 No. 6, pp. 1-17
- Smith, T.M., R.W. Reynolds, Thomas C. Peterson, and Jay Lawrimore (2008), *Improvements to NOAA's Historical Merged Land-Ocean Surface Temperature Analysis (1880-2006)*, *Journal of Climate*, 21, 2283-2296.
- Suharsono (1998) *Condition of Coral Reef Resource in Indonesia*, *Jurnal Pesisir dan Lautan*, 1(2):44-52
- Xue, Y., T. M. Smith, and R. W. Reynolds (2003) *Interdecadal changes of 30-yr SST normals during 1871-2000.*, *J. Climate*, 16, 1601-1612.