

Pengaruh Industri Pt. Pupuk Kaltim Tbk Terhadap Laju Pertumbuhan Karang Massive Di Perairan Bontang Kuala, Kota Bontang, Kalimantan Timur

Effect of Climate Changes on Growth Rates of Massive Coral, Porites Iutea Edward And Hame, on The Coast of Bontang, East Kalimantan

Supriharyono

ABSTRACT

Growth rates (linear skeletal extension) and the timing of skeletal band formation were measured in eight specimens of the massive coral *Porites Iutea* at three sites (BK1, BK2, and BK3) and three depths, i.e. 1 m, 3 m, and 5 m in each site. The sites were located in Bontang Kuala Regency, located about 7.5 km from the fertilizing industry, PT. Pupuk Kaltim Tbk, Bontang. Growth rates were measured using two techniques, i.e. X-radiograph and UV-light.

Result of the study indicates that the timing of the high density (HD) and low density (LD) bands is synchronous at the three locations. A one year growth is characterized by three HD bands, one of which is usually very dense. Illumination of the coral slabs by UV-light revealed a distinct fluorescent banding pattern on all coral specimens. The data indicate that the fluorescent bands are usually associated with the high density bands which are accreted during the wet season period. It is characterized by the high of land run-off containing elevated concentrations of fulvic and humic acid compounds, and this apparently occurred almost through out the year.

Comparisons of the skeletal extension rates indicate that the growth rates of *P. Iutea* are not significantly difference ($p < 0.05$) either between sites or depths. The average of coral growth rates ranged from 0.8-1.2 cm/year. However, the annual growth rate tends to be fluctuated. Likely it is varied with the amount of rainfall ($p < 0.01$), but it is not affected by the number of urea production (dust), fertilizing industry, PT. Pupuk Kaltim Tbk.

Key Word : Coral growth rate, characterize of massive coral's growth

PENDAHULUAN

Porites lutea merupakan salah satu spesies karang yang paling dominan di perairan karang di Indonesia. Karang, *P. lutea*, diketahui sangat tahan terhadap laju sedimentasi dan/atau perairan yang keruh^(1,2,3). Karenanya, bentuk pertumbuhan ini biasanya sangat bervariasi tergantung faktor lingkungannya^(2,4).

Keunikan pertumbuhan karang massive, yang mana laju endapan kapur (CaCO_3), yang merupakan kerangka karang, sangat tergantung pada lingkungannya, seperti pencahayaan, maka kerangka karang massive sering digunakan sebagai alat untuk menentukan pengaruh perubahan lingkungan terhadap pertumbuhan karang^(2,5,6,7). Banyaknya endapan kalsium karbonat (CaCO_3) karang (reef building corals) tergantung beberapa faktor, diantaranya adalah lama penyinaran matahari, penetrasi cahaya, dan suhu air. Faktor-faktor ini menentukan deposisi kalsium karbonat, yang mana bila diekspose dengan x-ray akan terlihat sebagai garis atau sabuk tebal (*high density bands*) dan tipis (*low*

density bands) pada setiap koloni karang. Umumnya untuk satu tahun pertumbuhan terdiri dari satu HD (*High Density*) dan satu LD (*Low Density*). Namun demikian beberapa karang mungkin mempunyai lebih dari satu sabuk HD dalam satu tahun. Sebagai contoh, sampel karang *Porites lutea* dari Ko Phuket, Thailand^(9,10), dan Perairan Jepara, Jawa Tengah^(2,3,4). Makalah ini melaporkan pertumbuhan karang massive *Porites lutea* di perairan Bontang Kuala, Kota Bontang, Kalimantan Timur.

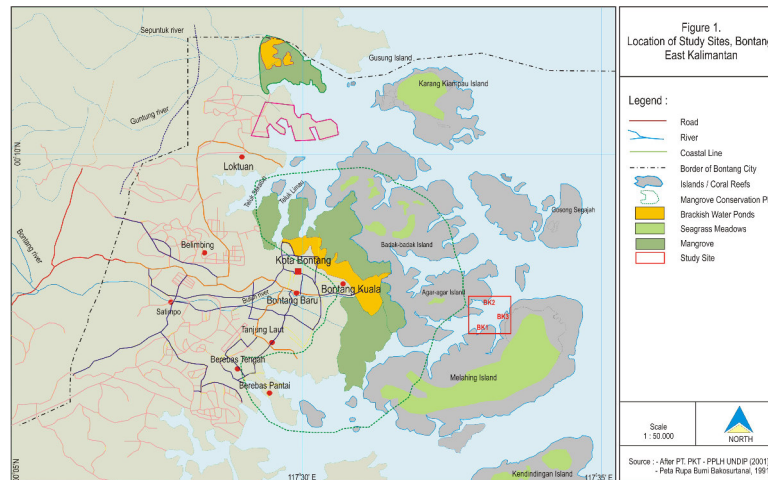
BAHAN DAN METODE

1. Kondisi Daerah Studi

Lokasi studi terletak di perairan Bontang Kuala, sekitar 7,5 km dari industri pupuk, PT Pupuk Kaltim Tbk, Bontang (Gambar 1). Terumbu karang di perairan tersebut dicirikan dengan pertumbuhan yang merana (*poorly developed fringing reefs*). Perairan karang Bontang Kuala menerima sedimen yang cukup banyak dari sungai-sungai

sekitarnya, terutama ketika hari-hari hujan yang cenderung terjadi sepanjang tahun. Di samping itu perairan karang di lokasi studi baik secara langsung maupun tidak langsung juga

dipengaruhi oleh aktivitas-aktivitas manusia di sekitarnya, seperti pengerukan dasar sungai, penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak dan racun (KCN).



2. Pengambilan dan Analisa Karang

Delapan koloni karang *Porites lutea* diambil dari perairan karang di daerah studi pada bulan April 2004. Spesimen karang diambil dari tiga stasiun dan tiga kedalaman, yaitu kedalaman 1 m (BK11, BK21, dan BK31), 3 m (BK1, BK23, dan BK33), dan 5 m (BK15, BK25, dan BK35). Spesimen karang, segera setelah diambil lalu dikering udarakan, kemudian satu per satu dipotong secara melintang sejajar pola pertumbuhan (*major growth axis*) setebal 5-10 mm, dengan menggunakan gergaji mesin. Potongan spesimen karang selanjutnya diekspose dibawah mesin X-ray merk TOSHIBA, Model DC-12MB-1 menggunakan Kodak film di Rumah sakit Pupuk Kaltim, Bontang, Kalimantan Timur. Ekspose dilakukan dengan kekuatan 50 kv, 150 mA selama 0.03 det pada jarak 90 cm. Film X-ray tersebut selanjutnya dicetak untuk digunakan mengukur pertumbuhan tahunan, melalui kombinasi HD dan LD bands-nya.

3. Pengukuran Data Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang paling penting, mempengaruhi kehidupan karang, diantaranya adalah jumlah curah hujan, lama penyinaran matahari, salinitas, dan suhu air laut. Data-data parameter-parameter ini, terutama data data klimatologi, diambil dari stasiun klimatologi terdekat, yang dalam ini terletak di lokasi PT Pupuk Kaltim Tbk. Sedangkan data paramater lainnya, seperti suhu air laut, kecerahan air, padatan tersuspensi (kekeruhan), dan salinitas diambil dari data sekunder, yaitu hasil penelitian kerjasama PKT-PPLH ⁽¹¹⁾.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Daerah Studi

Daerah studi dipengaruhi oleh iklim muson tropis. Umumnya, muson barat daya berakhir sekitar bulan Desember-Februari dan muson tenggara dari Juni-Agustus. Periode waktu lainnya merupakan periode transisi. Pada periode Maret-Mei angin bergerak dari arah baratdaya ke tenggara, dan pada periode September-Nopember bergerak dari arah tenggara ke barat daya. Muson baratdaya biasa disebut dengan muson basah atau musim penghujan, dimana angin bertiup dari arah barat daya ke tenggara membawa hujan lebat. Sebaliknya, muson tenggara dicirikan dengan kondisi yang kering, sehingga disebut muson kering atau musim kemarau. Namun fenomena ini tampaknya tidak terjadi di daerah studi. Hal ini karena di daerah studi, tidak ada perbedaan musim yang jelas, antara musim penghujan dan musim kemarau. Hujan cenderung terjadi hampir sepanjang tahun (Tabel 1). Curah hujan bulanan, lebih lanjut, tercatat berfluktuasi dari tahun ke tahun. Namun secara rata-rata jumlah curah hujan agak rendah selama bulan Juli-September (Gambar 2). Fenomena ketidak beraturan curah hujan di daerah studi diduga berkaitan dengan aktivitas produksi PT Pupuk Kaltim Tbk, Bontang, yang memproduksi urea dan amonia. Menurut Sasongko *et al* selama proses produksi kemungkinan ada komponen urea dan/atau amonia yang lolos ke udara ⁽¹²⁾. Komponen tersebut, terutama urea, sebagai debu adalah merupakan partikel yang baik sebagai inti kondensasi uap air yang ada di sekitar Bontang. Kondisi ini akan mempercepat terjadinya hujan di daerah studi. Karena terjadinya presipitasi atau

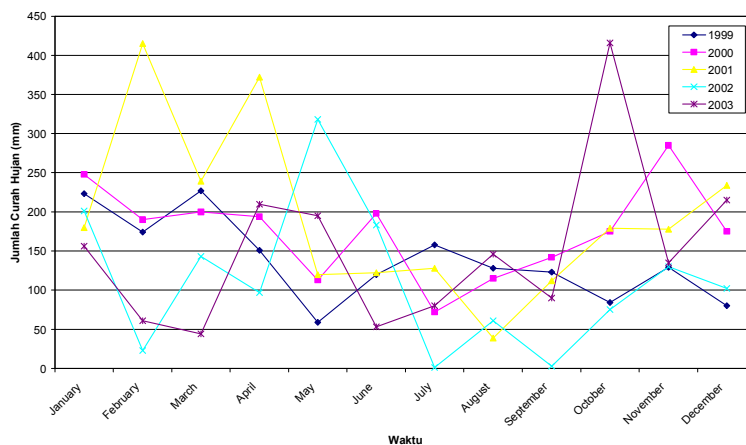
Pengaruh Industri Pt.

hujan sangat tergantung pada keberadaan uap air, sedangkan inti kondensasi dalam hal ini debu-debu urea selalu siap, maka dapat dimaklumi bila jumlah curah hujan tidak menentu setiap bulannya atau dengan kata lain berfluktuasi. Kondisi ini

secara otomatis, juga akan mempengaruhi parameter-parameter iklim lainnya, seperti lama penyinaran matahari (derajat keawanan) dan suhu, yang diketahui sangat mempengaruhi kehidupan karang di daerah studi.

Tabel 1. Jumlah curah hujan di daerah studi, Bontang, 1999-2003

Jumlah Curah Hujan (mm)						
Tahun	1999	2000	2001	2002	2003	Rerata
Januari	223	248	180	201	156	202
Februari	174	190	415	23	61	173
Maret	227	200	239	143	44	171
April	151	194	372	97	210	205
Mai	59	113	120	318	195	161
Juni	120	198	122	183	53	135
Juli	158	72	128	0.9	80	98
Agustus	128	115	39	61	146	98
September	123	142	112	3	90	99
Oktober	84	175	179	75	416	186
Nopember	129	285	178	130	135	171
Desember	80	175	234	102	215	161



Gambar 2. Jumlah curah hujan bulanan di daerah studi

Tingginya curah hujan memungkinkan terjadinya pengenceran air laut yang mengakibatkan turunnya salinitas di daerah studi. Salinitas air laut di daerah studi tercatat berkisar antara 29,5-32,80‰⁽¹¹⁾. Namun demikian ada kemungkinan salinitas ini bisa lebih rendah daripada 29.5‰, karena penguran tidak dilakukan secara terus menerus. Demikian pula banyaknya curah hujan akan berpengaruh pada besarnya larian air permukaan (*runoff*). Sehingga sedimentasi diperkirakan juga akan tinggi di daerah studi. Hal ini terlihat dari warna air yang kecoklatan, di daerah dekat pantai ketika habis hujan deras. Lebih lanjut dilaporkan bahwa padatan tersuspensi tercatat mencapai lebih dari

50 mg/l, terutama ketika habis hujan deras, padahal normalnya hanya sekitar 5-10 mg/l⁽¹¹⁾. Selain itu, kecerahan air laut tercatat kurang dari 3 m setelah hujan, sedangkan normalnya sekitar 5-7 m. Berkurangnya nilai parameter-parameter ini, yaitu berkurangnya nilai salinitas dan tingginya nilai sedimentasi (padatan tersuspensi), serta kecerahan air laut diperkirakan akan mempengaruhi kehidupan organisme di daerah studi, termasuk terumbu karang. Walaupun beberapa karang dapat tahan pada salinitas rendah, akan tetapi untuk jangka waktu ekspose yang terlampaui lama mereka akan mati^(2,13). Demikian pula, walaupun beberapa karang bisa bertahan pada sedimentasi yang tinggi, namun

laju pertumbuhan karang akan sangat lambat. Karena adanya penggunaan energi ekstra yang seharusnya digunakan untuk tumbuh, tetapi digunakan untuk menghalau sedimen^(2,14,15).

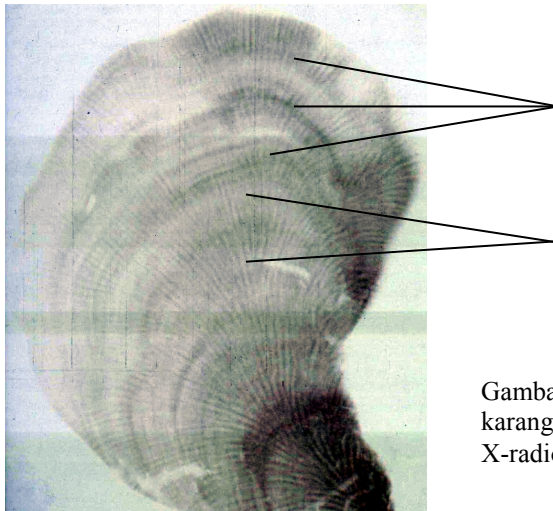
Rata-rata suhu air laut berkisar 25-29°C di daerah studi, adalah layak untuk kehidupan karang. Dengan perkecualian, suhu air laut mencapai sekitar 39-42°C di daerah sekitar pembuangan sistem pendingin PT. Pupuk Kaltim Tbk. Menurut beberapa pakar diantaranya Neudecker (1981) dan Supriharyono (1996), kisaran suhu tersebut merupakan suhu yang mematikan (death point) bagi kebanyakan organisme air laut, termasuk karang. Walaupun begitu, diduga kondisi ini tidak berpengaruh terhadap terumbu karang di daerah studi, mengingat jaraknya yang cukup jauh dari lokasi studi^(2,16).

Seperti diinformasikan sebelumnya bahwa selain jumlah curah hujan dan suhu air, lama penyinaran matahari juga merupakan faktor

yang penting untuk pertumbuhan karang. Walaupun data ini tidak ada di stasiun klimatologi Bontang, namun berdasarkan kondisi cuaca selama studi diperkirakan lama penyinaran relatif rendah di lokasi studi, yaitu < 5 jam/8 jam dalam sehari (pengamatan 08.00 - 16.00). Hal ini terjadi karena selama studi (pengamatan dilakukan) cuaca sangat berawan (mendung), dan itu terjadi hampir setiap hari.

2. Pola Pertumbuhan Karang

Hasil X-ray radiography menampakkan adanya pola pertumbuhan (banding patterns) yang jelas pada spesimen karang *Porites lutea*. Pertumbuhan karang terlihat sebagai bentuk produksi kapur (CaCO_3). Densitas kapur tersebut di film X-ray terlihat sebagai garis gelap atau sabuk tebal (*high density bands*) dan garis terang atau tipis (*low density bands*) pada setiap koloni karang (Gambar 3).



Gambar 3. Pola pertumbuhan (*Density banding pattern*) karang massive dari lokasi studi *Porites lutea*, revealed by X-radiograph

Pada umumnya sabuk tebal atau HD (*high density*) bands, merupakan kapur atau CaCO_3 yang diproduksi selama musim penghujan^(1,2,17). Untuk perairan pantai utara Jawa Tengah, Menurut Supriharyono (1986) HD bands diproduksi sekitar bulan Nopember and Maret, ketika jumlah curah hujan dan sedimentasi sangat tinggi dan lama penyinaran matahari sangat rendah. Sedangkan sabuk tipis atau LD (*low density*) bands dideposit selama musim kemarau, yaitu sekitar April and Oktober. Pada saat itu jumlah curah hujan dan sedimentasi sangat rendah, sebaliknya lama penyinaran matahari sangat tinggi.

Walaupun demikian ada beberapa peneliti, seperti^(18,19,20), juga mendapatkan bahwa

HD bands juga diproduksi selama musim kemarau (panas). Berkaitan dengan hal ini, Highsmith (1979) menyatakan bahwa yang menentukan padat tidaknya densitas karang adalah keberadaan cahaya dan suhu air permukaan. Lebih lanjut dikemukakan bahwa HD bands bisa terbentuk, baik ketika suhu tinggi maupun rendah. Demikian pula HD bands bisa terbentuk ketika pencahayaan tinggi maupun rendah. Sedangkan LD bands umumnya terbentuk pada suhu medium, 24°C - 29°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa HD bands terbentuk sebagai respons dari berbagai faktor lingkungan, akan tetapi LD bands hanya dihasilkan selama periode dimana pencahayaan cukup tinggi dan kisaran suhu yang sempit. Berbeda dengan pertumbuhan karang di Eastern

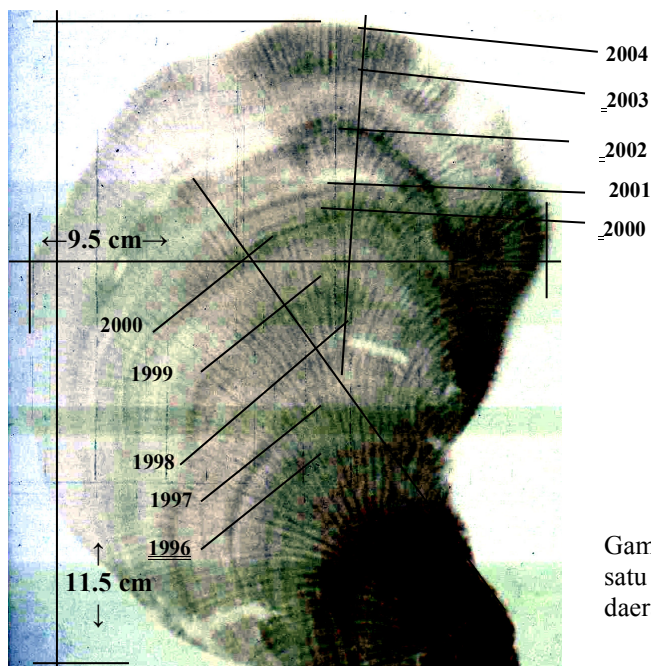
Pengaruh Industri Pt.

Pacific (Panama), mendapatkan bahwa variasi cahaya justru lebih penting pengaruhnya daripada suhu terhadap perubahan densitas karang di daerah tersebut^(21,22). Lebih lanjut Wellington dan Glynn (1983) menyimpulkan bahwa formasi HD bands sangat bergantung pada level cahaya yang rendah.

Hasil penelitian di daerah studi menunjukkan bahwa karang *Porites lutea* memproduksi HD bands pada bulan-bulan yang tercatat sebagai musim kemarau dan musim penghujan. Di samping itu, dalam satu tahun terlihat ada tiga HD bands, yang mana satu HD band terlihat lebih lebar dibandingkan dua lainnya dan tiga LD bands. Menurut Supriharyono (1986), hal ini juga dijumpai pada hasil X-ray karang yang diambil dari Pantai Bandengan, Jepara (Jawa Tengah)⁽²⁾. Lebih lanjut dilaporkan bahwa HD bands yang lebar tersebut merupakan produksi pada musim penghujan, sedangkan dua HD bands lainnya, merupakan stress bands atau produksi pada masa transisi (musim pancaroba). Namun

kondisi ini, mungkin tidak sepenuhnya benar, diperkirakan HD band lebar merupakan hasil atau produksi “*strees band*” akibat kondisi lingkungan yang paling jelek, sedangkan dua HD bands yang lain, merupakan produksi pada bulan-bulan jelek (curah hujan tinggi lainnya). Hal ini mengingat musim penghujan terjadi sepanjang tahun di daerah studi. Pada Gambar 4 dapat dilihat profil contoh spesimen pertumbuhan karang di daerah studi. Pada gambar tersebut terlihat adanya garis tebal (HD) dan tipis (LD) dalam satu tahun pertumbuhan.

Kondisi pertumbuhan dengan HD bands yang lebih dari satu tersebut tampaknya tidak hanya terjadi di daerah studi dan perairan pantai utara Jawa Tengah, namun juga terekam di perairan karang di Ko Phuket, Thailand dengan tingkat sedimentasi yang tinggi^(9,10). Hal ini menunjukkan formasi HD bands sangat ditentukan oleh kondisi kecarahan atau kekeruhan perairan.



Gambar 4. Pertumbuhan karang, salah satu spesimen karang, *Porites lutea*, di daerah studi

3. Laju Pertumbuhan Karang

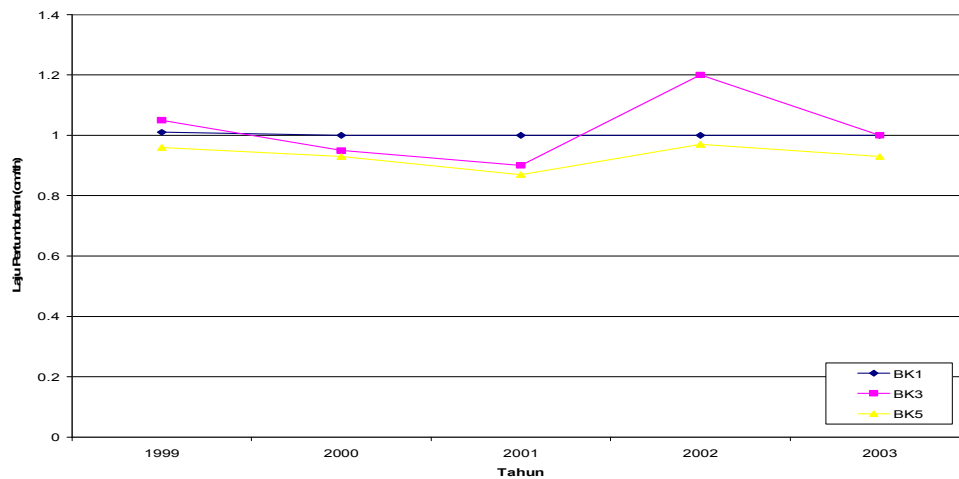
Laju pertumbuhan rata-rata karang, *Porites lutea*, di daerah studi tercatat bervariasi dari minimum 0,92-1,05 cm/tahun, dengan rata-rata sekitar 0,98 cm/tahun (Tabel 2; Gambar 5). Laju pertumbuhan cenderung turun dengan

semakin dalam perairan. Walaupun secara statistik (*analysis of variance*) tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) baik antar stasiun contoh (BK1, BK2, dan BK3), maupun antar kedalaman 1 m, 3 m, dan 5 di masing-masing lokasi atau stasiun contoh.

Tabel 2. Laju pertumbuhan *Porites lutea* (cm) di lokasi studi

Stasiun Contoh	Tahun Pertumbuhan					Rerata
	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	
BK11	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0	0,88
BK21	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,12
BK31	1,1	1,0	1,0			1,03
Rerata	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BK13	-	-	-	-	-	-
BK23	1,0	0,8	1,0			0,93
BK33	1,1	1,1	0,8	1,2	1,1	1,06
Rerata	1,05	0,95	0,90	1,20	1,0	1,02
BK15	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,86
BK25	1,0	1,3	1,0	1,0	1,3	1,12
BK35	1,0	0,8	0,7	1,0	0,6	0,82
Rerata	0,96	0,93	0,87	0,97	0,93	0,93
Rerata Tot	1,00	0,96	0,92	1,05	0,98	0,98

Sumber : Data Primer (2004)



Gambar 5. Fluktuasi laju pertumbuhan linier karang, *Porites lutea*, pada kedalaman yang berbeda di daerah studi

Ketidak adanya perbedaan yang nyata pertumbuhan linier karang antar stasiun di atas menunjukkan bahwa kondisi lingkungan relatif sama antar stasiun, termasuk antar kedalamannya atau berada dalam tingkatan yang layak untuk pertumbuhan karang. Pada Tabel 3 dapat dilihat kondisi lingkungan beberapa parameter lingkungan di daerah studi. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa beberapa meter “kunci” untuk kehidupan karang, seperti salinitas air, padatan tersuspensi, kecerahan air, dan suhu air laut masih

menunjukkan pada tingkatan atau kisaran optimum untuk pertumbuhan karang (Supriharyono, 2000). Di samping itu parameter lainnya, yang merupakan faktor yang mengontrol tinggi-rendahnya beberapa parameter di atas, seperti jumlah curah hujan (salitas) dan lama penyinaran matahari (suhu air) cenderung sama, karena latak stasiun studi yang tidak berbeda jauh. Sehingga kemungkinan pengaruhnya terhadap pertumbuhan karang di stasiun juga sama.

Tabel 3. Kondisi Kualitas Air Laut di Daerah Studi

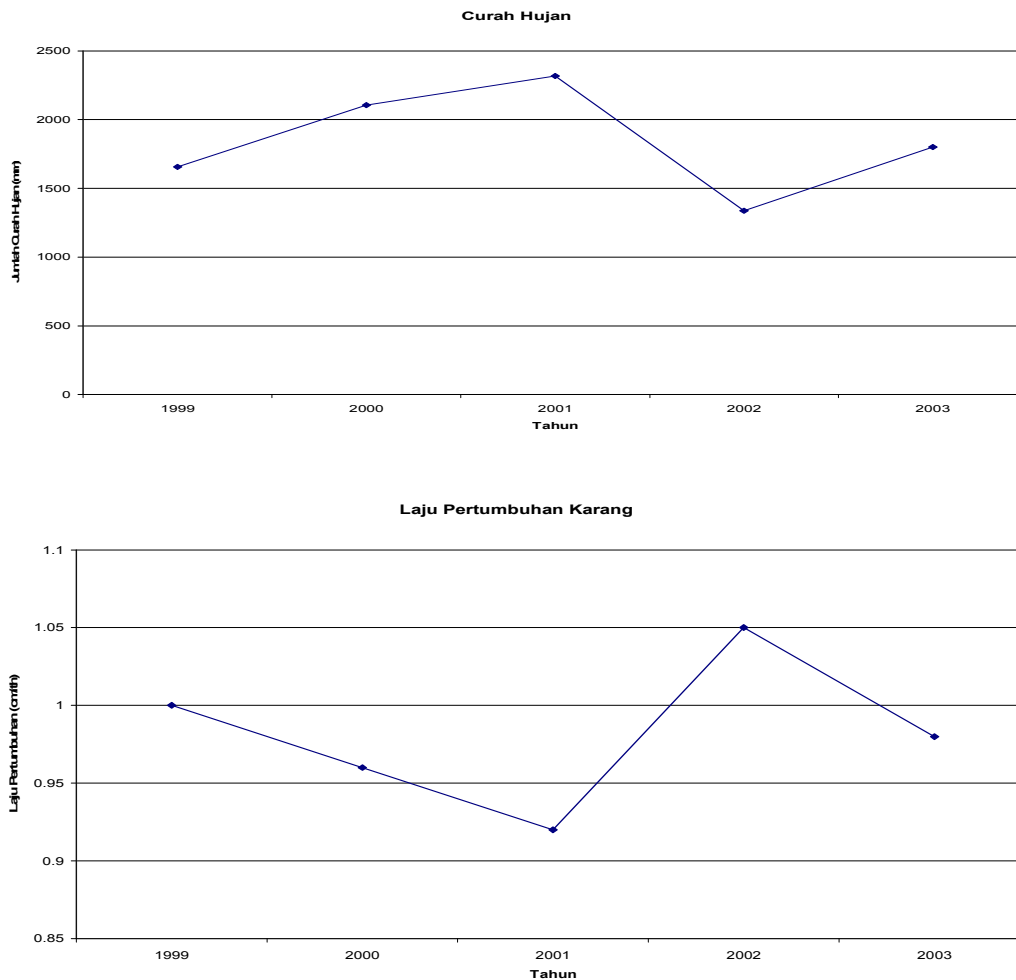
Paramater Lingkungan	Satuan	Kisaran Nilai ¹⁾	Kisaran Optimum Untuk Pertumbuhan Karang ²⁾
Salinitas	‰	29,5-32,80‰	34-36
Padatan tersuspensi	mg/l	5-10 mg/l	< 10 mg/l
Kecerahan air	m	5-7	Sampai dasar
Suhu air	°C	25-29	25-29

Sumber : 1) PKT-PPLH (2001); 2) Supriharyono (2000)

Pengaruh Industri Pt.

Namun demikian, apabila dilihat profil rerata laju pertumbuhan karang dari tahun ke tahun ada indikasi *trend* yang berlawanan dengan jumlah curah hujan tahunan di daerah studi. Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa ketika jumlah curah hujan tahunan naik, maka laju pertumbuhan karang turun, dan sebaliknya. Hubungan kedua variabel tersebut tercatat sangat nyata ($r^2 = 0,94$; $p < 0,01$), dengan persamaan garis, $y = -0,00127x + 1,20328$. Ini berarti bahwa semakin tinggi curah hujan akan semakin rendah laju pertumbuhan karang. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan

merupakan faktor yang dominan menentukan laju pertumbuhan karang di daerah studi. Walaupun di samping itu ada faktor-faktor lainnya, yang mungkin juga ikut menentukan pertumbuhan karang. Berdasarkan hasil kajian Supriharyono mengenai faktor-faktor penentu pertumbuhan karang, di samping jumlah curah hujan, lama penyinaran matahari merupakan faktor lingkungan yang juga dominan menentukan pertumbuhan karang di perairan Indonesia ⁽²⁾.



Gambar 6. Fluktuasi jumlah curah hujan dan pertumbuhan karang di daerah studi

Apabila dilihat laju jumlah hujan tahunan yang berfluktuasi menunjukkan adanya faktor “penyulut” yang juga berfluktuasi di daerah studi. Fluktuasi faktor penyulut atau pengontrol jumlah curah hujan di daerah studi kemungkinan berkaitan dengan produksi “debu” urea, yang lolos ke udara. Mengingat debu urea bisa merupakan inti kondensasi uap air, maka besar kecilnya produksi debu urea, yang dihasilkan sebagai hasil samping industri pupuk, PT. Pupuk

Kaltim Tbk, sangat menentukan besar kecilnya produksi atau jumlah curah hujan di sekitar Bontang, termasuk perairan daerah studi. Namun disayangkan tidak ada data debu urea tahunan yang lolos ke atmosfer, sehingga sulit diketahui pengaruhnya secara pasti. Data yang ada berupa data produksi urea tahunnya, sehingga data ini tidak bisa mencerminkan pengaruhnya secara pasti terhadap curah hujan. Sehingga berdasarkan analisis data menunjukkan bahwa tidak ada

hubungan antara jumlah produksi urea PT Pupuk Kaltim Tbk dengan jumlah curah hujan di daerah

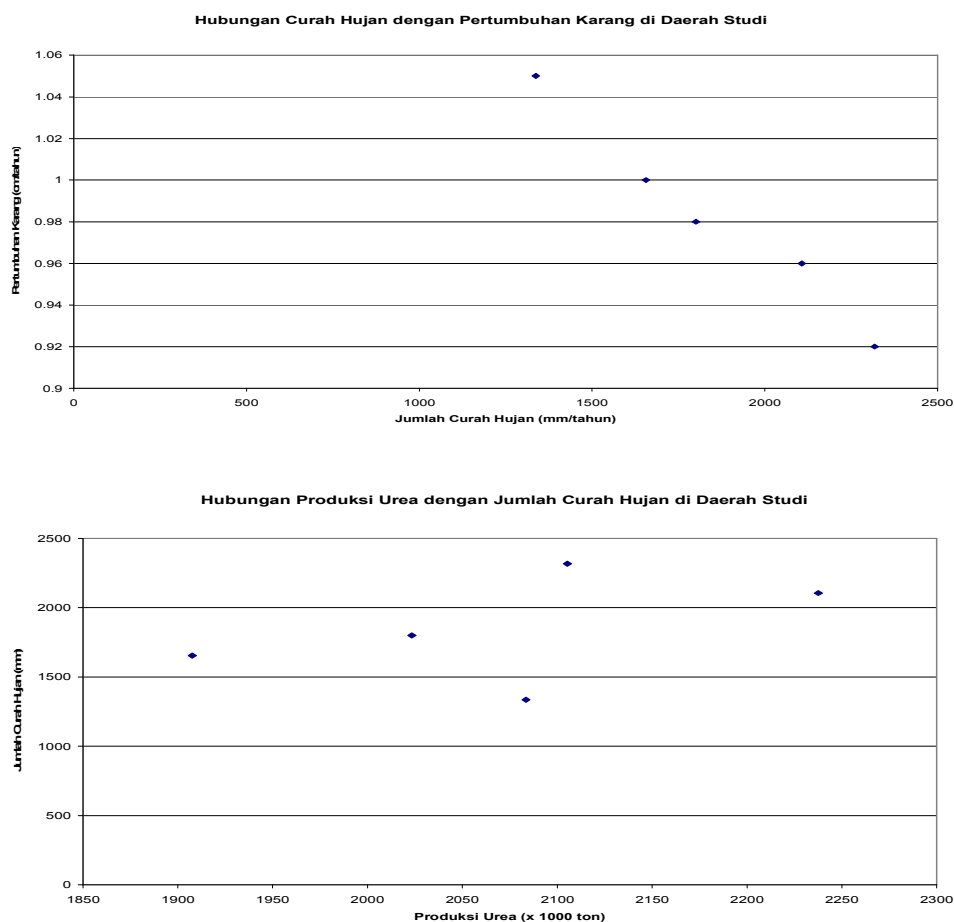
studi ($r^2 = 0,22$; $p < 0,05$). Data hubungan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Tabel 4. Hubungan antara jumlah produksi total urea, jumlah curah hujan dan laju pertumbuhan di daerah studi.

Tahun	Produksi Urea (ton/tahun) ¹⁾	Jumlah Curah Hujan (mm/tahun) ²⁾	Laju Pertumbuhan Karang (cm/tahun)
1999	1.907.551	1.656	1,00
2000	2.237.593	2.107	0,96
2001	2.105.27	2.318	0,92
2002	2.083.587	1.337	1,05
2003	2023.321	1.801	0,98

Keterangan:

- 1) PKT. 2003. Performance Pabrik Amoniak dan Urea Tahun 1991-2003.
- 2) Sasongko *et al* (2004)



Gambar 7. Hubungan antara Jumlah Produksi Urea dengan Jumlah Curah Hujan dan Pertumbuhan Karang di daerah Studi

4. Kesehatan Lingkungan

Seperti diuraikan di atas kemungkinan adanya komponen kimia dalam bentuk debu, terutama urea dan mungkin pula ammonia, yang lolos ke udara selama proses industri, maka hal ini cukup menarik untuk diteliti lebih jauh pengaruhnya terhadap kesehatan lingkungan di sekitarnya, terutama kesehatan masyarakat, hewan ternak,

dan pertanian. Namun yang jelas, berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan penduduk sekitar bahwa tanaman-tanaman mereka tumbuh subur walaupun tanpa dipupuk. Demikian pula produktivitas primer perairan laut di sekitarnya juga dilaporkan cukup tinggi (PKT-PPLH.2001). Hal ini menunjukkan pengaruh “pemupukan” yang tidak disengaja terhadap

Pengaruh Industri Pt.

perairan disekitarnya. Namun satu hal yang perlu diwaspadai, kalau ini berjalan terus, maka tidak menutup kemungkinan terjadinya *blooming* dari phytoplankton, yang mengakibatkan terjadinya eutrofikasi, kondisi lewat subur (depleksi oksigen terlarut pada malam hari). Bagaimana pengaruh debu urea dan/atau ammonia terhadap kesehatan manusia dan hewan di sekitar PT Pupuk Kaltim Tbk, perlu kajian lebih lanjut. Ini sangat bergantung pada "dosis" dan sebaran debu tersebut. Sasongko *et al* (2004) melaporkan bahwa sebaran ammonia tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah kondisi cuaca, arah dan kecepatan angin. Pada kondisi kecepatan angin maksimal sebaran ammonia bisa mencapai jarak lebih dari 7 km, yang berarti termasuk daerah studi, yaitu Bontang Kuala.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Laju pertumbuhan karang di daerah studi berfluktuasi seiring dengan jumlah total curah hujan, yang terjadi hampir sepanjang tahun.
2. Laju pertumbuhan karang rata-rata berfluktuasi dari yang terendah, 0,8 cm/th sampai tertinggi 1,2 cm/th. Tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0,05$), baik antar kedalaman maupun lokasi studi.
3. Debu urea hasil produksi dari PT Pupuk Kaltim Tbk, menjadi mensuplai atau penyedia inti kondensasi uap air di sekitarnya, sehingga menyebabkan sering atau tidak menentunya hujan di daerah studi. Namun jumlah total produksi urea ini tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah curah hujan ($p > 0,05$).
4. Jumlah curah hujan berpengaruh sangat nyata terhadap laju pertumbuhan karang ($p < 0,01$).

Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang pengaruh debu urea dan/atau ammonia terhadap deposisi nitrogen di kerangka karang.

Berkembang dari hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, yaitu pengaruh "debu" urea dan/atau ammonia terhadap kesehatan lingkungan di sekitar pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hudson, J.H., E.A. Shinn, R.B. Halley, and B. Lidz. 1976. Sclerochronology: A tool for interpreting past environments. *Geology*, 4: 361-364.
2. Supriharyono. 1986. The effects of sedimentation on a fringing reef in north central Java, Indonesia. PhD Thesis, Department of Zoology, University of Newcastle upon Tyne, UK.
3. Supriharyono. 1987. Growth rate of coral species, *Porites lutea*, at the west coast of Nusa Kambangan Island, Cilacap, South Central Java, Indonesia. Research Institute, Diponegoro University, Semarang.
4. Chappell, J. 1980. Coral morphology, diversity and reef growth. *Nature*, London, 286: 249-252.
5. Hudson, J.H., E.A. Shinn, and D.M. Robbin. 1982. Effects of offshore oil drilling on Philippine reef corals. *Bull. Mar. Sci.*, 32: 890-908.
6. Isdale, P. 1984. Fluorescent bands in massive corals record centuries of coastal rainfall. *Nature*, London, 310: 578-579.
7. Boto, K. and P. Isdale. 1985. Fluorescent bands in massive corals results from terrestrial fulvic acid inputs to nearshore zone. *Nature*, London, 315: 396-397.
8. Supriharyono. 1998. Skeletal banding pattern and growth rates of the massive corals, *Porites lutea* Edward and Haime on the north coast of Central Java, Indonesia. *Jour. Coastal Development*, 2 (1): 307-317.
9. Charuchinda, M. and H. Chansang. 1985. Skeleton extension and banding formation of *Porites lutea* of fringing reefs along the south and west coasts of Phuket Island (Thailand). *Proc. 5th. Int. Coral Reef Cong.*, tahiti, 6: 83-87.
10. Brown, B.E., M.D. Le Tissier, L.S. Howard, M. Charuchinda, and J.A. Jacson. 1986. Asynchronous deposition of dense skeletal bands in *Porites lutea*. *Mar. Biol.* 92: 83-89.
11. PKT-PPLH.2001. Studi pemetaan kondisi biota laut di perairan pesisir dan laut dekatar PT Pupuk Kaltim, Kota Bontang, Propinsi Kalimantan Timur. Kerjasama antara PT Pupuk Kaltim Tbk dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian, Universitas Diponegoro.
12. Sasongko dan Rahmat. 2004. Pemetaan sebaran amodia dan debu ure di udara sekitar PT Pupuk Kaltim, Kota Bontang, Propinsi Kalimantan Timur. Kerjasama antara PT Pupuk Kaltim Tbk dengan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian, Universitas Diponegoro.
13. Haryadi, S. 2004. pengaruh berbagai tingkat salinitas terhadap bleaching pada karang *Galaxea*. Skripsi Strata 1, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
14. Hubbard, J.A.E.B. and Y.P. Pocock. 1972. Sediment rejection by recent scleractinian corals a key to paleo-environmental reconstruction. *Geol. Rund.* 61: 598-626.

15. Pastorok, R.A. and G.R. Bilyard. 1985. Effects of sewage pollution on coral reef communities. *Mar. Biol. Prog. Ser.*, 21: 175-189.
16. Neudecker, S. 1981. Growth and survival of scleractinian corals exposed to thermal effluents at Guam. *Proc. 4th. Int. Coral Reef Symp., manila*, 1: 173-180.
17. Dodge, R.E. and J. Thomson. 1974. The natural radiochemical and growth records in contemporary hermatypic corals from the Atlantic and Caribbean. *Eart and Planet. Sci. Lett.*, 23: 313-322.
18. MacIntyre, I.G. and S.V. Smith. 1974. X-radiographic studies of skeletal development in coral colonies. *Proc. 2nd. Int. Symp. Coral Reefs, Great barrier Reef Comn., Brisbane*, 2: 277-287.
19. Weber, J.N., E.W. White, and P.H. Weber. 1975a. Correlation of density banding in reef coral skeletons with environmental parameters : the basis for interpretation of chronological records preserved in the corolla of corals. *Paleobiology*, 1: 137-149.
20. Weber, J.N., P. Deines, E.W. White, and P.H. Weber. 1975b. Seasonal high and low density bands in reef coral skeletons. *Nature, London*, 255: 697-698.
21. Highsmith, R.C. 1979. Coral growth rates and environmental control of density banding. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 37: 105-125.
22. Wellington, G.M. and P.W. Glynn. 1983. Environmental influences on skeletal banding in Eastern Pacific (Panama) corals. *Coral Reefs*, 1: 215-222.
23. Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. PT. Penerbit Jambatan, Jakarta.