

KAJIAN KONDISI TERUMBU KARANG DAN KAITANNYA DENGAN PROSES EUTROFIKASI DI KEPULAUAN SERIBU¹

(Studies of the condition of coral reef and its relationship with eutrophication process in Kepulauan Seribu)

Achmad Djaelani², Ario Damar³, Santoso Rahardjo³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi terumbu karang dan keterkaitannya dengan proses eutrofikasi dimana P. Belanda dan P. Untung Jawa dipilih sebagai studi kasus pada bulan April sampai Juni 2009. Metode foto transek kuadrat digunakan untuk pengambilan data kondisi terumbu karang. Pengukuran parameter kualitas perairan seperti suhu, kecepatan arus, dan kecerahan dilakukan secara *in-situ*, sedangkan parameter lainnya seperti salinitas, pH, kekeruhan, ortofosfat (PO₄), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), dan amonia (NH₃) dianalisis di laboratorium (*ex-situ*). *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk melihat parameter-parameter yang paling berpengaruh pada setiap stasiun pengamatan. Analisis Regresi Linear digunakan untuk melihat hubungan antara tutupan makroalga dengan parameter kualitas air serta hubungan antara tutupan makroalga dengan tutupan karang hidup.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase tutupan karang hidup di P. Belanda berada dalam kategori "sedang" dengan persentase tutupan sebesar 27,90%, sedangkan di P. Untung Jawa berada dalam kategori "rusak" dengan persentase tutupan sebesar 0,21%. Ada perbedaan tingkat kesuburan perairan antara lokasi P. Belanda dan P. Untung Jawa, dimana P. Untung Jawa memiliki kondisi perairan dengan kategori sangat subur (*eutrofikasi*) berdasarkan pada tingginya kandungan fosfat dan persentase tutupan makroalga yang tinggi. Faktor nutrisi mempunyai pengaruh cukup besar terhadap persentase tutupan makroalga yang cukup berpengaruh terhadap persentase tutupan karang hidup.

Kata kunci: eutrofikasi, kualitas perairan, terumbu karang, strategi pengelolaan

ABSTRACT

This study aims to identify the condition of coral reefs and its relationship to the eutrophication process. Research conducted in the Belanda Island and the Untungjawa Island on April to June 2009. Quadratic transect photo was used to observe the condition of coral reefs. Data acquisition parameters waters (temperature, current velocity, and brightness) is done by *in-situ* and taking water samples (salinity, pH, turbidity, orthophosphate (PO₄), nitrite (NO₂), nitrate (NO₃), and ammonia (NH₃) for further analysis in the laboratory. Analysis carried out by *Principal Component Analysis* (PCA) to see which parameters most influence on each observation station. Linear regression analysis was used to see the relationship between macroalgae cover with water quality parameters and the relationship between macroalgae cover with live coral cover.

The results showed that the percentage of live coral cover on the Belanda Island categorized as moderate level with percentage of 27.90%, while on the Untungjawa Island categorized as damaged level with percentage of 0.21%. There are differences in water quality between the location of the Belanda Island and the Untungjawa Island. Untungjawa Island has a condition which is very fertile waters (*eutrophication*) based on phosphate content and high percentage of macroalgae cover. Nutrient factors have a significant influence on the percentage cover macroalgae affect enough percentage of live coral cover.

Key words: coral reefs, eutrophication, management strategy, water quality

PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang mempunyai fungsi yang sangat penting sebagai tempat memijah, mencari makan, daerah asuhan bagi biota laut, dan sebagai sumber plasma nutfah.

Terumbu karang juga merupakan sumber makanan dan bahan baku substansi bioaktif yang berguna dalam farmasi dan kedokteran. Selain itu, terumbu karang juga mempunyai fungsi yang tidak kalah penting sebagai pelindung pantai dari degradasi dan abrasi (Dahuri 2000).

Perairan Teluk Jakarta selalu menerima limbah organik hasil aktivitas belasan juta

¹ Diterima 8 Maret 2009/Disetujui 20 Desember 2009.

² Direktorat Tata Ruang Laut, Pesisir, dan Pulau-pulau Kecil (KP3K), Kementerian Kelautan dan Perikanan.

³ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

manusia di kawasan Jabotabek yang menyebabkan pencemaran perairan dan mempengaruhi degradasi ekosistem terumbu karang di Kepulauan Seribu.

Efek lain dari masuknya limbah organik dari daratan ke Teluk Jakarta membuat perairan ini menjadi demikian subur, bahkan kelewat subur. Menurut Damar (2006), perairan Teluk Jakarta dapat dikelompokkan ke dalam tiga tingkat kesuburan perairan, yaitu: (1) *Hyper-eutrophic*, yaitu perairan dengan tingkat kesuburan sangat tinggi; (2) *Eutrophic*, yaitu perairan dengan tingkat kesuburan yang tinggi; dan (3) *Mesotrophic*, yaitu perairan dengan tingkat kesuburan sedang. Perairan Teluk Jakarta didominasi oleh tingkat kesuburan *eutrophic* (perairan dengan kesuburan tinggi). Secara spasial, kelas *hyper-eutrophic* berada di sekitar muara sungai dan sepanjang pantai Teluk Jakarta, yang secara intensif menerima masukan langsung air sungai dari daratan.

Perairan ini adalah perairan yang sangat subur, diindikasikan oleh tingginya nilai kandungan unsur hara, utamanya nitrogen, fosfat, dan silikat. Sementara itu, sisi negatif dari tingginya tingkat kesuburan perairan Teluk Jakarta, antara lain, adalah berupa timbulnya kejadian *blooming* fitoplankton yang rutin terjadi di kawasan ini. Selain dapat menimbulkan kematian massal ikan melalui berkurangnya nilai oksigen terlarut, *blooming* fitoplankton ini juga dapat mengganggu kawasan wisata bahari melalui penurunan nilai estetika perairan. Diperkirakan, massa air kaya nutrisi dari Teluk Jakarta dapat memasuki perairan *oligotrophic* Kepulauan Seribu dan dapat menimbulkan terjadinya ekspansi makroalga di kawasan terumbu karang tersebut. Tumbuhnya makroalga secara berlebihan di kawasan terumbu karang merupakan salah satu ancaman serius bagi pertumbuhan hewan karang.

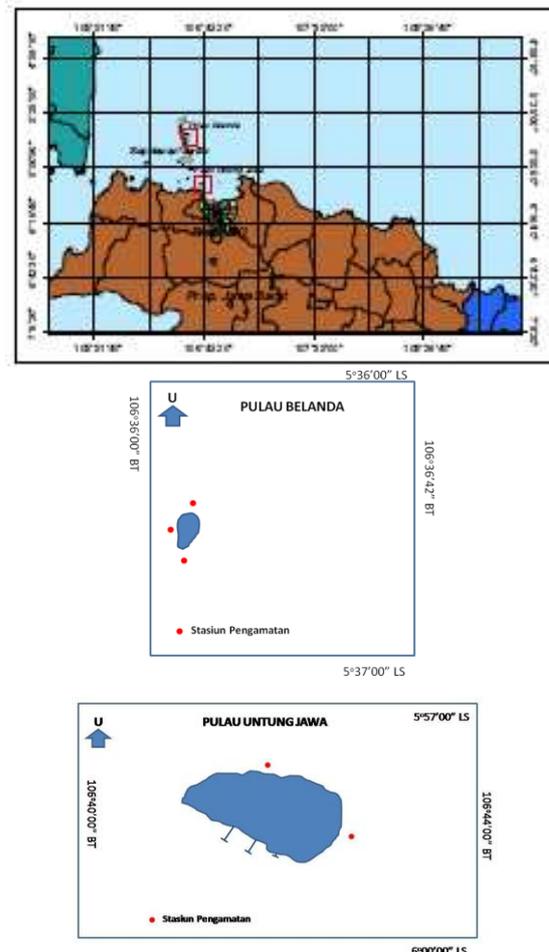
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi terumbu karang dan keterkaitannya dengan proses eutrofikasi akibat pengaruh pencemaran di Teluk Jakarta dan memberikan rekomendasi bagi pengelolaan ekosistem terumbu karang untuk meng-

tisipasi tingginya tingkat eutrofikasi di Teluk Jakarta.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Studi

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2009 di perairan P. Untung Jawa dan P. Belanda. P. Untung Jawa dianggap sebagai perairan dengan tingkat pencemaran yang tinggi karena merupakan zona pemukiman dan sangat dekat dengan daratan Jakarta, sedangkan P. Belanda dianggap sebagai perairan dengan tingkat pencemaran yang lebih rendah karena merupakan zona inti dan letaknya yang lebih jauh dari daratan Jakarta (**Gambar 1**).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan titik pengamatan di Kepulauan Seribu.

Metode Survei

Pengambilan data parameter kualitas perairan (parameter fisika dan kimia) dilakukan secara *in-situ* (suhu, kecepatan arus, dan kecerahan) dan pengambilan sampel air (salinitas, pH, kekeruhan, ortofosfat (PO_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), dan amonia (NH_4) untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium. Sampel air laut diambil di bagian dasar tempat dilakukannya identifikasi terumbu karang.

Data tutupan substrat dasar terumbu karang diambil dengan metode foto transek kuadrat sepanjang 50 m mengikuti garis pantai dengan pengulangan sebanyak 20 kali, masing-masing pada kedalaman 0–5 m dan 5–10 m. Kemudian foto tersebut dianalisis dengan perangkat lunak *Coral Point Count with Excell Extension* (CPCe) yang dikembangkan oleh Koehler & Gill (2006) untuk mendapatkan data mengenai persentase tutupan substrat dasar.

Analisis Data

Kondisi terumbu karang dianalisis melalui pendekatan persentase penutupan karang hidup di ekosistem terumbu karang sebagaimana yang dijelaskan oleh Gomez & Yap (1988) in English *et al.* (1994). Analisis kualitas perairan dilakukan secara deskriptif dengan cara membandingkan nilai dari masing-masing parameter fisika dan kimia air dengan literatur (baku mutu kualitas air) untuk melihat kondisi kualitas perairan.

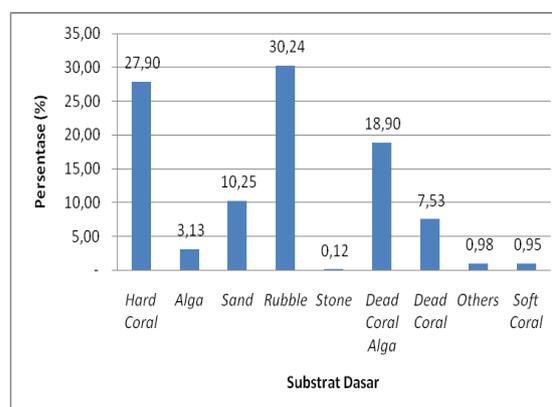
Distribusi variabel parameter lingkungan dalam hubungannya dengan kondisi masing-masing stasiun dianalisis menggunakan analisis *Principal Component Analysis* (PCA) untuk melihat parameter-parameter yang paling berpengaruh. Dalam melihat hubungan antara tutupan makroalga dengan parameter kualitas air digunakan analisis regresi berganda secara bertahap. Perhitungan statistik dibantu oleh program lunak *SPSS ver 13.0*.

Analisis pengelolaan ekosistem terumbu karang yang mengalami degradasi dilakukan melalui pendekatan ekologis dengan memilih strategi yang tepat untuk dikembangkan, baik faktor lingkungan, faktor manusia, atau faktor kelembagaan pengelolaan.

HASIL PENELITIAN

Kondisi Terumbu Karang

Hasil pengamatan kondisi terumbu karang di P. Belanda menunjukkan bahwa persentase rata-rata tutupan karang keras (*hard coral*) adalah sebesar 27,90%, kemudian patahan karang (*rubble*) sebesar 30,24%, dan karang mati yang telah ditutupi alga (*dead coral alga*) sebesar 18,90%, karang mati (7,53%), pasir (10,25%), batu (0,12%), biotik lain (*others*) (0,98%), alga (3,13%), dan non karang keras (*soft coral*) sebesar 0,94%. Hasil ini diperlihatkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Persentase rata-rata tutupan komponen terumbu karang di Pulau Belanda

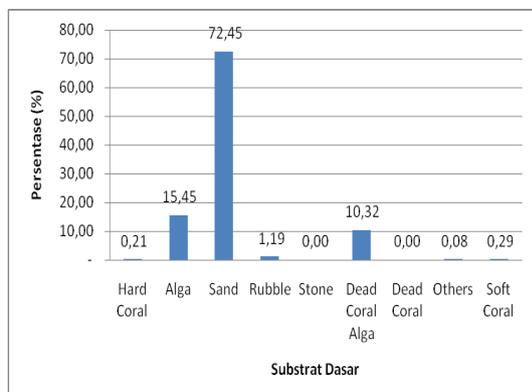
Kondisi terumbu karang di P. Belanda berada dalam kategori "sedang". Kondisi ini pada dasarnya cukup ironis karena mengacu kepada fungsi Pulau Belanda sebagai zona inti. Seharusnya kondisi tutupan karang keras di Pulau Belanda jauh lebih baik dari kondisi sekarang. Melihat pada besarnya persentase patahan karang (*rubble*) dan karang mati, dapat diduga bahwa daerah ini telah mengalami banyak tekanan alami maupun antropogenik yang menimbulkan degradasi kondisi terumbu karang. Cesar (2000) melaporkan bahwa telah terjadi praktek penangkapan ikan besar-besaran dengan bahan peledak sianida di Indonesia, salah satunya di Kepulauan Seribu.

Sedangkan menurut Aktani (2003), sejak tahun 1970-1995 penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak telah dilakukan sehingga banyak menyebabkan kerusakan ekosistem terumbu karang. Jika melihat kepada fungsinya sebagai zona inti, seharusnya

kondisi tutupan karang lebih baik. Hal ini juga mengindikasikan kurangnya pengawasan dalam pengelolaan kawasan terumbu karang. Dilihat dari bentuk pertumbuhannya (*lifeform*), karang *branching* paling banyak ditemukan di Pulau Belanda dengan persentase penutupan rata-rata sebesar 12,19%, kemudian diikuti dengan karang *massive* (4,74%), *encrusting* (4,25%), dan *foliose* (3,74). Ditemukan pula bahwa karang *mushroom* merupakan *lifeform* karang yang paling sedikit tutupannya, yakni rata-rata sebesar 3,18%.

Bentuk pertumbuhan karang *tabulate* tidak ditemukan di lokasi pengamatan. Sedangkan dilihat dari jumlah genus yang teramati, ditemukan jumlah genus karang sebanyak 13 genus dimana *Acropora* merupakan genus yang paling dominan dengan persentase tutupan rata-rata sebesar 11,48% dan *Monti-pora* (10,66%). *Goniopora* merupakan genus yang persentase rata-rata tutupannya paling rendah, yaitu 0,03% dari rata-rata tutupan karang keras di Pulau Belanda.

Hasil pengamatan kondisi terumbu karang di P. Untung Jawa menunjukkan bahwa persentase rata-rata tutupan karang keras (*hard coral*) hampir tidak ada karena hanya sebesar 0,21% dengan sedikit patahan karang (*rubble*) sebesar 1,19%, biotik lain (*others*) (0,08%), dan karang lunak (*soft coral*) sebesar 0,29%. Dominasi terbesar terdiri atas pasir (72,45%), alga (15,45%) dan karang mati yang telah ditupi alga (*dead coral alga*) sebesar 10,32%. Hasil ini diperlihatkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Persentase rata-rata tutupan komponen terumbu karang di Pulau Untung Jawa

Kondisi terumbu karang di P. Untung Jawa berada dalam kategori "rusak". Besarnya persentase pasir dan makroalga mengindikasikan daerah ini telah mengalami banyak tekanan baik antropogenik maupun alami yang menimbulkan degradasi kondisi terumbu karang. Dapat diduga bahwa faktor utama penyebabnya adalah lingkungan perairan yang sangat tidak mendukung akibat tingginya beban pencemaran dari aktivitas daratan yang membuang limbahnya ke Teluk Jakarta.

Dilihat dari bentuk pertumbuhannya (*lifeform*), hanya ditemukan karang dengan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) *massive* sebesar 0,20% dan *foliose* sebesar 0,01%. Bentuk pertumbuhan lainnya tidak ditemukan di lokasi pengamatan. Jumlah genus yang teramati adalah sebanyak 5 genus dan *Heliofungia* merupakan genus yang paling dominan dengan persentase tutupan rata-rata sebesar 0,094% dan *Goniopora* (0,047%). Genus lain yang ditemukan antara lain *Coelosoris*, *Diploria* dan *Porites* dengan persentase rata-rata tutupannya sebesar 0,028%.

Kondisi Makroalga

Hasil pengamatan kondisi makroalga menunjukkan komposisi dengan perbedaan yang nyata antar stasiun dan antar variabel kelompok makroalga. Makroalga dibagi menjadi 3 kelompok fungsi, yaitu *turf algae* (TA), *fleshy algae* (FA), dan *crustose algae* (CA).

Kelompok makroalga yang memiliki tutupan tertinggi adalah *turf algae* (TA) dan *fleshy algae* (FA) yang berada pada stasiun pengamatan P. Untung Jawa dengan persentase rata-rata tutupan sebesar 13,41% dan 2,63%. Di stasiun P. Belanda ditemukan makroalga dengan persentase rata-rata tutupan 1,93% (TA), 0,94% (FA), dan 0,27% (CA).

Besarnya persentase tutupan makroalga di lokasi P. Untung Jawa diperkirakan akibat tingginya kadar nutrien yang mempengaruhi pertumbuhan alga. Kondisi perairannya yang keruh juga menyebabkan rendahnya jumlah kelimpahan ikan herbivor sebagai pemakan alga karena ikan herbivor tidak menyukai habitat tersebut sebagai tempat tinggal.

Kondisi Fisika dan Kimia Perairan

Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia perairan yang dilakukan sebanyak tiga kali dengan selang waktu dua minggu, yaitu pada minggu ke-2 bulan Juni 2009, minggu ke-4 bulan Juni 2009, dan minggu ke-2 bulan Juli 2009 ditunjukkan dalam **Tabel 1**.

Suhu di lokasi penelitian masih tergolong normal untuk kehidupan biota laut khususnya fitoplankton. Salinitas pada lokasi penelitian menunjukkan nilai yang relatif homogen dengan kisaran nilai antara 30–33‰ dengan nilai salinitas terendah terdapat di Utara Untung Jawa. Nilai salinitas di lokasi penelitian masih dalam kategori normal untuk kehidupan biota laut. Kecerahan di Utara dan Timur Untung Jawa (sebesar 3,33 dan 3,67) lebih rendah dibandingkan dengan stasiun Pulau Belanda sebesar 5,67 s.d 6,5. Tingginya nilai kecerahan pada stasiun Pulau Belanda dikarenakan perairan tanpa aktivitas sehingga sedikit mendapat masukan bahan organik, sedangkan rendahnya kecerahan pada stasiun Pulau Untung Jawa diduga karena adanya masukan limbah organik dari aktivitas manusia.

Nilai kekeruhan yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 0,40-0,85 NTU dan termasuk dalam kategori normal untuk kehidupan biota laut. Kecepatan arus pada setiap stasiun umumnya tidak jauh berbeda dengan kisaran 0,08–0,13 m/s. Rata-rata pH di semua stasiun pengamatan relatif sama berkisar antara 7,93-8,09. Nilai pH tersebut masih dapat ditolerir untuk pertumbuhan biota khususnya plankton. Konsentrasi nitrat selama penelitian nilainya berkisar antara 0,06–0,1 mg/l.

Berdasarkan kandungan nitrat maka tingkat kesuburan perairan di Pulau Belanda dan Pulau Untung Jawa termasuk kategori perairan oligotrofik (Vollenweider 1968 *in* Retnani 2001). Konsentrasi nitrit selama pengamatan berkisar antara 0,001-0,006 mg/l. Secara umum dapat dikatakan bahwa perairan masih aman untuk kehidupan organisme karena kadarnya masih kurang dari 0,05 mg/l. Konsentrasi amonia selama pengamatan berkisar antara 0,067-0,185 mg/l. Secara umum dapat dikatakan bahwa perairan masih

aman untuk kehidupan organisme karena kadarnya masih kurang dari 0,2 mg/l. Nilai ortofosfat rata-rata berkisar antara 0,024–0,041 mg/l. Berdasarkan kandungan ortofosfat maka tingkat kesuburan perairan di Utara dan Timur Untung Jawa termasuk kategori perairan eutrofik. Sedangkan di Utara, Selatan, dan Barat P. Belanda termasuk dalam kategori perairan mesotrofik (Wetzel 1975 *in* Effendi 2003).

Tabel 1. Hasil rata-rata pengukuran parameter fisika dan kimia perairan di semua stasiun pengamatan

Parameter	Stasiun				
	Utara UJW	Timur UJW	Utara BLD	Selatan BLD	Barat BLD
FISIKA					
Suhu (°C)	29.33	29.00	28.67	29.67	29.67
Salinitas (‰)	31.33	31.67	32.00	32.33	32.00
Kecerahan (m)	3.67*	3.33*	6.50	6.00	5.67
Kekeruhan (NTU)	0.85	0.85	0.49	0.43	0.49
Kecepatan Arus (m/s)	0.09	0.08	0.10	0.13	0.09
KIMIA					
pH	8.093	8.090	7.950	8.057	7.927
NO ₃ -N (mg/l)	0.068*	0.073*	0.06*	0.069*	0.095*
NO ₂ -N (mg/l)	0.001	0.001	0.001	0.006	0.001
NH ₃ -N (mg/l)	0.067	0.078	0.185	0.161	0.145
PO ₄ -P (mg/l)	0.041*	0.039*	0.024*	0.026*	0.024*

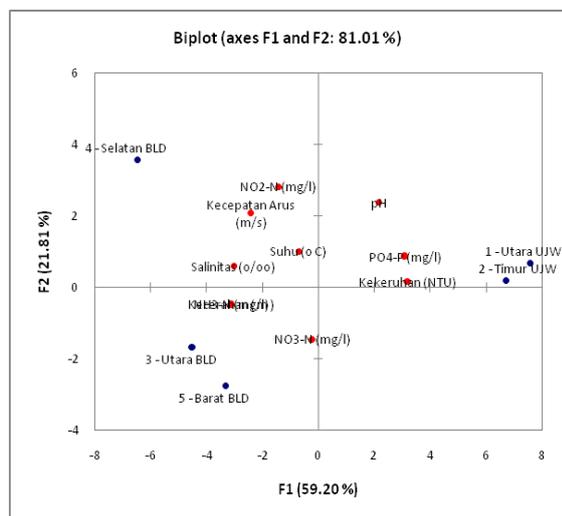
Keterangan: * melewati nilai baku mutu air laut untuk biota laut (KepMen LH No. 51 Tahun 2004)

Pengelompokkan Parameter Kualitas Perairan

Setelah dilakukan Analisis Komponen Utama (PCA) terhadap penyebaran stasiun dan karakteristik kualitas perairan diperoleh 81,01% informasi yang tergambar pada empat sumbu penyusun komponen sebagai kontributor utama. Hasil analisis memperlihatkan bahwa stasiun Utara dan Timur P. Untung Jawa dicirikan oleh karakteristik pH, fosfat, kekeruhan yang tinggi, serta karakteristik kualitas perairan lainnya yang rendah.

Stasiun Selatan Pulau Belanda dicirikan oleh karakteristik suhu, kecepatan arus,

salinitas, dan nitrit yang tinggi. Sedangkan stasiun Utara dan Barat Pulau Belanda dicirikan oleh karakteristik kecerahan, nitrat dan amonia yang tinggi. Kondisi ini diperlihatkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Kelompok masing-masing sumbu faktor utama dengan parameter kualitas air

Hubungan Tutupan Karang Keras dengan Kondisi Makroalga

Hubungan antara persentase tutupan karang keras dan tutupan makroalga dilihat dari model analisis regresi. Dari hasil analisis regresi linear antara persentase tutupan alga dengan tutupan karang keras di stasiun P. Belanda diperoleh model regresi:

$$Y = -3,101x + 37,60$$

($R^2 = 0,409$, $p.sig < 0,05$)

Dari model regresi ini dapat dijelaskan bahwa tutupan makroalga dapat menjelaskan sekitar 40,9% penurunan tutupan karang keras. Namun dilihat dari besarnya nilai $R^2 = 0,409$ yang berarti tingkat hubungan rendah, dapat dijelaskan bahwa ada faktor lain selain tutupan makroalga yang cukup mempengaruhi penurunan tutupan karang keras. Kondisi ini didukung pula oleh kondisi yang menunjukkan bahwa tutupan karang keras di Pulau Belanda didominasi oleh pecahan karang (*rubble*) sebesar 30,24%.

Jika dilihat dari kecenderungannya, terlihat adanya hubungan terbalik antara persen

tutupan karang keras dan makroalga. Jika persen tutupan karang keras menunjukkan penurunan, maka tutupan makroalga cenderung naik dan sebaliknya jika tutupan karang keras naik maka tutupan makroalga cenderung turun.

Hasil analisis regresi linear antara persentase tutupan alga dengan tutupan karang keras di stasiun P. Untung Jawa tidak dapat digunakan karena hasilnya tidak signifikan dimana $p.sig = 0,087 > 0,05$. Hal ini dapat dijelaskan karena kondisi data tutupan karang dan makroalga di P. Untung Jawa yang sangat berbeda dibanding dengan P. Belanda. Di P. Untung Jawa pada kedalaman > 5 m tidak ditemukan karang keras dan makroalga. Kondisi ini diperkirakan karena kondisi perairan yang tidak sesuai untuk pertumbuhan terumbu karang dan pertumbuhan makroalga.

Hubungan Kondisi Makroalga dengan Parameter Perairan

Hubungan antara kondisi makroalga dengan kondisi kualitas perairan dilihat dengan melakukan analisis regresi linear berganda. Analisis regresi linear berganda dilakukan dengan menggunakan variabel tergantung (Y) sebagai persentase tutupan makroalga dan variabel bebas (X) merupakan komponen kualitas perairan yang sangat berpengaruh terhadap alga, yaitu kecerahan (X_1), nitrat (X_2), nitrit (X_3), amonia (X_4), dan fosfat (X_5).

Dengan menggunakan software SPSS ver 13.0 didapat hasil perhitungan bahwa dari 5 variabel bebas yang ada, 4 variabel direduksi dan dikeluarkan dari model sehingga tinggal satu variabel yang terpakai, yaitu fosfat (X_5) sehingga diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$Y = 1278,709 - 28,837 X_5$$

($R^2 = 0,884$ dan $p.sig = 0,06 > 0,05$)

Namun jika dilihat dari nilai $p.sig$ yang $> 0,05$ menunjukkan bahwa model regresi ini tidak signifikan dan tidak bisa digunakan untuk menjelaskan hubungan antar variabel yang ada. Walaupun model regresi ini tidak signifikan, namun dapat menunjukkan bahwa variabel fosfat mempunyai peranan yang cukup besar dengan koefisien determinasi (R^2)

sebesar 0,884 atau 84% sehingga dapat dikatakan bahwa 84% tutupan makroalga dapat dijelaskan oleh variabel X_5 (fosfat), artinya bahwa jika ada penambahan variabel fosfat maka tutupan makroalga akan mengalami peningkatan.

Perbedaan persentase tutupan makroalga di kedua lokasi menunjukkan bahwa distribusi kelimpahan makroalga antar lokasi tidak merata. Besarnya persentase tutupan makroalga di lokasi P. Untung Jawa diduga akibat tingginya kadar nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan alga, terutama fosfat. Kondisi perairannya yang keruh juga menyebabkan rendahnya jumlah kelimpahan ikan herbivor sebagai pemakan alga. Keberadaan makroalga yang cukup tinggi mencerminkan kondisi terumbu karang yang mengalami degradasi.

Ditinjau dari aspek kualitas air, terutama dengan melihat kadar nutrisi utama (nitrat dan fosfat) dapat dijelaskan bahwa berdasarkan kandungan nitrat maka tingkat kesuburan perairan di P. Belanda dan P. Untung Jawa termasuk kategori perairan oligotrofik. Namun, berdasarkan kandungan ortofosfat, tingkat kesuburan perairan di P. Untung Jawa termasuk kategori perairan eutrofik dan P. Belanda termasuk kategori perairan mesotrofik.

Dilihat dari model hubungan antara kondisi makroalga dengan kondisi kualitas air menunjukkan bahwa fosfat menjadi variabel utama yang menyebabkan tingkat eutrofikasi terutama di P. Untung Jawa. Hasil ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil analisis PCA yang menunjukkan bahwa Pulau Untung Jawa membentuk satu kelompok tersendiri karena terdapat kesamaan beberapa parameter, yaitu pH, ortofosfat, dan kekeruhan yang nilainya lebih tinggi dibanding lokasi lainnya.

Melihat kepada kondisi kualitas air dan kondisi makroalga dapat dijelaskan bahwa telah terjadi proses degradasi terumbu karang melalui terjadinya pergeseran keseimbangan (*phase-shift*), dimana suatu terumbu yang tadinya didominasi oleh karang keras (*Scleractinian*) menjadi terumbu yang didominasi oleh makroalga, terutama di P. Untung Jawa. Keberadaan makroalga yang cukup

tinggi mencerminkan kondisi terumbu karang yang telah mengalami degradasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil sebagai hasil dari penelitian antara lain:

- 1) Persentase tutupan karang hidup di P. Belanda berada dalam kategori "sedang" dengan persentase sebesar 27,90%, sedangkan di P. Untung Jawa berada dalam kategori "rusak" dengan persentase sebesar 0,21%.
- 2) Ada perbedaan tingkat kesuburan perairan (eutrofikasi) antara Pulau Belanda dan Pulau Untung Jawa. Pulau Untung Jawa memiliki kondisi perairan yang sangat subur (eutrofikasi) berdasarkan kandungan fosfatnya dan persentase tutupan makroalga yang tinggi.
- 3) Besarnya persentase tutupan makroalga di lokasi P. Untung Jawa diduga akibat tingginya kadar nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan alga, terutama fosfat. Kondisi perairannya yang keruh juga menyebabkan rendahnya jumlah kelimpahan ikan herbivor sebagai pemakan alga. Keberadaan makroalga yang cukup tinggi mencerminkan kondisi terumbu karang yang mengalami degradasi.
- 4) Faktor nutrisi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap persentase tutupan makroalga yang cukup berpengaruh terhadap persentase tutupan karang hidup. Isu lingkungan, terutama parameter kualitas air menjadi isu utama dalam pengelolaan kawasan. Diharapkan para pengelola lebih memperhatikan isu kualitas perairan ini, terutama mengenai masukan nutrisi yang disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia di daratan.

Saran

Saran yang dapat diberikan berkaitan dengan hasil penelitian ini dalam mendukung pengelolaan terumbu karang secara berkelanjutan antara lain:

- 1) Perlunya dilakukan upaya peningkatan persentase tutupan karang, misalnya dengan transplantasi karang atau menyeimbangkan struktur komunitas karang-makroalga di Pulau Belanda.
- 2) Perlunya mengkaji lebih lanjut mengenai bentuk penanganan yang tepat dalam mengembalikan kondisi terumbu karang yang telah terdegradasi di Pulau Untung Jawa. Melihat kepada kondisi lingkungannya, upaya transplantasi belum memungkinkan untuk dilakukan di Pulau Untung Jawa.
- 3) Perlunya dilakukan pengawasan yang ketat terhadap berbagai aktivitas manusia yang mengancam degradasi terumbu karang, terutama di Pulau Belanda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktani U. 2003. **Fish communities as related to substrate characteristics in the coral reefs of Kepulauan Seribu Marine National Park, Indonesia, five years after stopping blast fishing practices.** Dissertation. Bremen University. Germany.
- Bengen D G. 2000. **Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir.** Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Dahuri R. 2000. **Pendayagunaan Sumberdaya Kelautan untuk Kesejahteraan Masyarakat.** LISPI. Jakarta.
- Damar A. 2006. **Teluk Jakarta, tercemar sekaligus subur.** <http://cdc.eng.ui.ac.id/article/articleview/2660/1/25/>
- Diaz PG & McCook L. 2008. **Macroalgae (seaweeds) in China (ed) The State of the Great Barrier Reef On-Line.** Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville. 47 pp.
- Effendi H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.** Yogyakarta. Kanisius.
- English S, Wilkinson C, & Baker V. 1997. **Survey Manual for Tropical Marine Resources.** Townsville: Australian Institute of Marine Science.
- Gomez ED, Yap HT. 1988. **Monitoring reef condition** In: Kenchington, R.A. and Brydget ET. Hudson (eds.). **Coral Reef Management Hand Book.** Unesco Regional Office for South East Asia. Jakarta. 171-178 pp.
- Jompa J & McCook LJ. 2002. **The effects of nutrient and herbivory on competition between a hard coral (*Porites Cylindrica*) and a brown alga (*Lobophora variegata*).** *Limnol. Oceanogr.* 47(2): 527-534.
- [Kantor MNLH] Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. **Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/2004 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut.** Jakarta: Kantor MNLH.
- Kohler KE & Gill SM. 2006. **Coral point count with excell extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology.** *Computer & Geoscience:* 1259–1269.
- Suharsono. 2002. **Status Pencemaran di Teluk Jakarta dan Saran Pengelolaannya.** Jakarta: LIPI Press.
- McCook LJ. 2001. **Competition between corals and algal turfs along gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef.** *Coral Reefs* 19: 419–425.
- Nybakken JW. 1988. **Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis.** Alih bahasa HM Eidman, Koesoebiono, DG Bengen, M Hutomo, dan S Sukardjo. Jakarta: PT. Gramedia
- Odum EP. 1993. **Dasar-Dasar Ekologi.** Tj. Samigan. [Penerjemah]; Srigandono [Editor]. Terjemahan dari: *Fundamental of Ecology.* Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Sorokin YI. 1995. **Coral Reef Ecology.** *Ecological Studies* 102. Springer Verlag. Berlin Heidelberg New York.
- Szmant AM. 2002. **Nutrient enrichment on coral reefs: Is it a major cause of coral reef decline?** *Estuaries* 25 (4b): 743–766.
- Tomascik T & Sander F. 1987. **Effects of eutrophication on reef building corals: III. Reproduction of reef-building coral *Porites porites*.** *Mar. Biol* 94: 77-94
- Vollenweider RA, Marchetti R, & Viviani R. 1992. **Marine Coastal Eutrophication.** London. Elsevier.
- Wetzel. 1975. **Limnology.** W.B. Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania. 743pp.

