

FORAMINIFERA BENTIK DALAM SEDIMEN SEBAGAI INDIKATOR KONDISI LINGKUNGAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU CEMARA BESAR DAN CEMARA KECIL KEPULAUAN KARIMUNJAWA JAWA TENGAH

Oleh

Luli Gustiani dan Delyuzar Ilahude

Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjunan No. 236 Bandung

Diterima : 08-07-2011 Disetujui :12-03-2012

S A R I

Kepulauan Karimunjawa memiliki nilai konservasi yang tinggi karena kelimpahan, keragaman jenis dan ekosistemnya. Degradasi terumbu karang secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Penelitian foraminifera ini dilakukan di sekitar Pulau Cemara Besar dan Cemara Kecil dengan mengambil contoh sedimen dasar laut di dua puluh enam titik lokasi. Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat kelayakan lingkungan terhadap pertumbuhan terumbu karang berdasarkan komposisi foraminifera benthik yang terdapat di Pulau Cemara Besar dan Pulau Cemara Kecil.

Metode yang digunakan adalah melalui pendekatan kelimpahan foraminifera benthik dengan menghitung *FORAM (Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring) Index*. Pengambilan contoh sedimen untuk memperoleh sampel foraminifera yang dilakukan dengan penyelaman dan sebagian dengan menggunakan pemercontoh comot. Secara umum, perairan di sekitar Pulau Cemara Besar sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang dengan nilai *FORAM Index FI* > 5.

Foraminifera benthik yang mendominasi adalah *Amphistegina*, *Calcarina*, *Streblus* dan *Reusella*. Di bagian barat dan baratlaut Pulau Cemara Kecil, kelimpahan foraminifera benthik sangat rendah, dan juga memperlihatkan ornamentasi cangkang yang tidak jelas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kedua daerah ini kondisi lingkungan terumbu sudah mulai terganggu. Kondisi terganggu ini didukung oleh dominannya jenis *Streblus* yang biasanya merupakan indikator lingkungan yang berenergi tinggi, serta hadirnya jenis-jenis *opportunistic* lainnya seperti *Pseudorotalia* dan *Elphidium*.

Kata kunci : Foraminifera, *FORAM Index*, Pulau Cemara Besar, Pulau Cemara Kecil, Kepulauan Karimunjawa.

ABSTRACT

Karimun Islands has high conservation value due to the abundance, diversity of types and only recently. Degradation of coral reefs would indirectly affect the balance of the ecosystem around it. The research was carried out in the vicinity of foraminifera Cemara Besar Island and Cemara Kecil Island by taking samples of the seabed sediments in twenty-six point location. The purpose of the research to determine the level of environmental worthiness against the growth of coral reefs based on composition of benthic foraminifera in the Cemara Besar and Cemara Kecil Island.

The method used is through the abundance of benthic foraminifera with the approach to calculating FORAM (Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring) Index. Sediment sampling to obtain samples

of foraminifera are done with dives and partly by using the grabsamples. In General, the waters around the island of Cemara Besar is conducive to the growth of coral reefs with Index FI FORAM > 5.

Benthic Foraminifera are dominating, *Calcarina*, *Amphistegina*, *Streblus* and *Reusella*. In the West and Northwest of Cemara Kecil, benthic foraminifera abundance is very low, and it also exposes additional shells was unclear. It shows that on both these areas has already begun to environmental conditions of coral is disturbed. Disturbed conditions is supported by his dominions of *Streblus* which usually is an indicator of high energy environments, as well as the presence of other opportunistic types such as *Pseudorotalia* and *Elphidium*.

Keywords: Foraminifera, FORAM Index, Cemara Besar Island, Cemara Kecil Island, Karimun Islands.

PENDAHULUAN

Daerah penelitian secara administratif terletak di Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah yaitu di Pulau Cemara Besar dan Cemara Kecil, dengan koordinat geografis yaitu antara 05⁰45'00" - 05⁰50'00" Lintang Selatan dan 110⁰ 20' - 110⁰ 30' Bujur Timur (Gambar 1).

Kepulauan Karimunjawa secara administratif merupakan Kecamatan dari wilayah Kabupaten Jepara yang berjarak kurang lebih 45 mil arah barat laut dari kota Jepara. Untuk mencapai ke lokasi ini dapat ditempuh melalui dua jalur laut yaitu dari Pelabuhan

Tanjung Mas Semarang dengan kapal cepat dan dari Pelabuhan Kartini Jepara dengan kapal ferri.

Pulau Cemara Besar dan Cemara Kecil merupakan suatu dataran rendah pantai yang ditumbuhi oleh pohon cemara dan sedikit mangrove dengan pantai umumnya berpasir putih dan sangat landai menjorok kelaut (Ilahude dr, 2010). *Fringing reefs* (atol) mengelilingi pulau-pulau tersebut dan menyebabkan pantai terlindung dari energi gelombang.

Batuan yang tersingkap di Pulau Karimunjawa dan sekitarnya termasuk ke dalam Formasi Karimunjawa, terdiri atas : batupasir kuarsa, batupasir mikaan, konglomerat kuarsa,



Gambar 1. Lokasi penelitian berada di Pulau Cemara Besar dan Cemara Kecil

batulanau kuarsa dan serpih kuarsa (Sidarto dr, 1993). Di Pulau Cemara Besar dan Cemara Kecil ditutupi oleh Aluvium yang terdiri atas : kerakal, kerikil, pasir, lempung, pecahan koral dan batu apung. Hasil pelapukan batuan penyusun umumnya bersifat pasiran dan lempungan. Sementara dari peta sebaran sedimen permukaan dasar laut yang disusun oleh Harjawidjaksana dan Tjokrosaputro (1992), daerah penelitian terdiri atas 9 satuan yaitu pasir, pasir lumpuran sedikit kerikilan, lumpur sedikit kerikilan, lumpur kerikilan, lumpur pasiran sedikit kerikilan, kerikil lumpuran, lanau dan lanau pasiran.

Oleh karena daerah perairan ini dikelilingi oleh jajaran terumbu karang, rumput laut, lamun dengan biota laut yang beraneka ragam, maka menjadikan kepulauan Karimunjawa sebagai Taman Laut Nasional.

Kepulauan Karimunjawa memiliki potensi pariwisata yang semakin meningkat, namun dengan meningkatnya kunjungan wisata, kondisi ini justru menimbulkan ancaman bagi kondisi alam Karimunjawa, seperti kerusakan terumbu karang akibat limbah dan sampah rumah tangga. Hal ini terlihat mikrofauna dari fasies tertentu yang berasosiasi dengan terumbu karang dan sedimen semakin berkurang keberadaannya.

Salah satu mikrofauna yaitu foraminifera merupakan indikator yang sering dianalisis untuk mengetahui bagaimana kondisi lingkungan perairan tempat mikrofauna tersebut hidup. Foraminifera besar terutama jenis bentik merupakan bioindikator yang sangat potensial untuk mengetahui berbagai perubahan lingkungan, karena sifatnya sangat sensitif terhadap berbagai perubahan lingkungan. Sebagian besar pantai dan sedimen pada terumbu sangat didominasi oleh organisme ini, sehingga foraminifera bentik sangat penting dalam pembentukan sedimen lingkungan koral. (Nobes dan Uthicke, 2008).

Jenis-jenis foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu antara lain *Acervulina inhaerens*, *Ammonia beccarii*, *Amphistegina lessonii*, *Archaias angulatus*, *Clavulina tricarinata*, *Cibicides refulgens*, *Elphidium advenum*, dan *Elphidium sagrum* (Javaux dan Scott, 2003). Sedangkan menurut Nobes dan Uthicke (2008) beberapa genera yang biasa terdapat pada *Great Barrier Reef* antara lain *Alveolinella*, *Amphistegina*, *Calcarina*,

Heterostegina, *Marginopora*, *Peneroplis*, dan *Sorites* sebagai genera yang bersimbiosis dengan alga, sedangkan genus-genus seperti *Elphidium*, *Ammonia*, dan *Pararotalia* merupakan jenis oportunistis.

Sebagai bagian dari unsur abiotik, sedimen sangat berperan dalam penyediaan bahan dasar dari suatu rantai makanan.

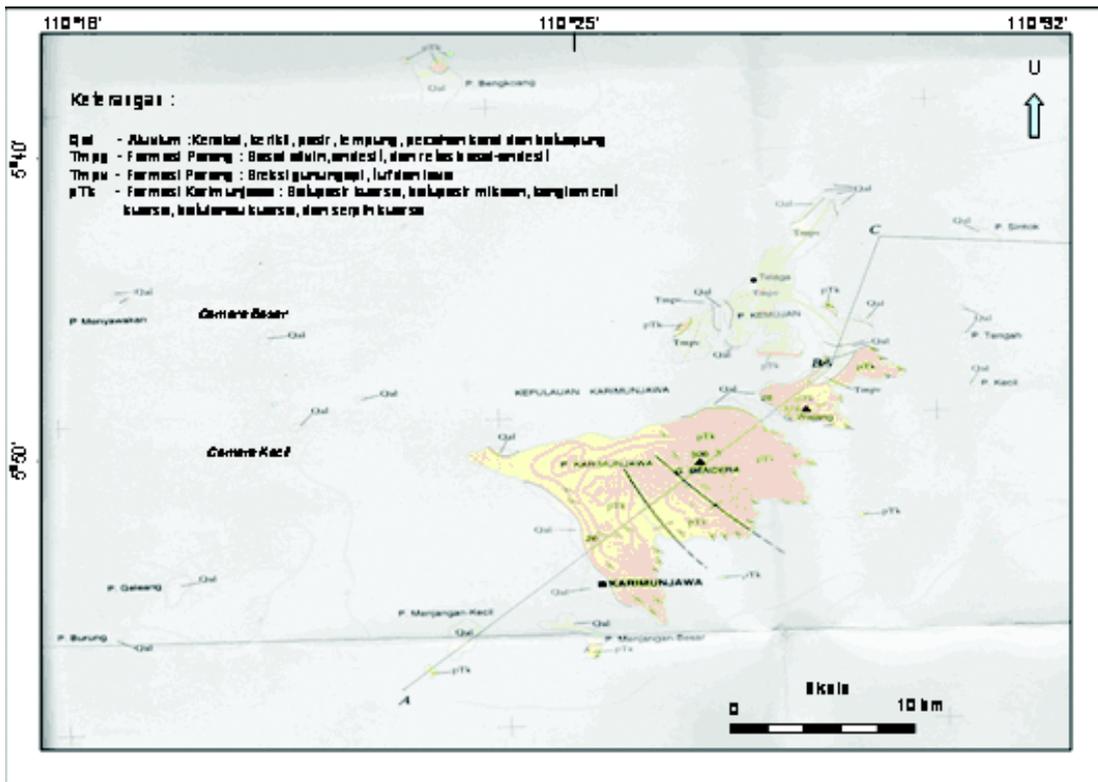
Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat kelayakan lingkungan terhadap pertumbuhan terumbu karang berdasarkan komposisi foraminifera bentik yang terdapat di Pulau Cemara Besar dan Pulau Cemara Kecil.

METODE

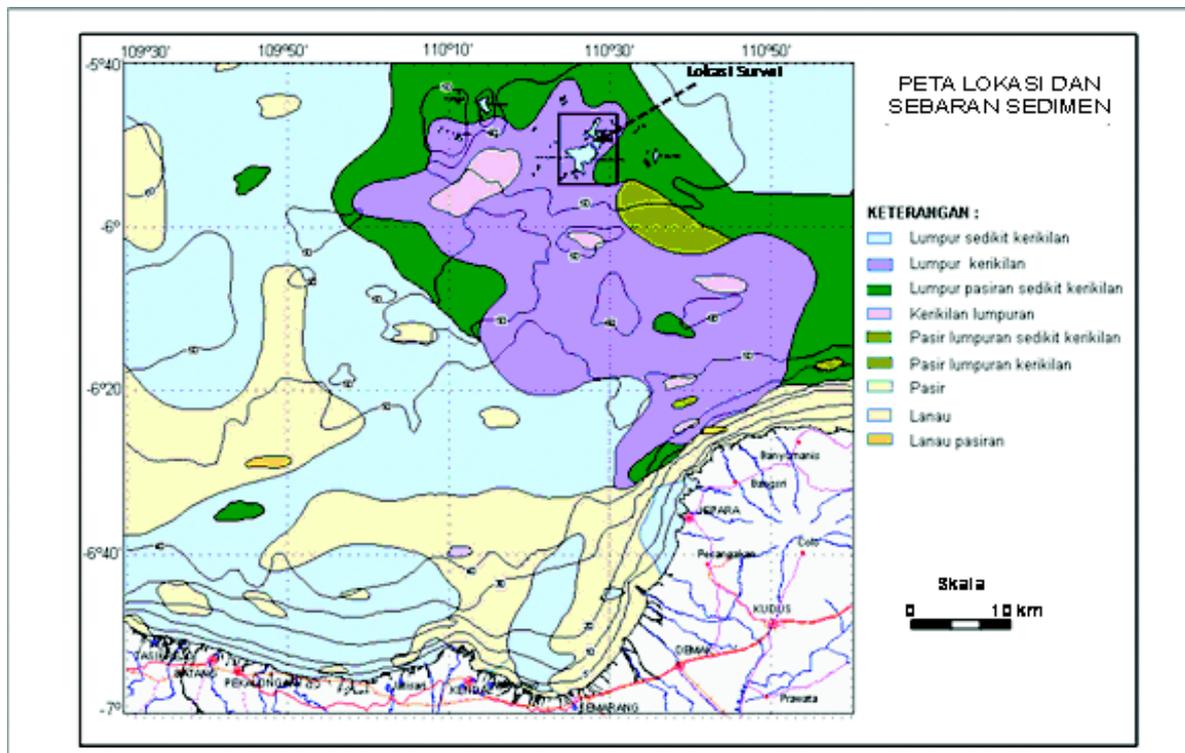
Metode penelitian yaitu meliputi perekaman kedalaman laut dengan alat *echosounder* dan pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut sebanyak 26 (dua puluh enam) titik lokasi. Penentuan posisi digunakan sistem navigasi satelit terpadu dari "*GPS Marine model Trimble*".

Pemercontohan sedimen menggunakan pemercontoh comot (*grab sampler*) serta penyelaman dari kedalaman 5 hingga 15 meter. Percontohan sedimen dideskripsi secara visual di lokasi pengambilan contoh. Hasil ini kemudian diolah berdasarkan klasifikasi Folk (1980) melalui program besar butir (*grain size analysis*). Sementara mikrofauna foraminifera dilakukan terhadap 4 percontoh terpilih di masing-masing pulau (Pulau Cemara Besar dan Pulau Cemara Kecil). Preparasi contoh dicuci dalam ayakan berukuran 2, 3, dan 4 phi, dan dikeringkan dalam oven. Analisis awal adalah *picking*, yakni pengambilan individu foraminifera sampai terpisah dari sedimen dengan menggunakan mikroskop binokular. Setiap individu diambil dengan menggunakan alat bantu kuas dan air kemudian dimasukkan ke dalam *plate* bernomor. Dari masing-masing spesies, dipilih individu dengan kondisi preparasi cangkang yang paling bagus dan dikumpulkan dalam *plate* bernomor terpisah sebagai koleksi. Preparasi cangkang ini berguna untuk proses identifikasi dan perhitungan total genus sampai spesies. Identifikasi dilakukan sampai *level* genus dengan mengacu kepada Barker (1960), Loeblich & Tappan (1994), dan Yassini & Jones (1995).

Untuk mengetahui bagaimana kondisi lingkungan terumbu, dipakai perhitungan nilai



Gambar 2. Peta geologi Lembar Karimunjawa (Sidarto drr, 1993)



Gambar 3. Sebaran sedimen permukaan dasar laut perairan Karimunjawa dan sekitarnya (Harjawidjaksana dan Tjokrosaputro, 1992).

index diversitas/H(S) berdasarkan rumus dari Shannon-Weaver dengan menggunakan suatu program komputer dari Bakus (1990).

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

keterangan
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

\sum = jumlah

n_i = jumlah spesimen dari spesies $i_1, i_2, i_3, \text{ dst}$

N = jumlah total spesimen

Selain itu dilakukan juga perhitungan nilai FORAM (*Foraminifers in Reef Assessment and Monitoring*) Index (FI), dengan menggunakan formula HALLOCK dr, (2003) dan Dewi dr, (2010) sebagai berikut:

$$FI = (10 \times Ps) + (Po) + (2 \times Ph)$$

Keterangan:

FI = FORAM Index

Ps = N_s / T ("s" adalah jumlah individu genera foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang: *Amphistegina, Heterostegina, Alveolinella, Borelis, Sorites, Amphisorus, Marginophora*.)

Po = N_o / T ("o" adalah jumlah individu genera foraminifera oportunist: *Ammonia, Elphidium*, beberapa marga dari Suku Trochaminidae, Lituolidae, Boliviniidae, Buliminidae.)

Ph = N_h / T ("h" adalah jumlah individu genera foraminifera kecil lain yang heterotrofik: beberapa marga dari Miliolida, Rotaliida, Textulariida, dan lain-lain.)

T = Jumlah seluruh individu foraminifera yang didapatkan dari sampel yang diuji.

Interpretasi nilai FORAM Index berdasarkan HALLOCK *et al.* (2003) (Dewi *dkk.*, 2010):

FI > 4 = lingkungan sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang

Variasi antara 3 dan 5-6 = lingkungan menurun

2 < FI < 4 = lingkungan terbatas untuk pertumbuhan terumbu karang, namun tidak cukup untuk pemulihan

FI < 2 = lingkungan tidak layak untuk pertumbuhan terumbu karang

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Morfologi Dasar Laut Dan Sebaran Sedimen Permukaan Dasar Laut

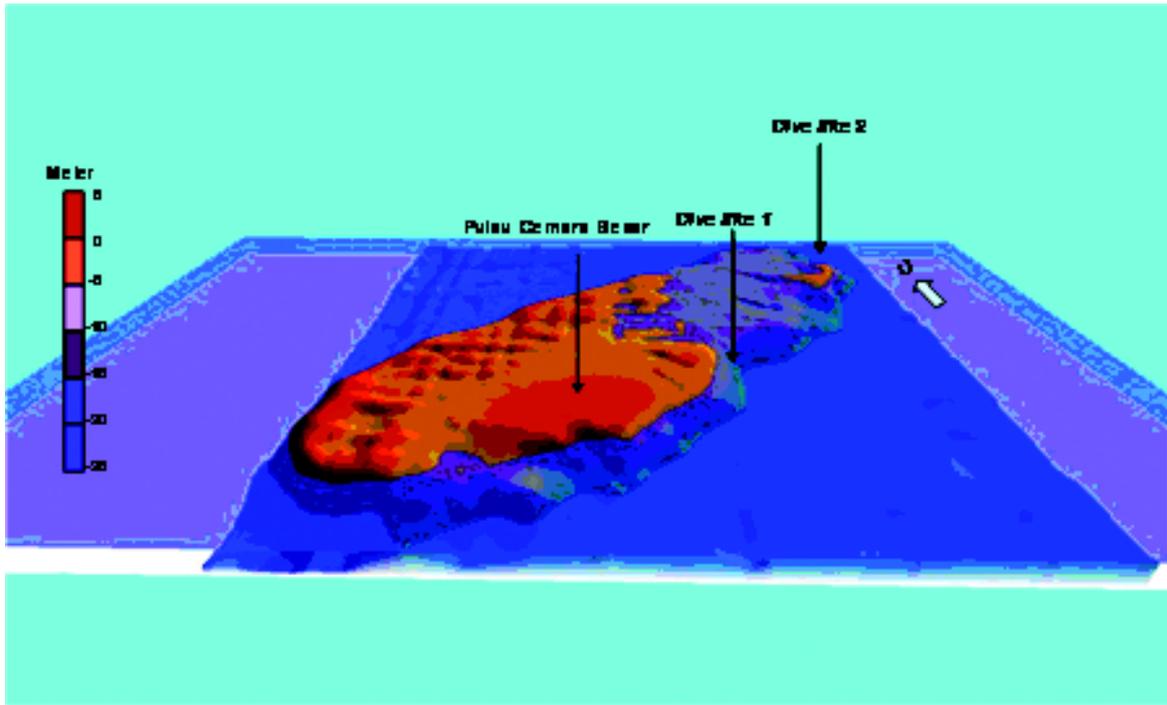
Pulau Cemara Besar

Kedalaman laut daerah penelitian berkisar antara 2 m dan 25 meter, dengan kedalaman bertambah ke arah baratdaya kontur sangat rapat. Kedalaman laut yang dilakukan penyelaman adalah dari 2 hingga 15 meter. Hal ini didasarkan pada populasi terumbu karang yang umumnya berada pada kedalaman antara 2 hingga 15 meter. Garis pantai sebagai atol membentuk lingkaran *ellips* dengan sudut elevasi lereng pantai antara 3 – 10° (Gambar 4). Morfologi relatif landai dijumpai di bagian timurlaut, timur dan tenggara dari Pulau Cemara Besar, sedangkan ke arah baratdaya terdapat kemiringan lereng dasar laut relatif curam antara 5° hingga 45°. Kontur dasar laut dari garis pantai menuju lepas pantai di area pengukuran batimetri menunjukkan kelerengan yang cukup landai.

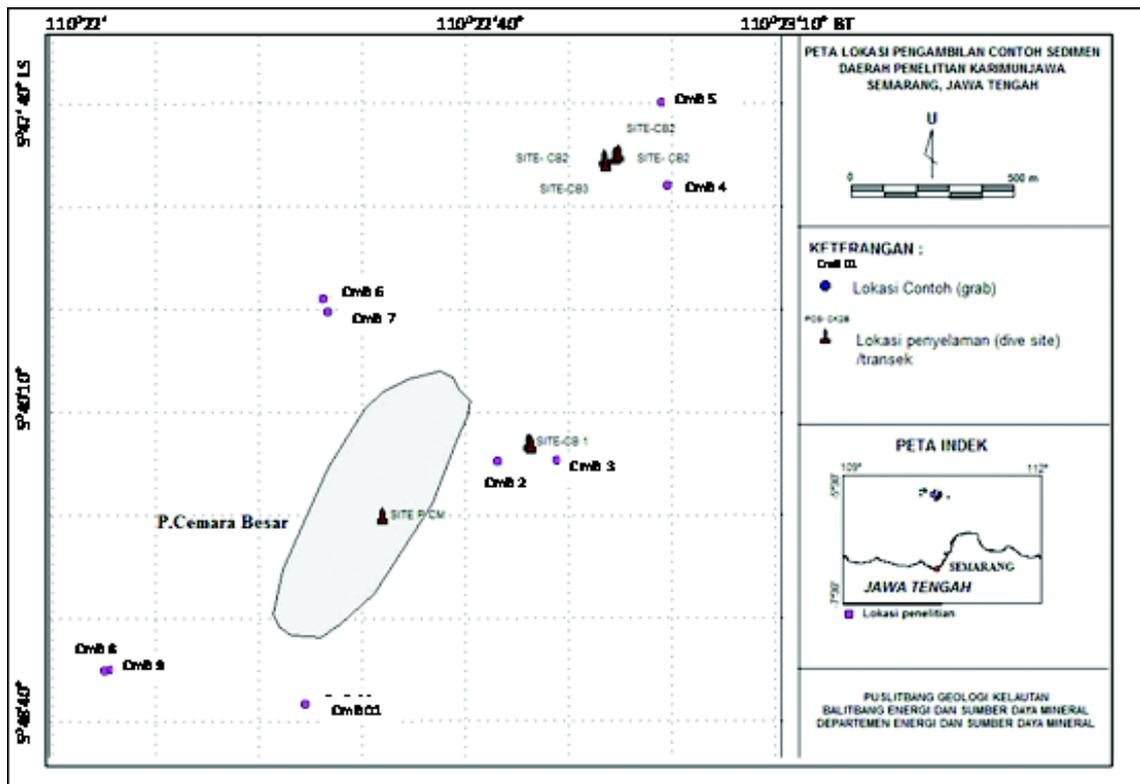
Di bagian timur dari Pulau Cemara Besar ini diplot sebagai lokasi stasion pertama penyelaman (*dive site 1*) kemudian di sisi bagian timurlaut dari pulau ini diplot sebagai lokasi stasion dua (*dive site 2*). Pada kedua lokasi ini dijumpai terumbu karang yang bermacam-macam jenis, baik yang telah mengalami kerusakan maupun yang masih dalam pertumbuhan.

Dari hasil analisis megaskopis bahwa menunjukkan bahwa endapan sedimen pantai di Pulau Cemara Besar umumnya sebagai sedimen bioklastik, berwarna putih kekuningan, ukuran butir sedang hingga kasar, bentuknya menyudut hingga menyudut tanggung, terpilah buruk dengan kondisi cangkang.

Secara umum daerah perairan Pulau Cemara Besar ditutupi oleh jajaran terumbu karang yang melampar luas mulai dari kedalaman 2 meter hingga 15 meter. Sedimen yang menempati daerah penelitian didominasi oleh fraksi halus berupa pasir dan pasir lanauan sedikit lempungan (Tabel 1). Sedimen ukuran pasir ini mempunyai warna putih kekuningan dan umumnya terpilah sedang hingga buruk. Dari hasil analisis megaskopis dan besar butir serta klasifikasi *Folk (1980)* maka di perairan Cemara Besar, jenis sedimennya dapat dibedakan menjadi 2 jenis sedimen sebagai



Gambar 4. Morfologi dasar laut Pulau Cemara Besar



Gambar 5. Peta lokasi pengambilan contoh sedimen di Pulau Cemara Besar

Tabel 1. Analisis besar butir berdasarkan klasifikasi Folk (1980)

No Urut	No. Contoh	X(Phi)	Sort.	Sknew.	Kurt.	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)	Klasifikasi Folk
1	CMB01GB	2.3	0.4	-0.7	3.9	0	100	0	0	Pasir
2	CMB02GB	2.5	0.5	0	3.6	0	100	0	0	Pasir
3	CMB03GB	3.9	1.7	0.8	3	0	59.4	38.3	2.3	Pasir lanauan sedikit lempungan
4	CMB04GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
5	CMB05GB	1.2	0.7	0.7	3.3	0	100	0	0	Pasir
6	CMB06GB	2	0.6	0.7	2.4	0	100	0	0	Pasir
7	CMB07GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
8	CMB08GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
9	CMB09GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
10	CMB10GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
11	CMB01DV	3.7	1.8	0.8	2.8	0	61.3	36.3	2.4	Pasir lanauan sedikit lempungan
12	CMB02DV	2	0.6	0.7	2.5	0	100	0	0	Pasir
13	CMB03DV	2.3	0.7	0.3	2.2	0	100	0	0	Pasir
14	CMB04LD	2	0.5	0.8	3.6	0	100	0	0	Pasir

Keterangan : Catatan : GB : Grabsample, DV : Dive, LD : Land/darat, SN : Snorkelling

berikut: yaitu pasir dan pasir lanauan sedikit lempungan. Kedua jenis sedimen tersebut disajikan dalam peta sebaran sedimen perairan Cemara Besar (Gambar 6).

Berdasarkan pengamatan sedimen secara megaskopis dan analisis besar butir tersebut, terlihat bahwa sedimen detritus kasar umumnya menempati bagian tepi pantai yang diselingi terumbu karang, sedangkan sedimen detritus halus tersebar ke arah lepas pantai menempati celah-celah terumbu karang pada kedalaman 5 hingga 15 meter. Diduga sedimen ini dipasok oleh energi gelombang dan arus ke arah lepas pantai pada musim barat.

Pulau Cemara Kecil

Kedalaman laut di Pulau Cemara Kecil berkisar antara 2 hingga 25 meter, dengan kedalaman bertambah ke arah baratdaya dan utara. Garis pantainya membentuk lingkaran *ellips* lebih kecil dari Pulau Cemara Besar dengan sudut elevasi lereng pantai antara 2 – 7° (Gambar 7). Bentuk pantai di pulau Cemara Kecil relatif sama dengan Pulau Cemara Besar yaitu landai dengan endapan sedimen didominasi oleh pasir yang mengandung pecahan koral.

Di bagian baratdaya dari Pulau Cemara Kecil ini di plot sebagai lokasi stasiun pertama penyelaman (*dive site 1*) kemudian sisi bagian timur di plot sebagai lokasi stasiun dua (*dive site 2*) (Gambar 7).

Pada lokasi ini dijumpai terumbu karang yang bermacam-macam jenis, baik yang telah mengalami kerusakan maupun yang masih dalam pertumbuhan.

Dari hasil analisis contoh sedimen darat menunjukkan sedimen arenit, berwarna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus hingga sedang, bentuk butir menyudut tanggung-membundar, terpilah sedang, dengan komposisi utama berupa bioklastik

Dari hasil analisis besar butir, secara umum daerah perairan Pulau Cemara Kecil ditutupi oleh jajaran terumbu karang yang melampar luas mulai dari kedalaman 1.5 meter hingga 15 meter. Sedimen yang menempati daerah ini hampir sama dengan di Pulau Cemara Besar yaitu umumnya didominasi oleh fraksi halus berupa pasir dan pasir lanauan sedikit lempungan. Sedimen ukuran pasir ini secara megaskopis umumnya berwarna putih kekuningan dengan komposisi terdiri dari pecahan cangkang mulai

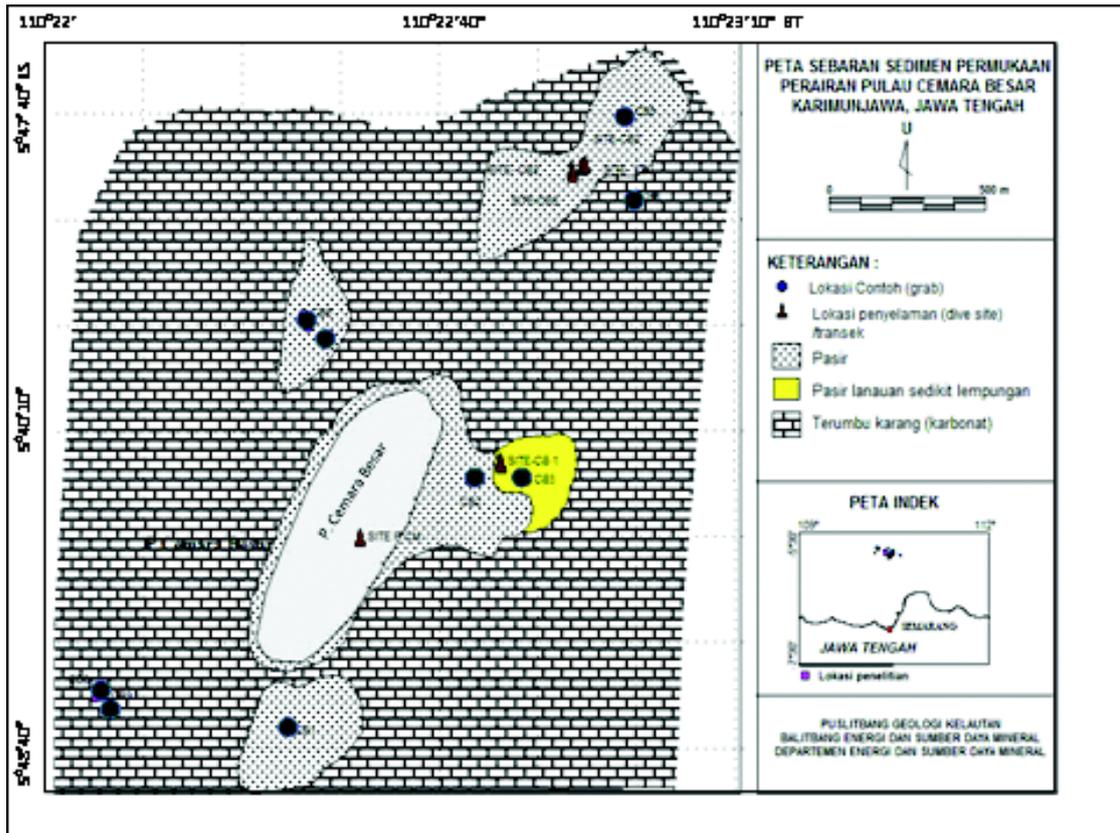
dari 2 hingga 100% dengan pemilahan sedang hingga buruk. Dari hasil analisis megaskopis dan besar butir serta klasifikasi *Folk (1980)* maka di perairan Cemara Kecil, jenis sedimennya dapat dibedakan menjadi 2 jenis sedimen, yaitu pasir dan pasir lanauan sedikit lempungan (Tabel 2).

Foraminifera

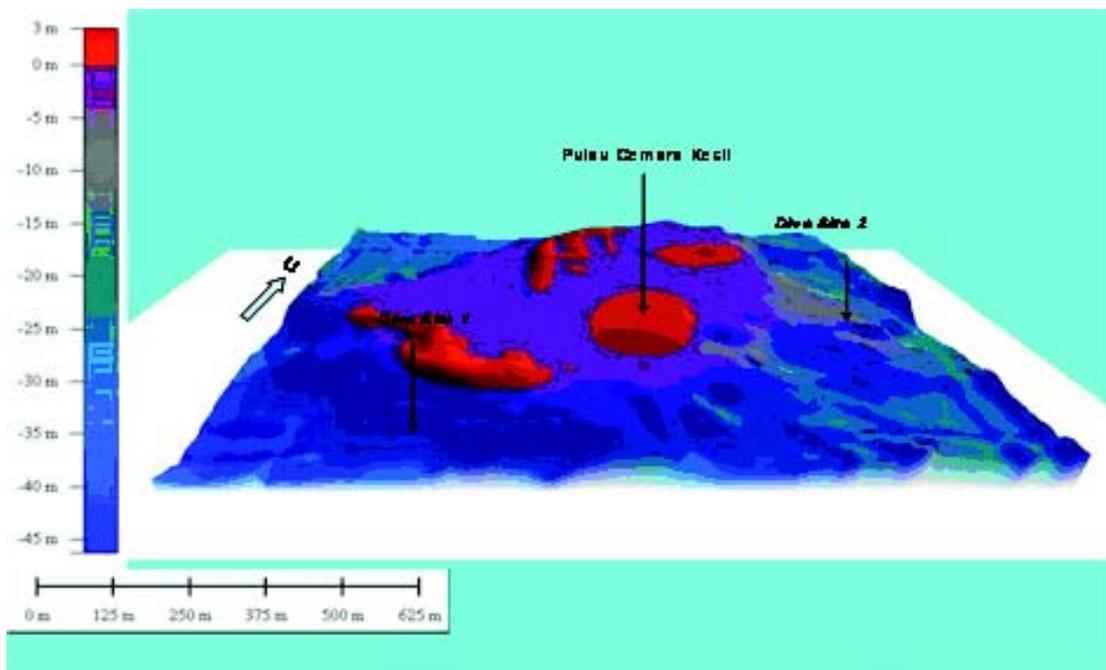
Dari delapan sampel sedimen yang dianalisis, total foraminifera benthik yang ditemukan terdiri dari 32 genus dan 55 spesies, serta sangat didominasi oleh *Calcarina*, *Amphistegina*, *Streblus*, dan *Reusella* (Gambar 10). *Calcarina* terutama paling berlimpah pada contoh CmK 02 (*dive*) dengan persentase 45,42%, *Amphistegina* yang sangat berlimpah pada contoh CmB 02 (*dive*) dengan persentase 52,08%, *Streblus* yang sangat berlimpah terutama pada contoh CmB 01 (*grab*) dengan persentase 63,23%, CmB 01 (*dive*) dengan persentase 37,6%, dan pada CmK 02 (*dive*) dengan persentase 38,89%, serta *Reusella* yang berlimpah terutama pada CmB 06 (*grab*) dengan persentase 14,25% (Tabel 3).

Beberapa genera yang bersimbiosis dengan alga hadir, antara lain *amphistegina*, *Calcarina*, *Heterostegina*, *Operculina*, *Peneroplis*, dan *Sorites*. Selain itu hadir pula jenis-jenis oportunistik seperti *ammonia*, *Bolivina*, *Elphidium*, *Pseudorotalia*, *Streblus*, dan *Uvigerina*. Jenis-jenis oportunistik ini biasanya akan ditemukan berlimpah pada lingkungan yang tertekan, yaitu lingkungan yang salah satu parameternya sudah tidak normal karena terganggu baik secara alami ataupun akibat faktor antropogenik.

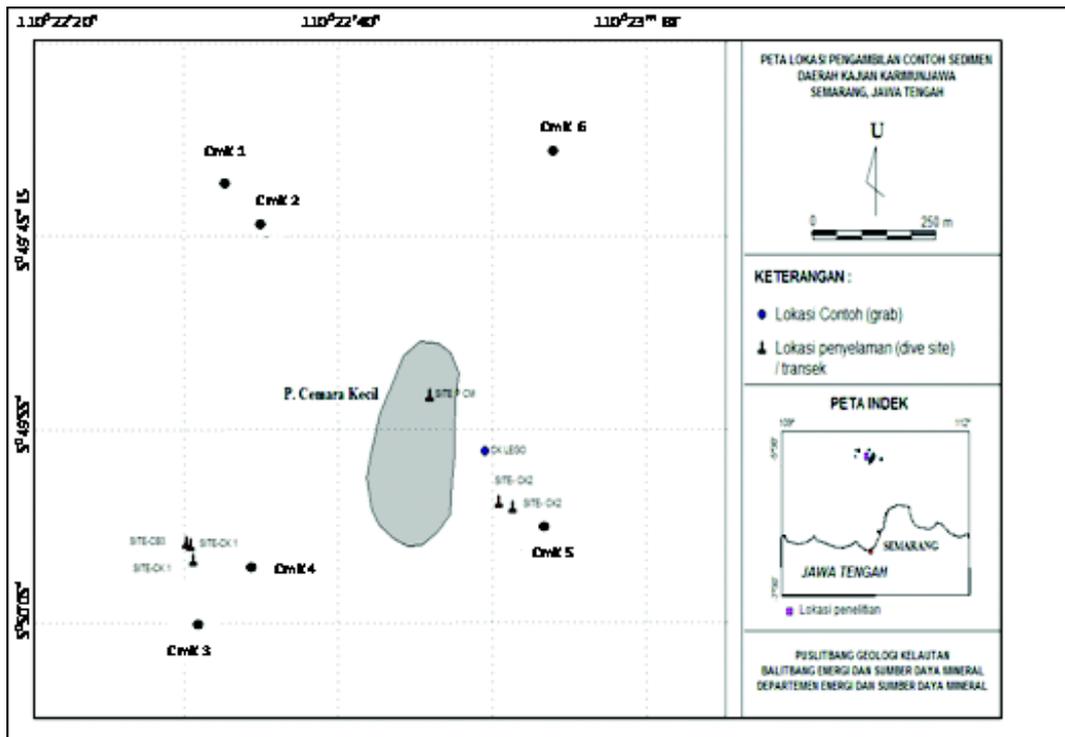
Berdasarkan hasil perhitungan indeks diversitas, kedua lokasi penelitian memiliki nilai indeks diversitas > 2 (Tabel 4). Nilai paling tinggi di Cemara Besar adalah pada contoh CmB 01 (*dive*), yaitu 3,526, dan paling kecil di CmB 01 (*grab*) yaitu 2,89. Sementara di Cemara Kecil, nilai paling tinggi pada CmK 06 berada di sebelah barat laut, sedangkan pada contoh CmK 01 baik yang dilakukan dengan penyelaman (*dive*) maupun yang diambil dengan *grab*, tidak dilakukan perhitungan indeks diversitas karena jumlah foraminifera benthik yang ditemukan sangat sedikit, sehingga disimpulkan kedua lokasi ini memiliki nilai indeks diversitas sangat rendah.



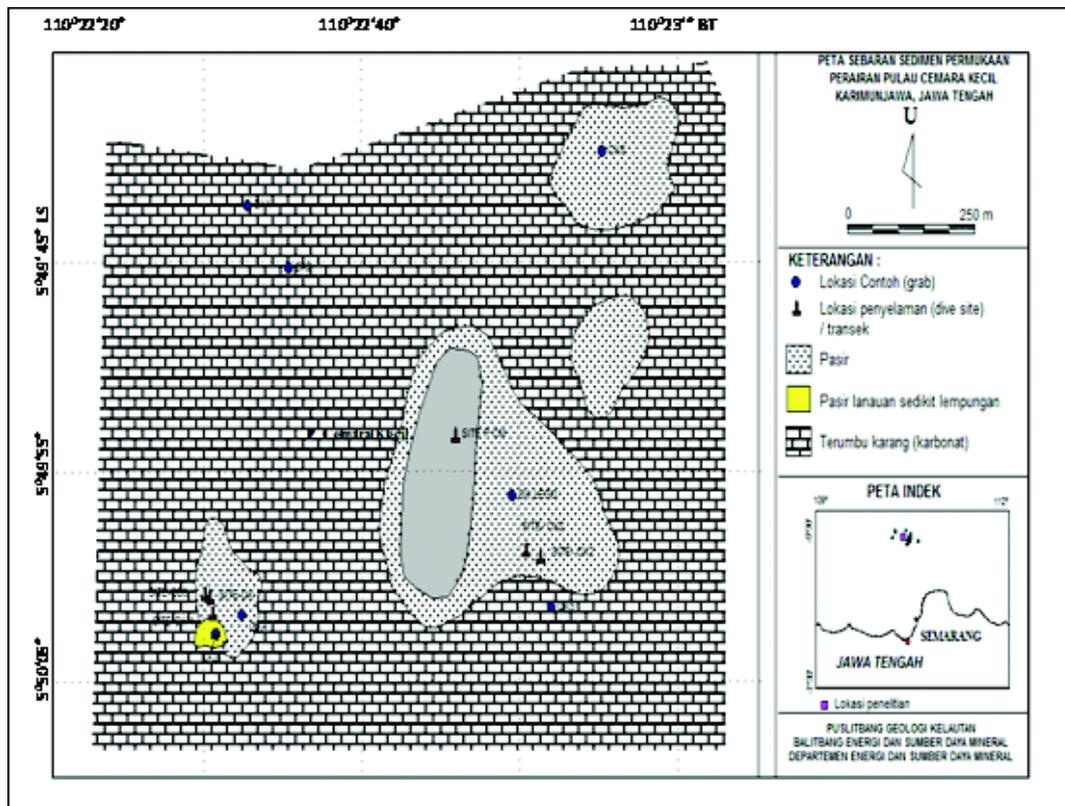
Gambar 6. Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Pulau Cemara Besar



Gambar 7. Morfologi dasar laut Pulau Cemara Kecil



Gambar 8. Peta lokasi pengambilan contoh sedimen di Pulau Cemara Kecil



Gambar 9. Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Pulau Cemara Kecil

Tabel 2. Analisis besar butir berdasarkan klasifikasi Folk (1980)

No Urut	No. Contoh	X(Phi)	Sort.	Sknew.	Kurt.	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)	Klasifikasi Folk
1	CMK01GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
2	CMK02GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
3	CMK03SN	1.8	0.6	1.5	4.2	0	100	0	0	Pasir
4	CMK04GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
5	CMK05GB	0	0	0	0	0	0	0	0	Koral
6	CMK06GB	1.9	0.5	0.8	2.5	0	100	0	0	Pasir
7	CMK01DV	1.8	0.5	1.3	3.8	0	100	0	0	Pasir
8	CMK01LD	1.9	0.5	-0.1	2.2	0	100	0	0	Pasir
9	CMK02DV	0.9	0.5	0.3	1.5	0	100	0	0	Pasir
10	CMK03DV	4	1.7	0.5	2.8	0	53	45	2.1	Pasir lanauan sedikit lempungan

Keterangan : GB : Grabsample, DV : Dive, LD : Land/darat, SN : Snorkelling

Untuk perairan Cemara Besar, nilai perhitungan Foram Index (FI), paling rendah terdapat pada contoh CmB 01 yaitu sebesar 2,79, dan yang paling tinggi di CmB 02 dive yaitu sebesar 7,07, sedangkan di Cemara Kecil nilai FI lebih besar dari 5, terdapat pada contoh CmK 02 dan CmK 06. Sementara pada contoh CmK 01 (GB dan DIVE) tidak dilakukan perhitungan FI karena jumlah kelimpahan foraminifera sangat sedikit, sehingga disimpulkan pada kedua lokasi ini memiliki nilai FI yang sangat rendah.

Pulau Cemara Kecil

Foraminifera ditemukan cukup berlimpah pada contoh (CmK 02 dive) dan contoh (CmK 06 grab) di bagian timur dan bagian timurlaut Pulau Cemara Kecil. Dengan melihat kelimpahan dan nilai indeks diversitas yang tinggi, kedua daerah ini dinilai masih bagus kondisi lingkungannya, sehingga foraminifera benthik dapat hidup berlimpah akibat mendapatkan pasokan nutrisi yang cukup dan lingkungan tidak terganggu. Pada daerah ini kondisi terumbu juga masih bagus, dengan nilai FI > 5.

Dilain pihak di bagian barat dan barat laut, kelimpahan foraminifera benthik sangat rendah, dan juga memperlihatkan ornamentasi cangkang yang tidak jelas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kedua daerah ini kondisi lingkungan terumbu sudah mulai terganggu (Gambar 11). Kondisi terganggu ini didukung oleh dominannya jenis *Streblus* yang biasanya merupakan indikator lingkungan yang berenergi tinggi, serta hadirnya jenis-jenis *opportunistic* lainnya seperti *Pseudorotalia* dan *Elphidium*.

Pulau Cemara Besar

Foraminifera ditemukan cukup berlimpah di empat lokasi dengan nilai indeks diversitas dan nilai FI tinggi, yang menandakan bahwa di sekitar Pulau Cemara Besar kondisi terumbu masih bagus. Kecuali pada lokasi di sebelah selatan pulau pada contoh sedimen (CmB 01 grab) yang diambil pada kedalaman 25 meter, mempunyai indeks diversitas agak rendah yaitu lebih kecil dari 3, serta nilai FI lebih kecil dari 3 juga. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi ini bukan merupakan daerah terumbu, dan juga adanya pengaruh dari darat yang relatif lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh hadirnya jenis *Ammonia* yang hadir bersama-sama dengan

Elphidium, yang menunjukkan adanya pengaruh lingkungan laguna (Murray, 1991).

Dengan demikian jika mengacu pada penafsiran nilai *FORAM Index* berdasarkan HALLOCK dr, (2003) dan Dewi dr, (2010) maka nilai FI yang bervariasi antara 2 hingga 7 menunjukkan kualitas lingkungan tidak layak sampai sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang.

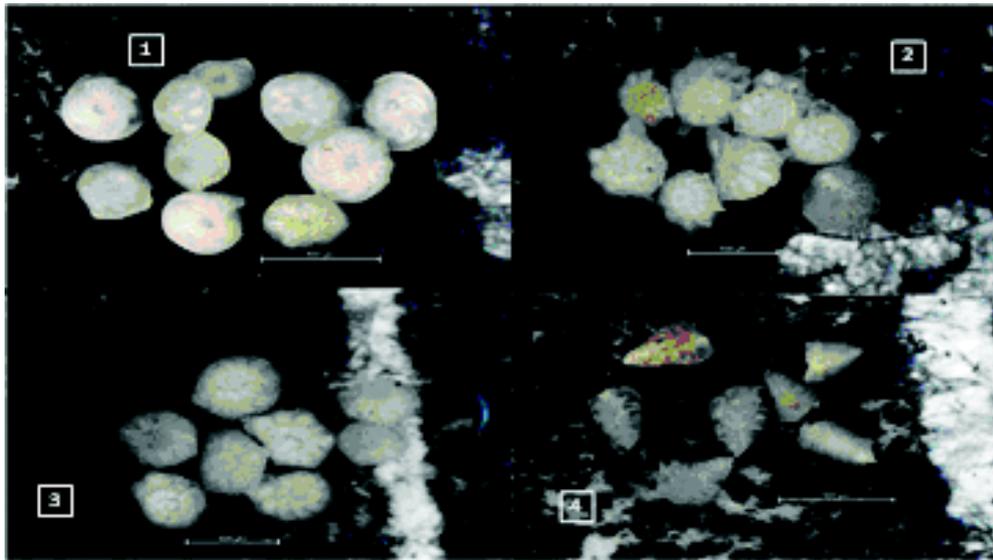
Kesimpulan

Berdasarkan analisis distribusi foraminifera, nilai indeks diversitas, dan Foram Index, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan terutama terumbu karang di Pulau Cemara Besar relatif lebih baik dibandingkan dengan di Pulau Cemara Kecil. Namun demikian kedua pulau tersebut memperlihatkan kondisi lingkungan yang mulai menurun. Kondisi terumbu karang yang dinilai mulai menurun adalah di bagian selatan dan timur Pulau Cemara Besar, sedangkan di Pulau Cemara Kecil kondisi lingkungan paling buruk adalah di bagian barat dan barat laut.

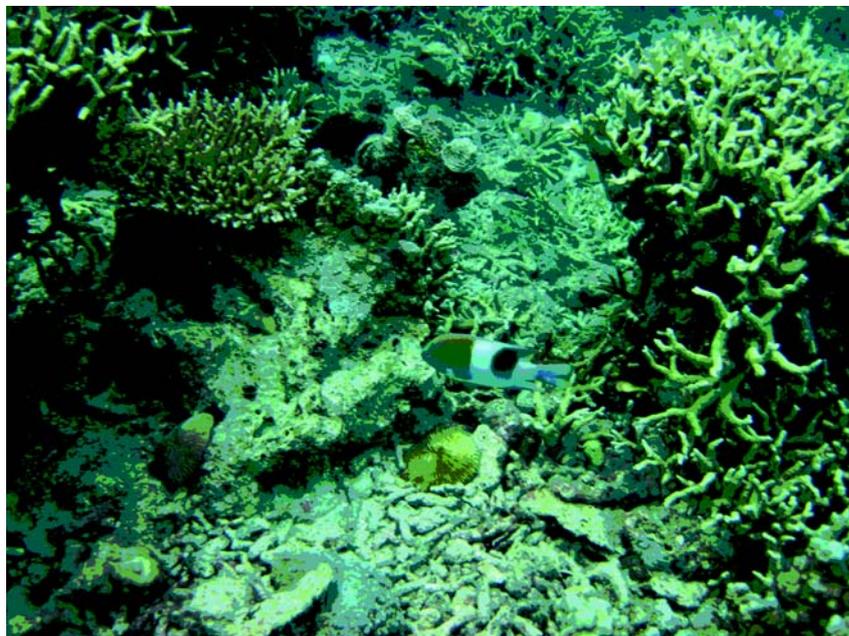
Di Pulau Cemara Kecil, kondisi terumbu karang yang masih baik berada di sebelah timur, sedangkan di bagian barat laut dan barat dayanya, kondisi lingkungannya sangat buruk. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya kelimpahan foraminifera dan morfologi cangkang yang memperlihatkan ornamentasi tidak jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakus, G.J. 1990. *Quantitative ecology and marine biology*. A.A. Balkema, Rotterdam. 157h.
- Barker, W. R., 1960. *Taxonomic notes, soxy of economic paleontologists and mineralogists*. Shelf Development Company, Houston, Texas, 238h.
- Dewi, K.T., Natsir, S. M. dan Siswantoro, Y., 2010. Mikrofauna (foraminifera) terumbu karang sebagai indikator perairan sekitarpulau-pulau kecil. *ILMU KELAUTAN*. Vol. 1. Edisi Khusus: 1 – 9.
- Folk, R.L., 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hamphill Publishing Company Austin, v Texas, 170 pp.



Gambar 10. Foraminifera bentuk yang dominan di lokasi penelitian: 1) Amphistegina, 2) Calcarina, 3) Streblus, 4) Reusella.



Gambar 11. Salah satu fasies terumbu karang dengan kondisi lingkungan mulai terganggu

- Hallock, P., LIDZ, B.H., Cockey, Burkhard, E.M., and Donnelly, K.B., 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring the FORAM Index. *Environmental Monitoring and Assessment* 81(1–3):221–238.
- Harjawidjaksana, K dan Tjokrosaputro, S., 1992. Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut perairan Lembar Peta 1409 (Semarang).
- Ilahude, D., Mirayosi, Linirin, E., Widodo., Gozali, J., Bandonu, Munasik, Firdaus, Y., 2010. Kajian klasifikasi sedimen dasar laut terhadap populasi biota demersal (hidup dasar laut), Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Laporan intrn tidak dipublikasikan.
- Javaux, E.J. dan Scott, D. B., 2003. <http://palaeo-electronica.org/2003/benthic/intro.htm>
- Lieske, E, and Myers, R., 2001. Coral reef fishes, Indo-Pasific & Caribbean, Collins 400 pages.
- Loeblich, A.R., dan Tappan, H., 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cushman Foundation for Foraminifera Research, Special Publication No. 31. Los Angeles, California. h. 1 – 661.
- Murray, J. W., 1991. *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*. John Willey & Sons Inc., New York. 397 h.
- Nobes, K. dan Uthicke, S., 2008. *Benthic foraminifera of the Great Barrier Reef, a guide to species potentially useful as water quality indicators*. The Australian Government's, Marine and Tropical Sciences Research Facility, Project 3.7.1 Marine and estuarine indicators and thresholds of concern. 38h.
- Sidarto, S., Santosa, Hermanto, B., 1993. Peta Geologi Lembar Karimunjawa, Jawa, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Yassini, I., & Jones, B. G., 1995. *Foraminiferida and ostracoda from Estuarine and Shelf Environments on The South Eastern Coast of Australia*, University press., Wollongong, 270h.