

RASIO BIOMASA DAN KELIMPAHAN MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI PENDUGA TINGKAT PENCEMARAN DI TELUK JAKARTA

Yonvitner* dan Zulhamsyah Imran*

ABSTRACT

ABUNDANCE AND BIOMASS RATIO OF MACROZOOBENTHOS TO ESTIMATE POLLUTION LEVEL IN JAKARTA BAY

The monitoring technic using aquatic organism as bio indicator was more advance. Monitoring of water quality conduct with biological indicator among macrobenthic biomass and green mussel population were intensively used by researcher. These research was consider that water quality damage on Jakarta bay might be identity with biomass analysis approach. Benthic organism used as sample were macrozoobenthos and green mussel (*Perna viridis*). Water quality was analysed using F_{sawb} (Fish and Wild Life Method) index from ott. 1979, then for biomass model was analysed by dominant cumulative curve. Result of this research showed that F_{sawb} index average was 64.99, that its value was unappropriate for fishes. The analysis of abundance and biomass comparison index was tend to increase the density, while the biomass was decrease. The results indicate that water body was already polluted. The significant impact for mussel of pollution was appear on water column at 2 m under of sea level.

Key word: Macrozoobenthos, *Perna viridis*, Water Quality Index, Biomas dan Abundance Index, Jakarta Bay

ABSTRAK

Perkembangan pengamatan biota air sebagai bio-indikator semakin berkembang. Proses pemantauan perubahan lingkungan dilakukan melalui indikator biologi diantaranya biomasa makrobenthos dan populasi kerang hijau. Penelitian ini dilakukan atas pertimbangan bahwa untuk mengetahui kerusakan lingkungan yang terjadi di Teluk Jakarta telah mulai dari level yang rendah sampai tinggi dapat dilakukan dengan pendekatan analisis biomasa. Biota yang diambil sebagai contoh adalah makrozoobenthos dan kerang hijau (*Perna viridis*). Metode yang digunakan sebagai analisis adalah analisis kualitas air dengan Indeks F_{sawb} (*Fish and Wildlife Methode*) dari Ott, 1979. Selanjutnya analisis model kurva kumulatif dominan untuk melihat perkembangan biomasa terhadap populasi. Analisis indeks F_{sawb} berkisar nilai antara 64,99, sehingga perairan berada pada kategori tidak sesuai untuk ikan. Analisis indeks kelimpahan (*Abundance dan Biomas Comparison*) menunjukkan terjadinya peningkatan kepadatan dan penurunan biomasa yang mengindikasikan bahwa perairan tersebut tercemar berat. Gangguan yang sangat kuat terjadi sampai kedalaman 2 meter. Sehingga terlihat adanya kesesuaian antara indeks air, biota dan kerang hijau.

Keywords: Makrozoobenthos, *Perna viridis*, Indeks kualitas air, Indeks kelimpahan biomasa, Teluk Jakarta

PENDAHULUAN

Berbagai bencana perairan yang terjadi di Indonesia seperti banjir, kekeringan, sampai pada penurunan kualitas serta masuknya bahan pencemar. Banyak lembaga yang melakukan riset, namun belum mampu memberikan solusi yang memadai. Kebanyakan riset tidak berhasil mengarahkan pengambilan kebijakan pada sebuah kesimpulan yang cukup baik untuk mengatasi masalah pencemaran perairan.

Perubahan kualitas air sebenarnya dapat dilihat dari indikator parameter fisika-kimia maupun biologi. Kemudian parameter fisika dan kimia banyak dijadikan sebagai dasar pengklasifikasian kualitas perairan. Penggunaan indikator biologi ternyata lebih memberikan informasi yang baik. Salah satu biota yang sering dijadikan indikator adalah makrobenthos. Makrozoobenthos mampu menggambarkan tingkat gangguan dalam jangka panjang.

Berdasarkan pengamatan secara biologis, perairan yang jauh dari pantai termasuk tipe perairan yang tercemar ringan dan perairan yang dekat dengan pantai termasuk perairan yang tercemar berat. Wilhm (1975) menyatakan bahwa penambahan bahan pencemar diperairan akan berpengaruh terhadap kelimpahan, komposisi, keragaman dan biomasa.

* Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor. Telp. 0251-622932

Perbedaan biomasa dan kelimpahan dari makrozoobenthos dapat menjelaskan kondisi perairan. Bila rasio biomasa lebih tinggi dari rasio kelimpahan perairan tersebut termasuk kelompok perairan yang tidak tercemar. Tetapi bila biomasa lebih rendah dari kelimpahan maka perairan tersebut termasuk perairan yang tercemar berat.

Selain biomasa makrozoobenthos, biomasa kerang hijau (*Perna viridis*) juga dapat dijadikan indikator perubahan lingkungan. Bila rasio biomasa daging kurang dari 0,5 selisih berat cangkang terhadap berat daging, maka perairan tersebut terindikasi berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi (Gosling, 1992).

Dengan demikian maka diperlukan sebuah kajian yang mendalam tentang biota air laut Teluk Jakarta, agar diperoleh informasi yang lebih memadai, tentang tingkat gangguan yang terjadi. Sehingga dapat disusun sebuah kriteria kualitas air bagi biota perairan laut seperti Teluk Jakarta.

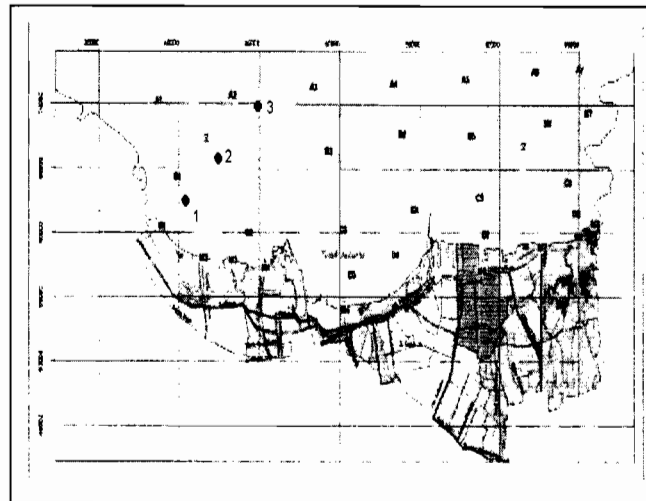
Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kualitas perairan untuk kepentingan biota komponen makrobenthos, biasanya terhadap kelimpahan, dan klasifikasi perairan dari indikator tersebut : (1) Menganalisis parameter kualitas lingkungan perairan laut untuk kepentingan ikan dan biota air, (2) Identifikasi jenis biota makrozoobenthos, tingkat biomasa dan kelimpahan dari makrozoobenthos yang ditemukan. Kemudian perubahan biomasa kerang hijau pada strata ukuran yang ditemukan, dan (3) Mengklasifikasi tingkat pencemaran yang terjadi dari indikator biota perairan.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian berupa pendekatan fisik yang diperlukan untuk upaya penggalian dalam melihat jenis biota bentik yang masih bertahan (*survive*). Selanjutnya dilakukan pendekatan sistemik dengan melakukan justifikasi yang tepat dari data dan informasi yang terkumpul.

Sampling biota contoh dan air dilakukan di perairan di Teluk Jakarta bagian barat (kamal muara) dengan tiga stasiun pengambilan contoh. Masing-masing stasiun di ambil contoh sebanyak tiga kali ulangan.

Stasiun pertama berada dekat dengan pantai, kedua dibagian agak ke tengah dan ketiga di tengah. Lokasi pengambilan contoh biota bentik juga sebagai lokasi pengambilan contoh kerang hijau (*Perna viridis*).



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Contoh Air dan Makrobenthos

Sebelum sampling pertama dilakukan diawali dengan survei pendahuluan (*pre survey*) untuk menetapkan stasiun pengambilan contoh. Tahap selanjutnya dilakukan sampling kualitas perairan dan sampling benthos dan sampling kerang hijau. Sampling dilakukan pada pagi hari jam 9 pagi WIB dimana kondisi perairan surut, dan siang dimana kondisi perairan dalam keadaan pasang. Contoh yang telah dikumpulkan, selanjutnya contoh tersebut dipreservasi untuk dianalisis di laboratorium produktivitas dan lingkungan perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

Contoh yang telah di kumpulkan di analisis sesuai dengan kebutuhan analisis. Analisis kualitas air dilakukan dengan prinsip analisis yang di kembangkan APHA (1989). Sedang biota bentik di identifikasi jenis dan biomasanya, sedangkan kerang hijau hanya biomasanya saja.

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan indek struktur populasi, indek F_{saw} , dan kurva ABC (*Abundance Biomass Comparison*) menurut Warwick, (1986). Analisis komunitas mencakup keragaman, keseragaman dan dominasi biota bentik yang ditemukan yaitu:

$$H'' = \sum_{i=1}^n P_i \log P_i$$

Keterangan:

- H = Indeks keragaman
- P_i = n_i/N
- n_i = Jumlah individu spesies ke-i
- N = Jumlah total individu

$$E = \frac{H'}{H \max}$$

Keterangan

- E = Indeks keseragaman
 H' = Indeks Keanekaragaman
 Hmax = 3,322 Log S (S= jumlah taksa)

Sedang dominasi spesies diformulasi sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1}^n Pi^2$$

Keterangan:

- D = Indeks dominasi
 Pi = ni/N (spesies ke-i dari total individu)

Analisis indeks kualitas air untuk biota didekati dari model O'Connor's indeks, atau yang lebih dikenal juga dengan (O'Connor's Indeks Clasification in Ott, 1979) yang diformulasikan sebagai berikut:

$$I_{FAWL} = \delta \sum_{i=1}^n Wi \times Ii$$

- Dimana I_{FAWL} = Indek Kualutas Air Untuk Ikan dan Biota Fish and Wild Life Indecs
 Wi = yaitu Bobot (Nilai Kepentingan masing-masing parameter)
 Ii = Nilai sub indeks Perairan.
 N = Jumlah parameter

Untuk melihat perkembangan yang terjadi pada kerang, dapat juga dilakukan klasifikasi (diferensiasi) perairan dari derajat pertumbuhan dan dan kualitas perairan di Teluk Jakarta.

Untuk melihat status kualitas air, maka setiap parameter memiliki nilai sub indeks sendiri dari parameter yang dipilih. Sub indeks ini kemudian menunjukkan tingkat status perairan tersebut. Untuk melihat status perairan tersebut maka hasil analisis dibandingkan dengan tabel deskripsi (Tabel 1).

Tabel 1 Kategori Perairan Menurut NSF-WQI

No	Kategori Perairan	Nilai WQI
1	Sangat Tercemar	0-25
2	Tercemar Sedang	26-50
3	Tercemar ringan	51-70
4	Baik	71-90
5	Sangat Baik	90-100

Sumber: NSF-WQI dalam Ott, 1978

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status Kualitas Perairan

Kualitas perairan yang diamati meliputi, parameter fisik, kimia dan biologi. Suhu perairan berkisar antara 27 °C -31 °C dengan rata-rata 29 °C ± 1,3 °C. Secara umum suhu berada pada kisaran normal untuk standar biota perairan. Salinitas perairan tergolong rendah, karena adanya pengaruh dari kawasan di hulu (air tawar). Kedalaman sampling berkisar antara 0,5-1 meter. Kandungan padatan tersuspensi masih tergolong rendah dan belum begitu berpengaruh terhadap kecerahan perairan. Padatan terlarut berkisar antara 7,05 mg/l - 24,37 mg/l dengan rata-rata 13,83 mg/l ± 3,24 mg/l. Keekeruhan berkisar antara 1 NTU -7 NTU dan tingkat kekeruhan rata-rata 4,10 NTU ± 2,42 NTU dan masih dibawah ambang batas.

Parameter pH terlihat cukup asam dan dua stasiun berada dibawah batas normal yang ditetapkan. Oksigen terlarut cukup baik kecuali didekat pantai yang relatif rendah hanya mencapai 2 mg/l. Kisaran oksigen antara 2-5 mg/l menunjukkan bahwa perairan tersebut dalam kondisi tercemar sedang (Sutamihardja, 1978) Parameter yang berada diatas nitrat cenderung tinggi dan parameter lainnya masih dibawah batas yang ditetapkan.

Hasil analisis indeks O'Connor menunjukkan bahwa suhu perairan mengalami pengaruh terhadap biota diperairan. Tabel 2 menyajikan 7 parameter kunci yang sangat menentukan bagi perkembangan biota perairan. Parameter yang tidak diambil contohnya adalah Phenil Alkohol (Phenol) dan Amonia. Hasil analisis menunjukkan bahwa ternyata terjadi penurunan nilai indeks O'Connor dari masing-masing parameter yang diamati.

Nilai kumulatif dari paramater perairan pada 7 parameter mencapai 64,991% (mendekati 65%). Kondisi ini menjelaskan bahwa perairan berada dalam kondisi tercemar ringan. Berdasarkan penelitian PKSPL-IPB (2004), bahwa perairan Teluk Jakart dalam kondisi tercemar berat.

Parameter yang memiliki bobot tertinggi adalah oksigen terlarut, artinya oksigen terlarut memberikan peran paling penting di perairan, diikuti oleh suhu dan pH perairan. Ketiga parameter tersebut menjadi parameter kunci bagi analisis kualitas perairan di Teluk Jakarta. Status perairan dari analisis kriteria O'Connor untuk setiap golongan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2 Analisa Indek Biota O'Conor pada Ketiga Lokasi Pengamatan

I.	FISIKA	Satuan	1	2	3	Bobot awal	Bobot Modif	Sub Indek	Bobot Per Parameter
1	Suhu	°C	27	29	31	0,17	0,229	54	12,383
2	Padatan terlarut (TDS)	mg/l	10073	7053	24373	0,07	0,1	33	3,3134
3	Kekeruhan	NTU	7,00	1,00	4,30	0,01	0,011	80	0,8684
4	pH	-	6,0	6,5	7,5	0,14	0,193	81	15,607
5	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	2,00	7,20	7,20	0,21	0,28	71	19,845
6	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,012	0,069	0,015	0,07	0,1	73	7,3297
7	Ortho fosfat	mg/l	0,011	0,005	0,005	0,06	0,087	65	5,6445

Keterangan: 1, 2, 3 adalah stasiun pengambilan contoh

Tabel 3 Klasifikasi Kualitas Perairan Teluk Jakarta pada Setiap Peruntukan Menurut O'Conor Indeks

Persen						
100	Purification not necessary	Acceptable for all water sports	Acceptable for all fish	Purification not necessary	Acceptable	Acceptable
90	Minor purification required			Minor purification necessary for industry		
80	Necessary treatment becoming more extensive	Becoming polluted	Marginal for trout	No Treatment necessary for normal industry		
70		Still acceptable bacteria count	Doubtful for sensitive fish			
60						
50	Doubtful	Doubtful for water contact	Hardy Fish Only	Extensive treatment for most industry		
40	Not Acceptable	Only boating no water contact	Coarse Fish Only			
30		Obvious pollution appearing	Not Acceptable	Rough industry use only	Obvious pollution appearing	
20		Obvious pollution		Not Acceptable	Obvious pollution	
10		Not Acceptable			Not acceptable	Not acceptable
0	Public Water Supply	Recreation	Fish Shellfish and Wild life	Industrial and Agriculture	Navigation	Treated waste transportation

(Modifikasi dari Ott, 1979)

Status perairan untuk kebutuhan publik memerlukan proses pengolahan (*treatment*). Peruntukan untuk kegiatan rekreasi kurang baik karena tergolong tercemar, dan untuk biota tercemar ringan. Sedangkan untuk kebutuhan industri, navigasi dan transportasi laut masih dapat dipergunakan secara baik.

Struktur Komunitas Biota Bentik

Struktur komunitas dinilai dari indek keragaman, keseragaman dan dominansi pada ketiga lokasi

sampling. Dari hasil analisis diperoleh bahwa stasiun 2 memiliki keragaman yang lebih tinggi dibandingkan stasiun 1 dan 3. Namun keseragaman tertinggi juga ditemukan pada stasiun kedua. Tabulasi hasil perhitungan indek populasi disajikan pada Table 4.

Stasiun dekat pantai masih memiliki jumlah jenis terbanyak dimana jenis *Meretrix* cenderung mendominasi. Keragaman rendah, dan keseragaman juga rendah, dominasi tinggi. Stasiun 2 dan 3 memiliki keragaman tertinggi dan dominasi rendah. Secara umum ini juga akan mendorong pertumbuhan biomas yang lebih tinggi dibandingkan lainnya.

Tabel 4 Jenis dan Jumlah makrozoobenthos

Parameter Populasi	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Jumlah	1660	565	1108
Taxa	19	16	12
Keragaman	0,233	0,66	0,411
Keseragaman	0,182	0,555	0,382
Dominansi	0,812	0,308	0,585

Biomasa Populasi Benthos

Hasil pengamatan populasi benthos memperlihatkan peningkatan jumlah populasi dari biomasa. Artinya jumlah populasi yang ada di perairan cukup banyak namun tidak dapat berkembang dengan baik. Hasil analisis dari hubungan populasi dengan biomasa untuk benthos yang diamati di sekitar perairan yang dekat dengan pantai seperti disajikan pada Gambar 1.

Analisis kurva jumlah makrozoobenthos dan biomasa memperlihatkan adanya perbedaan. Rasio ini menunjukkan bahwa terjadi keterbatasan kemampuan berkembangnya biomasa benthos, sehingga benthosnya cenderung lebih kecil-kecil. Berdasarkan pengelompokan kurva ABC (*Abundance Biomass Comparison*), maka kondisi tersebut dalam kondisi tercemar berat. Perubahan air yang terjadi dapat terdeteksi pada biomasa.

Hasil pengamatan dari populasi benthos pada stasiun 1 dan stasiun 2 memperlihatkan rasio jumlah lebih tinggi dari biomasa. Ini menunjukkan bahwa secara ekologi, makrozoobenthos tidak berkembang dengan baik. Menurut Setyobudiandi (1998) secara umum biota benthik yang mengalami tekanan akan menyebabkan perkembangan biomasa yang lambat, terutama pada kawasan yang padat aktivitas.

Jika dibandingkan dengan kawasan dekat dengan pantai tingkat kekuatan cemaran di *intermediate zone* lebih rendah dari cemaran di dekat pantai. Perkembangan biomasa karena tekanan relatif rendah dari kawasan dekat pantai.

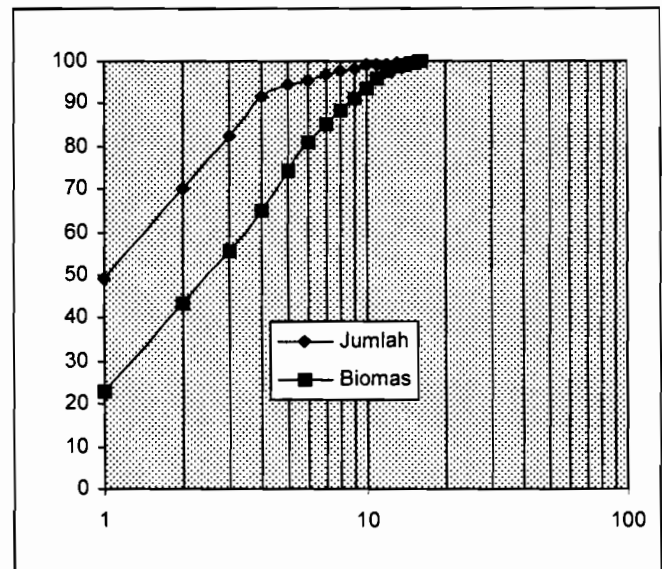
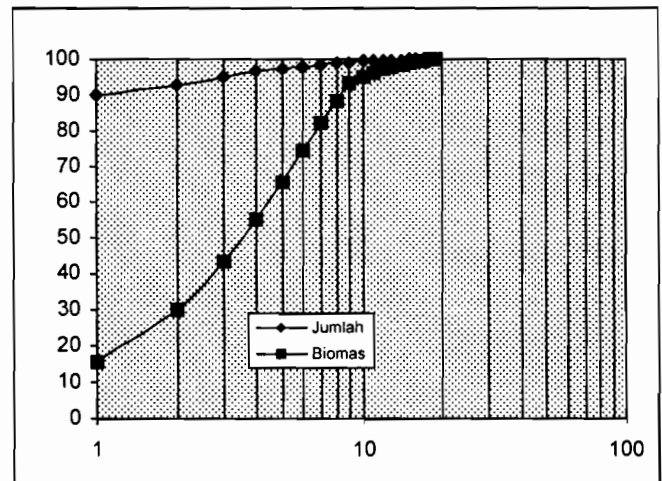
Pertumbuhan biomasa dan kepadatan populasi benthos di zona tengah (stasiun 3) juga memperlihatkan pola yang sama dengan lokasi bagian tengah. Pola perkembangan jumlah dan biomasa di zona tengah seperti terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan klasifikasi kurva ABC (*Abundance Biomass Comparison*), ternyata ketiga lokasi pengamatan dalam kondisi tercemar berat. Artinya perairan sampai sejauh lebih kurang 2 mill laut dari pantai Teluk Jakarta lingkungannya tercemar berat. Menurut Damar (2004) bahwa pencemaran teluk Jakarta sudah mengganggu perkembangan sumber-

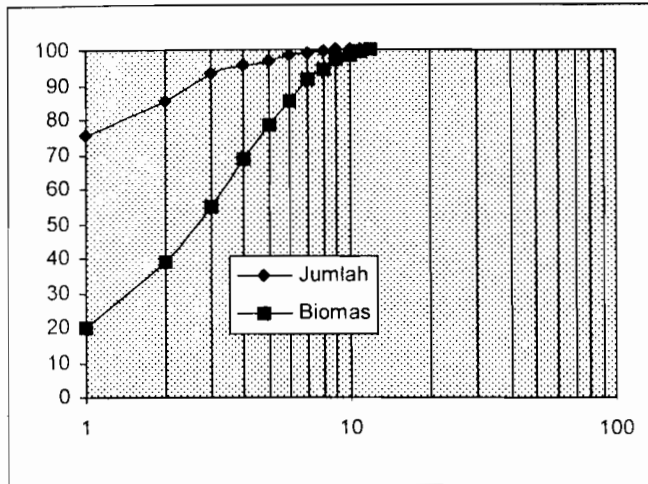
daya hayati di dalamnya. Profil ketiga stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Profil Hasil Pengamatan dari Biomasa Populasi

No	Lokasi sampling	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Dekat dekat pantai	Tercemar Berat	Fluktuasi fisik kimia air rendah karena relatif stagnan
2	Intermediate	Tercemar Berat	Pencemaran fisik-kimia lebih beragam
3	Bagian Tengah	Tercemar Berat	Pencampuran air lebih banyak.



Gambar 1 Profil Biomasa Benthos di Stasiun 1 dan Stasiun 2



Gambar 2 Kurva Biomasa dan Kelimpahan di Bagian Tengah

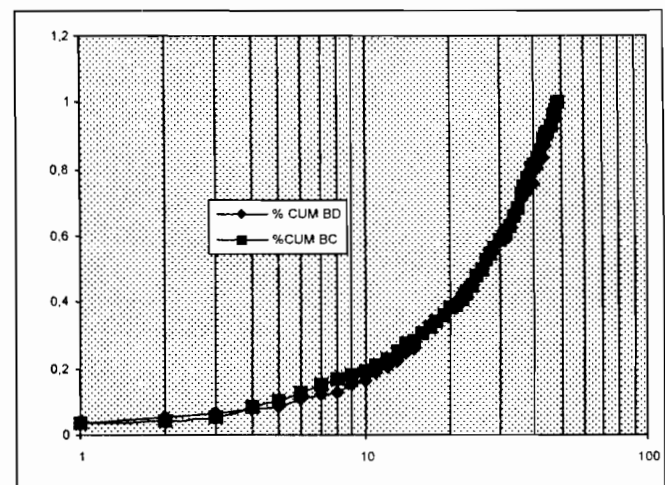
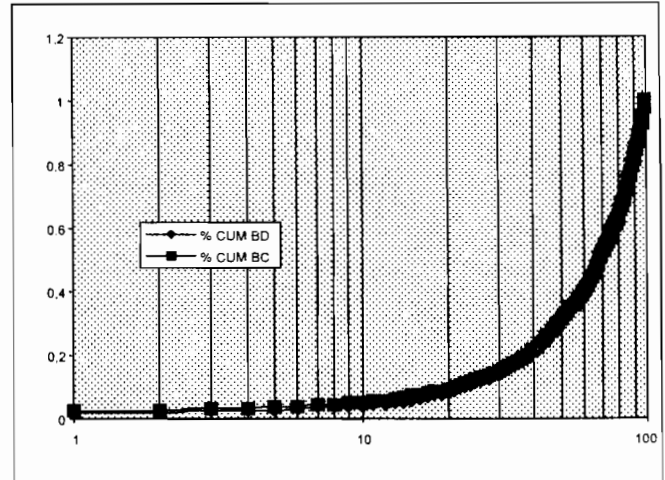
Berdasarkan tabel tersebut sampai radius 2 mil laut/kawasan teluk Jakarta masih merupakan kawasan yang telah mengalami gangguan secara ekologis dalam kategori sangat kuat.

Biomasa Populasi Kerang Hijau

Kerang yang diambil dari perairan Teluk Jakarta memiliki panjang dominan berkisar pada selang kelas 5,6 – 6,5 cm, dan 226 kerang diantaranya berjenis kelamin jantan. Sedangkan kerang betina panjang dominan berada pada selang kelas 6,5 – 7,3 cm yaitu sebanyak 185 individu. Kerang jantan memiliki frekuensi yang lebih banyak pada saat mencapai kisaran panjang dominannya (226 individu) dibandingkan dengan betina (185 individu). Berdasarkan ukuran panjangnya terlihat bahwa kerang jantan yang dikumpulkan memiliki ukuran panjang dominan yang lebih kecil dibandingkan kerang betina. Ini sesuai dengan pola pertumbuhan yang terjadi pada tahun 1999-2000 (Sukimin, *et al*, 2001), yaitu pertumbuhan panjang betina lebih dominan dari pertumbuhan panjang kerang jantan.

Berdasarkan kurva tersebut dapat dikatakan bahwa baik kerang jantan maupun betina yang dikumpulkan dari perairan Teluk Jakarta umumnya memiliki ukuran panjang dominan lebih besar yaitu 5,6 – 6,5 cm (Jantan) dan 6,5 – 7,3 cm (betina) dibandingkan dengan kerang yang dikumpulkan dari perairan.

Analisis biomasa kerang hijau menunjukkan bahwa perairan tersebut memiliki karakteristik yang unik. Perkembangan biomasa daging dan cangkang kerang hijau berkembang cukup variatif seperti Gambar 3.



Gambar 3 Pola Perkembangan di Biomasa Kerang Hijau di Kedalaman 2 dan 5 Meter

Keterangan :
 % CUM BD : Persen Kumulatif Berat Daging
 % CUM BC : Persen Kumulatif Berat Cangkang

Dari Gambar 3 tersebut bahwa pada ukuran kecil biomasa daging berkembang lebih awal. Kemudian diikuti oleh perkembangan biomasa cangkang. Ini terjadi pada selang ukuran 3,4 cm sampai 3,6 cm. Pada ukuran 3,6 cm keatas terjadi perubahan yang cukup drastis sampai ukuran kerang mencapai 5,3 cm. Setelah itu perkembangan ini menjadi berimbang terutama sampai pada ukuran kerang mencapai 7 cm. Menurut Vakily (1989), awalnya populasi kerang itu mengalami pertumbuhan allometrik kemudian dapat berubah menjadi isometric.

Pola perubahan pertumbuhan biomasa cangkang dan daging kerang yang terjadi menunjukkan adanya pola perubahan tekanan terhadap individu kerang. Daging kerang ternyata berkembang baik pada ukuran dewasa rata-rata diatas 5 cm. Sedangkan

cangkang selalu berkembang secara tetap. Kondisi ini memberikan informasi bahwa biomasa kerang terganggu oleh perubahan lingkungan akibat kondisi tersebut. Menurut laporan Dinas Peternakan, perikanan dan kelautan DKI Jakarta (2005), pada fase dewasa kerang hijau di Teluk Jakarta mengalami fase *mal-transformasi*. Pola perkembangan bagian permukaan ternyata tidak sama dengan perkembangan kerang bagian dalam (kedalaman 5 meter). Secara konstan daging kerang lebih lambat berkembang dibandingkan dengan cangkang kerang. Sehingga selama satu siklus terlihat cangkang kerang yang mampu berkembang lebih baik. Keadaan ini menunjukkan bahwa pada lapisan yang lebih dalam (5 meter) kondisi perairan lebih stabil, sehingga perkembangan parameter cangkang dan daging tidak banyak mengalami perubahan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini di ketahui bahwa kualitas perairan telah mengganggu perairan terutama biota air, sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan dengan melakukan *treatment*. Kondisi kualitas perairan untuk biota sudah berada pada keadaan tercemar. Sedangkan biota bentos dalam kondisi tercemar berat, Hasil identifikasi hewan bentos terlihat bahwa populasi bentos sangat terpengaruh oleh kondisi fisik kimia perairan tersebut. Untuk perkembangan populasi kerang hijau umumnya terjadi gangguan yang signifikan pada bagian permukaan perairan. Gangguan dipermukaan yang terjadi karena tingginya fluktuasi kualitas perairan yang terlihat pada perubahan kondisi biomasa cangkang dan daging dari *Perna viridis*.

SARAN

Tingkat gangguan yang terjadi pada populasi telah sampai pada level biota (daging dan cangkang). Sehingga perlu diperhatikan bahwa ternyata pencemaran perairan di Teluk Jakarta dalam kondisi yang berbahaya. Pertimbangan untuk kegiatan rekreasi juga sudah memperlihatkan bahwa perairan tersebut mengalami berbagai bentuk pencemaran. Sehingga untuk kegiatan sumber air publik yang langsung bersentuhan dengan kulit harus dijaga dan diperhatikan.

Dari beberapa hasil yang telah dikemukakan diatas, maka untuk lebih memberikan keutuhan informasi maka diperlukan informasi tentang jaringan somatik sel. Sehingga dapat dilihat pengaruh yang dapat memberikan resiko pada kerusakan sel dan jaringan manusia yang mengkonsumsi kerang hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1989. Standar Method for Examination of Water Quality. EPA. John Willey and Sons. New York.
- Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan DKI Jakarta. 2005. Kajian Pencemaran Pada Populasi Kerang Hijau. (tidak dipublikasikan).
- Damar, A. 2004. Teluk Jakarta. Tercemar Tapi Subur. Artikel kolom bahari. Kompas.
- Gosling, E. 1992. *The Mussel Mytilus*. Ecology, Physiology, Genetic and Culture. Development in Aquaculture and Fisheries Science 25. Elsevier. Amsterdam. New York. Tokyo. P 557.
- Krebs, C. J. 1989. Ecology Methodology. Harper and Rows Publisher. New York. P 765.
- PKSPL-IPB, 2004. Survei Kualitas Air Teluk Jakarta. (survei kasus kematian ikan Teluk Jakarta).
- Sukimin, S; I Setyobudiandi; Y Ernawati; Y Vitner; dan H Nurlatifah. 2001. Assessment of the Reproduction Biology of Green Mussel, *Perna viridis* L. (1758) as a Biological Indicator at the Polluted Area: Case Study at Muara Kamal, Jakarta Bay and Bojonegara, Banten Bay. Jurnal Biotrop. 2001.
- Sutamihardja, R.T.M. 1978. Kualitas Perencanaan dan Lingkungan. Bahan kuliah pascasarjan. IPB. Bogor.
- Setyobudiandi, I. 1998. Penggunaan Kurva ABC (*Abundance Biomass Comparison*) dalam mendeteksi gangguan akibat buangan air panas PLTU Krakatau Stell di Teluk Glebeg. Program OPF. IPB.
- Ott, W.R. Enviromental Indices. Ann Arbor Science Publishers. Inc. Aan Arbor. Michigan. 371 P.
- Vakily, J. M. 1989. The Biology and Culture of Mussels of the Genus *Perna*. ICLARM. Studies and Review. Manila Philipina and Oeutshe Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit (GTZ). GmbH. Eschborn. Federal Republik of Germany
- Warwick, R.M 1986. A New Method for Detecting Pollution Effect on Marine Macrobenthic Communities. Marine Biology. 97: 193.200.
- Wilhm, J.L. 1975. Biological Indicator of Pollution. In Whitton 1975. River Ecology. Vol 2. Blackwell Scientific Publication. Oxford. London.