

© 2005 Yonvitner
Makalah Individu
Pengantar Falsafah Sains (PPS702)
Program Pasca Sarjana / S3
Institut Pertanian Bogor
Sem 2 2004/5

Posted: 3 June, 2005

Dosen:
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng
Prof. Dr. Zahrial Coto.

APLIKASI (FAWL INDEKS) DAN BIOTA DALAM KLASIFIKASI PENCEMARAN. (Kasus Perairan Teluk Jakarta)

Oleh;

Yonvitner

C261040141

yonvitr@yahoo.com

Abstrak

Berbagai teknik telah dikembangkan orang untuk melihat tingkat pencemaran perairan. Mulai dari teknik identifikasi komponen fisik, kimia dan biologi. Dengan demikian perkembangan teknik pengamatan populasi menjadi semakin beragam. Dalam penelitian ini dijelaskan sebuah proses pemantauan lingkungan melalui penilaian indikator biologi diantaranya biomass makrobenthos dan populasi kerang hijau

Penelitian ini dilakukan sebagai bahan pertimbangan untuk mengetahui bahwa ternyata kerusakan lingkungan yang terjadi telah mulai dari level yang rendah sampai tinggi. Semua itu dapat diprediksi melalui berbagai biota indikator (*biological indicator*). Biota yang diambil sebagai contoh adalah makrozoobenthos dan kerang hijau. Metode yang digunakan sebagai analisis adalah analisis kualitas air (Fish and Wildlife Method) dari Ott, 1979. Analisis biology yang dikembangkan adalah model kurva kumulatif dominan untuk melihat perkembangan biomass, populasi, dan sebagainya.

Analisis indeks F_{SAWL} terlihat bahwa indeks menunjukkan kisaran nilai antara 64,99 berada pada standar tidak sesuai untuk ikan. Analisis Abundance dan Biomas Comparison menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kepadatan dan penurunan biomass yang mengindikasikan bahwa perairan tersebut tercemar berat. Indeks biologi menunjukkan bahwa gangguan sangat kuat terjadi pada kedalaman 2 meter. Sehingga terlihat adanya kesesuaian antara indeks air, biota dan kerang hijau.

Key Word: Kualitas Air, Benthos, Kerang Hijau

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Berbagai bencana perairan yang terjadi di Indonesia, mulai dari bencana fisik yang terkait dengan air seperti banjir, kekeringan, sampai pada penurunan kualitas serta masuknya bahan pencemar adalah akibat kegiatan manusia. Dalam jangka panjang resiko terbesar pada akhirnya tetap diderita oleh manusia.

Kematian ikan akibat pencemaran sering kali terjadi di Indonesia. Banyak lembaga penelitian yang melakukan riset aplikatif namun belum secara terpadu dari semua komponen indikator dampak. Bahkan kebanyakan riset tersebut tidak berhasil mengarahkan pengambilan kebijakan pada sebuah kesimpulan yang cukup kuat untuk mengatasi masalah pencemaran perairan.

Kasus kematian ikan, pencemaran pada biota air non ikan (kerang hijau) di Teluk Jakarta salah satu bentuk dari dampak pencemaran perairan. Beberapa penyebab dari kematian ikan tersebut diantaranya adalah pencemaran bahan organik, blooming fitoplankton yang menyebabkan defisiensi oksigen, bahkan ada yang mengasumsikan sebagai akibat dari tumpahan dan kandungan minyak di perairan.

Perubahan kualitas air dapat dilihat dari parameter fisik-kimia maupun biologi. Parameter fisika dan kimia perairan banyak dijadikan sebagai dasar pengklasifikasian perairan. Namun selain itu parameter biologi ternyata lebih memberikan informasi yang baik. Karena parameter biologi terutama makrozoobenthos mampu memberikan menggambarkan mengenai 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 di perairan akan berpengaruh terhadap kelimpahan, komposisi, keragaman dan biomass.

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

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

Maka untuk itu seringkali dilakukan pengamatan yang lebih mendalam terhadap keberadaan biomass kerang hijau sebagai indikator perubahan lingkungan. Karena karakter hewan yang hidup di kolom air dan bersifat filter feeder.

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

Mengidentifikasi tingkat gangguan yang terjadi akibat pencemaran perairan Teluk Jakarta pada level biota *sessile*.

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

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.
3. Mengklasifikasi tingkat pencemaran yang terjadi dari indikator biota perairan.

Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai dasar kelengkapan informasi tentang kekuatan pencemaran pada biota air di Teluk Jakarta. Untuk kemudian dapat dijadikan dasar dalam melihat tingkat kesehatan ekosistem Teluk Jakarta.

PERMASALAHAN

Masalah pencemaran perairan bukanlah permasalahan yang baru-baru saja muncul. Hingga saat ini telah banyak kejadian yang berdampak sangat merugikan terhadap kehidupan manusia. Salah satu contoh adalah kondisi lingkungan Teluk Jakarta.

Kasus kematian ikan-ikan, kerang hijau (*Perna viridis*), *Blooming fitoplankton* adalah dampak dari tingginya pencemaran di Teluk Jakarta. Kasus demi kasus tidak terjadi sekali saja, tapi sudah mengalami beberapa kali kejadian.

Kejadian yang terjadi secara periodik tersebut tampaknya sampai sekarang belum bisa memberikan sebuah langkah antisipatif yang baik. Bahkan dalam merumuskan penyebab dari kematian ikan tersebut masih belum ada kata sepakat. Hal ini disebabkan perbedaan kemampuan analisis dan pendekatan dalam memandang sebab pencemaran, kuantitas pencemaran dan intensitas pencemaran di Teluk Jakarta.

Namun dari pola yang terdispersi tersebut dapat berkembang sebuah pendekatan *unity* yang kemudian yang dijadikan sebagai sebuah dasar bersama untuk mencari alternatif permasalahan Teluk Jakarta.

Untuk itu perlu salah satu upaya yang perlu di ketahui tingkat perubahan komunitas benthik (biomasa dan kelimpahan) akibat pencemaran. Perairan akan dapat dikategorikan sehat apabila komunitas yang terdapat di dalamnya bisa menjaga (*maintenance*) seperti pertumbuhan biomassa dan pertumbuhan panjang secara seimbang.

Perumusan Masalah

Dari berbagai permasalahan diatas, maka penting upaya pengendalian pencemaran dan penurunan kualitas lingkungan yang dimulai dari upaya monitoring kualitas lingkungan. Monitoring ini dapat dilakukan melalui pendekatan pengelolaan fisik, kimia dan biologi sumberdaya di lingkungan tersebut.

Dari permasalahan diatas terlihat bahwa, terjadi perubahan kualitas lingkungan melalui pengamatan struktur ekosistem. Namun demikian struktur yang berkembang terlihat sebagai bagian dari upaya untuk memantau tingkat kualitas perairan.

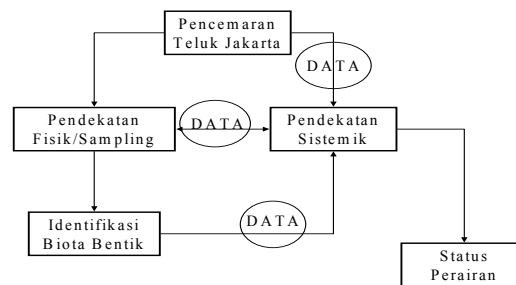
Sumber masukan bahan pencemaran dapat diproses secara alami dalam badan air dengan mekanisme dekomposisi. Proses tersebut dikenal dengan perubahan fisik kawasan. Dalam konteks dinamika ekosistem, perkembangan yang terjadi kemudian akan mudah dipantau dari perkembangan struktur ekosistem.

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Melihat permasalahan dan fungsi dari kedua biota diatas, maka perlu dirumuskan sebuah formulasi yang tepat. Sehingga diperlukan beberapa teknik pendekatan yang dapat memberikan informasi yang sesuai. Pendekatan pertama yaitu pendekatan fisik dimana diperlu suatu upaya penggalan untuk melihat jenis biota benthik yang masih bertahan

(*survive*). Kemudian selanjutnya dilakukan pendekatan sistemik dengan melakukan judgment yang tepat dari data dan informasi yang terkumpul.



Gambar 1. Tahapan Pendekatan Penyelesaian Masalah

Sampling dilakukan di Teluk Jakarta bagian barat (kamal muara) dengan tiga stasiun pengambilan contoh. Masing-masing stasiun di ulang sebanyak tiga kali ulangan. Data yang akan dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data sekunder diperlukan untuk melihat perkembangan biota dalam range waktu yang berbeda. Sedangkan data primer meliputi data kualitas perairan, dan biota air.

Data kualitas air akan dikumpulkan pada lima titik contoh. Stasiun pertama adalah stasiun base (stasiun utama). Dua stasiun diambil secara tegak lurus pantai dan dua lagi di kiri kanan stasiun base. Lokasi yang dipilih terutama kawasan perairan di sekitar lokasi budidaya kerang hijau. Biota benthik diambil pada lokasi yang sama dengan kualitas air.

Tabel 1. Jenis Data, Metode Pengumpulan Data dan Lokasi Kegiatan

Jenis Data	Pengumpulan	Lokasi
Kualitas Air	Survei Primer	Lapangan
Data Struktur Biota Benthik	Survei Primer	Lapangan
Data Biomasa Benthik	Uji Laboratorium	Laboratorium

Pada tahap pertama akan dilakukan rapid survei untuk melihat stasiun pengambilan contoh. Tahap selanjutnya akan dilakukan sampling kualitas perairan dan sampling benthos dan sampling kerang hijau. Kemudian dilakukan analisis biomassa kualitas air. Pada tahap selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dan klarifikasi data.

Metode Analisa

Analisis data yang telah berhasil dikumpulkan dalam penelitian ini seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Data dan Metode Analisis

Jenis Data	Metode Analisis
Kualitas Air	Analisis Standar Kualitas Air (APHA, 1997)
Data Struktur Biota Benthik	Analisis Struktur Komunitas, (Krebs, 1989)
Data Biomasa Benthik	Analisis Kurva ABC (Abundance and Biomass Comparison) (Warwick, 1986)

Analisa komunitas mencakup keragaman, keseragaman dan dominasi. Selain itu juga dikembangkan analisis biostratagraphy perairan berdasarkan jumlah jenis dari biota yang ditemukan.

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

Keterangan;

H = Indeks keragaman
 Pi = n_i/N
 Ni = Jumlah individu spesies ke-I
 N = Jumlah total individu

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

Keterangan

E = Indeks keseragaman
 H' = Indek Keanekaragam
 Hmax = $3,322 \log S$ (S= taksa)

Sedang dominasi spesies diformulasi sebagai berikut;

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

Keterangan:

D = Indeks dominasi
 Pi = n_i/N (spesies ke-I dari total individu)

Hasil analisis kualitas air juga akan di kembangan melalui pendekatan kualitas lingkungan untuk kebutuhan hidup biota (I_{FAWL} Indeks) Analisis indek kualitas air untuk biota didekati dari **O'Connor's indeks**. Lebih dikenal juga dengan (**O'Conor's Indecs Clasification in Ott, 1979**) yang diformulasikan sebagai berikut:

$$I_{FAWL} = \delta \sum_{i=1}^9 W_i \times I_i$$

Dimana I_{FAWL} = **Fish and Wild Life Indecs**
 = Wi adalah Bobot (Nilai Kepentingan Parameter)
 = Ii adalah sub indeks dari Parameter Perairan.

Untuk melihat perkembangan yang terjadi pada ikan, dapat juga dilakukan klasifikasi (diferensiasi) perairan dari derajat pertumbuhan dan dan kualitas perairan di Teluk Jakarta. Hal ini dilakukan agar terlihat bahwa adanya pengaruh yang signifikan dari lingkungan terhadap biota air. Pada tahap akhir akan dilakukan pengujian dari formulasi yang diperoleh dari semua indek kepentingan parameter yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Perairan dan Lingkungan

Kualitas perairan yang diamati diantaranya adalah parameter fisika yang meliputi, parameter fisik, kimia dan biologi. Namun demikian untuk analisis yang sesuai maka di pilih indek O,Conor di kawasan tersebut. Analisis deskripsi kualitas dari perairan yang ada dikawasan tersebut disajikan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. Kualitas Perairan di Tiga Lokasi Pengambilan Contoh Teluk Jakarta

I. FISIKA	Satuan	1	2	3	Rataan	Min	Max	Standar
1 Suhu	°C	27	29	31	29,00	27	31	28-32
2 Salinitas	°/oo	13	8	27	16,00	8	27	33-34
3 Kedalaman	meter	1	5	0,5	2,17	0,5	1	-
4 Padatan tersuspensi (TSS)	mg/l	13	3	5	7,00	3	13	20
5 Padatan terlarut (TDS)	mg/l	10073	7053	24373	13833,00	7053	24373	-
6 Kekeruhan	NTU	7,00	1,00	4,30	4,10	1	7	< 5
II. KIMIA								
1 pH	-	6,0	6,5	7,5	6,67	6	7,5	7-8,5
2 Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	2,00	7,20	7,20	5,47	2	7,2	>5
3 BOD ₅	mg/l	14,40	1,20	2,00	5,87	1,2	14,4	20
4 COD	mg/l	40,75	40,75	12,23	31,24	12,23	40,75	-
5 Sulfida (H ₂ S)	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
6 Kesadahan Mg	mgCaCO ₃ /l	5405,4	6006	6006	5805,80	5405	6006	-
7 Kesadahan Ca	mgCaCO ₃ /l	2402,4	2002	2202,2	2202,20	2002	2402	-
8 Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,012	0,069	0,015	0,03	0,012	0,015	0,008
9 Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,006	0,003	0,002	0,00	0,002	0,006	-
10 Ortho fosfat	mg/l	0,011	0,005	0,005	0,01	0,005	0,011	0,015
11 Sianida (CN)	mg/l	0,014	0,023	0,017	0,02	0,014	0,017	0,5
12 Raksa (Hg)	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	0	0	0,001
13 Timbal (Pb)	mg/l	0,008	0,011	0,018	0,01	0,008	0,018	0,008
14 Kadmium (Cd)	mg/l	0,005	0,005	0,005	0,01	0,005	0,005	0,001
15 Minyak dan Lemak	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<0,001	0	0	1

Dari tabel diatas terlihat suhu perairan berkisar antara 27-31 dengan rata-rata 29°C. Secara umum suhu berada pada kisaran normal untuk standar biota perairan. Salinitas perairan tergolong rendah, karena adanya pengaruh masukkkan pengaruh dari kawasan di hulu (air tawar). Kedalaman sampling berkisar antara 0,5-1 meter. Padatan tersuspensi masih tergolong rendah dan belum begitu berpengaruh. Padatan terlarut berkisar antara 7,053-24,373 mg/l dengan rata-rata 13,833. Kekeruhan berkisar antara 1-7 NTU dan tingkat kekeruhan rata-rata 4,10 NTU dan masih dibawah batas normal.

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. Parameter yang berada diatas nitrat cenderung tinggikan parameter lainnya masih dibawah batas yang ditetapkan

Hasil analisis indek O'Conor diperlihatkan bahwa suhu perairan mengalami pengaruh yang cukup sensitive terhadap ekosistem dikawasan tersebut. Pola dan kondisi indek O'Conor disajikan pada Tabel dibawah ini. Tabel 4. menyajikan 7 parameter kunci yang sangat menentukan bagi perkembangan biota perairan. Parameter yang tidak diambil conothnya adalah Phenil Alkohol (Phenol) dan

Amonia. Hasil analisis dari parameter tersebut menunjukkan bahwa ternyata terjadi penurunan nilai indek dari masing-masing parameter yang diamati.

Tabel 4. Analisa Indeks Biota O'Connor (FAWL) pada Ketiga Lokasi Pengamatan

L	FISIKA	Satuan	1	2	3	Bobot	Bobot	Indek	Bobot
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
						0,74	1		64,991

Berdasarkan hasil analisis diatas terlihat bahwa ternyata kondisi perairan kawasan teluk Jakarta dapat dilihat pada kriteria dibawah ini. Secara umum kumulatif dari paramater perairan pada 7 parameter mencapai 64,991 %. Sehingga bobot ini memberikan informasi tentang jumlah karakter kawasan dari fisik-kimia perairan. Secara keseluruhan bobot dari ke tujuh parameter tersebut hanya mencapai 0,74. Parameter yang memiliki bobot tertinggi adalah oksigen terlarut. Artinya oksigen terlarut memberikan peran paling penting diantara parameter kualitas air yang ada. Diikuti oleh suhu dan pH perairan. Sangat jelas bahwa ketiga parameter tersebut menjadi parameter kunci bagi analisis kualitas perairan di Teluk Jakarta.

Kondisi fisiografi populasi terlihat bahwa ternyata tingkat kriteria Conor dapat memberikan profile lingkungan perairan yang berbeda-beda seperti gambar dibawah ini.

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	Extensive treatment for most industry		
60		Doubtful for water contact	Hardy Fish Only		Obvious pollution appearing	Obvious pollution
50		Only boating no water contact	Coarse Fish Only			
40	Not Acceptable	Obvious pollution appearing	Not Acceptable	Rough industry use only		
30		Obvious pollution		Not Acceptable		
20		Not Acceptable			Not acceptable	Not acceptable
10						
0	Public Water Supply	Recreation	Fish Shellfish and Wild life	Industrial and Agriculture	Navigation	Treated waste transportation

Gambar 3. Profile Perairan di Kawasan Teluk Jakarta

Dari maktriiks diatas dapat terlihat bahwa ternyata untuk kebutuhan publik perlu dilakukan treatment. Pada kegiatan rekreasi terlihat adanya pencemaran dari fisik

perairan. Sangat buruk untuk kehidupan ikan yang beruaya. Sedang kebutuhan perusahaan, navigasi dan transportasi masih dapat dikembangkan dengan baik

Keragaman dan Keseragaman dan Dominansi

Analisis indeks keragaman, keseragaman dan dominansi pada ketiga lokasi sampling terlihat bahwa stasiun 2 memiliki keragaman yang lebih tinggi dibandingkan lainnya seperti terlihat pada table dibawah ini.

Tabel 5. Keragaman, Keseragaman dan Dominansi

Jenis	Stasiun	Stasiun 2	Stasiun 3
<i>Alectrion</i>	1	1	0
<i>Aliculastrum</i>	3	1	0
<i>Anadara</i>	42	54	105
<i>Babylonia</i>	1	0	0
<i>Balanus</i>	16	69	28
<i>Barbatia</i>	1	0	0
<i>Capitella</i>	1	0	3
<i>Carolina</i>	2	0	0
<i>Gamarus</i>	21	14	10
<i>Herpectycus</i>	1	0	0
<i>Littorina</i>	5	1	0
<i>Meretrix</i>	1495	276	836
<i>Merica</i>	1	0	0
<i>Musculus</i>	7	0	0
<i>Myriochele</i>	1	0	0
<i>Natirus</i>	1	0	0
<i>Nepthys</i>	1	0	0
<i>Nereis</i>	5	7	13
<i>Oxyperas</i>	4	0	0
<i>Pbraonella</i>	5	0	0
<i>Perna</i>	43	119	89
<i>Peticumasa</i>	2	0	0
<i>Pharaonella</i>	5	0	0
<i>Pilla</i>	1	0	0
<i>Scaphander</i>	6	6	0
<i>Solecratus</i>	1	0	0
<i>Tellina</i>	9	4	15
<i>Turitella</i>	1	0	0
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

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

Biomass Populasi Benthos

Hasil pengamatan dari populasi benthos di Teluk Jakarta terlihat adanya peningkatan jumlah populasi dari biomass. Artinya jumlah populasi yang ada di perairan cukup banyak namun tidak dapat berkembang dengan baik. Analisis biomass comparison untuk melihat adanya perbedaan yang cukup jauh antara rasio kumulatif kepadatan dengan rasio kumulatif biomass. Rasio ini menunjukkan bahwa terjadi keterbatasan kemampuan berkembangnya biota benthos, sehingga benthosnya cenderung lebih kecil-kecil. Dengan melihat kondisi tersebut maka, berdasarkan pengelompokan Abundance Biomass Comparison, maka kondisi wilayah pada daerah yang dekat dengan pantai dalam kondisi tercemar berat.

Hasil pengamatan dari populasi benthos pada bagian agak ketengah terlihat pola yang sama dengan stasiun 1. Dimana jumlah populasi yang ada di perairan cukup banyak namun biomass tidak dapat berkembang dengan baik. Sehingga pola hubungan pada lokasi pengamatan kedua ini seperti terlihat dibawah ini.

Terlihat bahwa jumlah hewan bentos lebih dominan dari biomass. Kondisi ini memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan kepadatan. Pola tersebut juga menunjukkan bahwa daerah intermediate sebagai kawasan yang tercemar berat.

Jika dibandingkan dengan kawasan dekat dengan pantai tingkat kekuatan cemaran di intermediate zone lebih rendah dari cemaran di dekat pantai. Bagian intermediate lebih baik dibandingkan dengan zona dekat pantai karena biomass dapat berkembang dengan baik. Perkembangan biomass karena tekanan relatif rendah dari kawasan dekat pantai.

Pertumbuhan biomasa dan kepadatan populasi bentos di zona tengah juga memperlihatkan pola yang sama dengan lokasi bagian tengah. Pola perkembangan jumlah dan biomass di zona tengah.

Berdasarkan kondisi diatas terlihat bahwa kawasan di bagian intermediate masih dalam tercemar berat. Namun terlihat ada perkembangan biomass yang lebih baik dari stasiun dekat pantai. Berdasarkan indek biologi terlihat bahwa secara umum indek biologi memberikan informasi terjadinya gangguan pencemaran yang cukup tinggi di kawasan perairan Teluk Jakarta. Daerah yang cukup kuat pengaruhnya adalah lokasi yang berada dekat dengan pantai dan lokasi yang jauh dari pantai. Secara sederhana rumusan indek biologi disajikan pada Tabel berikut

Tabel 5. Profile Hasil Pengamatan dari Biomass 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.

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

Biomass Populasi Kerang Hijau

Pembagian selang kelas ukuran panjang menurut Wolpole (1995) adalah $1 + 3 \cdot \log N$, sedangkan untuk lebar selang ($P_{\text{maks}} - P_{\text{min}}$) dibagi jumlah selang kelas yang sudah diperoleh sebelumnya. Berdasarkan metode tersebut data ukuran panjang kerang hijau, *P. viridis* L di Teluk Jakarta terbagi menjadi 12 kelas panjang dengan lebar kelas 0,867 cm.

Kerang yang diambil dari perairan Teluk Jakarta memiliki panjang dominan yang berkisar pada selang kelas 5,609 – 6,476 cm, dan 226 kerang diantaranya berjenis kelamin jantan ; sedangkan kerang betina panjang dominan berada pada selang kelas 6,476 – 7,343 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). Perbandingan panjang antara kerang jantan dan betina menunjukkan bahwa kerang jantan yang dikumpulkan memiliki ukuran panjang dominan yang lebih kecil yaitu berada pada kisaran panjang 5.610 – 6.476 cm dibandingkan dengan kerang betina yang memiliki ukuran panjang dominan berkisar 6.477 – 7.343 cm.

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 5.610 – 6.476 cm (Jantan) dan 6. 477 – 7.343 cm (betina) dibandingkan dengan kerang yang dikumpulkan dari perairan.

Analisis biomass kerang hijau menunjukkan bahwa perairan tersebut memiliki karakter yang unik. Perkembangan biomass daging dan cangkang kerang hijau berkembang cukup variatif.

Pada ukuran kecil biomass daging berkembang lebih awal. Kemudian diikuti oleh perkembangan biomass 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.

Pola perubahan pertumbuhan biomassa cangkang dan daging yang terjadi menunjukkan adanya pola perubahan tekanan terhadap individu kerang. Daging ternyata baik berkembang 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.

Pola perkembangan dibagian permukaan ternyata tidak sama dengan perkembangan kerang dibagian 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 tetap, sehingga perkembangan parameter cangkang dan daging tidak banyak mengalami perubahan.

KESIMPULAN

Dari pengamatan beberapa parameter ukuran populasi dibawah terlihat bahwa ternyata ada perbedaan yang ditampilkan oleh beberapa paramater kunci pada bagian diatas. Secara umum hasil yang dapat disimpulkan sebagai berikut

Tabel 6. Kesimpulan Penelitian di Biomass Biota Indikator di Teluk Jakarta

Parameter	Kondisi	Keterangan
Kualitas Air	Tercemar	Kondisi kualitas perairan telah mengganggu perairan terutama biota air. Sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan dengan melakukan treatment
Biomass Benthos	Tercemar Berat	Hasil identifikasi hewan bentos terlihat bahwa populasi bentos sangat terpengaruh oleh kondisi fisik kimia perairan tersebut.
Biomass Kerang Hijau	Terjadi Gangguan di Permukaan	Gangguan dipermukaan terjadi sangat sering sehingga terjadi fluktuasi perubahan kondisi biomassa cangkang dan daging

Dari tabel diatas dapat ditarik sebuah benang merah bahwa tingkat gangguan yang terjadi pada populasi telah sampai pada level biota (sel). Sehingga perlu diperhatikan bahwa ternyata kerusakan perairan di Teluk Jakarta sangat tinggi.

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. Kalau perlu dikembangkan suatu upaya untuk meneliti pada level cel. Sehingga dapat dilihat pengaruh yang dapat memberikan resiko pada kerusakan sel dan jaringan manusia yang mengkonsumsi kerang hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, J. 1982. Kerang Hijau. PT Penebar Swadaya. Jakarta. 41 Hal
- Berry, A.J 1972. The Natural Histroy of West Malaysia Mangrove Faunas. Mat. Nat J. 25. P 135-162
- Canter, L. W. and L.G Hill 1981. Handbooks of Variables for Environment Impact Assessment. Aan Arbor Science Publishers Inc. Michigan. USA. P 115.
- Costatanza, R. 1997. Biodiversity Loss.
- Damar, 2004. Teluk Jakarta Tercemar Tapi Subur. Artikel Kompas. 2004.
- FAO, 1993. Introduction to Tropical Fish Stock Assesment. Part I Manual. United nation. Rome. P 376.
- 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.

- Hutabarat, S dan S. M. Evans .1985. Pengantar Oseanografi. UI Press Jakarta. 65 hal
- Hutchinson, G. E. 1967. A Treatise on Limnology II. John Willey and Son Inc. New York.
- KPPL 1997. Pemantauan Kualitas Lingkungan Perairan Teluk Jakarta. Jakarta
- Krebs, C. J. 1989. Ecology Metodology. Harper and Rows Publisher. New York. P 765.
- Lee, C. D; S. W Wang and C. L Kuo, 1978. Benthic Macroinvertebrate and Fishs as Biological Inficator of Water Quality with Reference to Community Diversity Indek. PP 233-238. A Paper at International Conference on Water Pollution Control in Developing Countries. Bangkok.
- Leppakoski, E. 1975. Assesment of Degree of Pollution on Basis of Macrozoobenthos in Marine and Brackish-Water Environment. Acta Academiae Aboensis Series B 35 (2): P 235-260.
- Nontji, A. 1984. Laut Nusantara. Jembatan Jakarta. 154 hal.
- Nybakken, J. W. 1993. Biology Laut. Suatu Pendekatan Ekologi. PT Gramedia. Jakarta. 460 hal.
- Ott, W.R. Enviromental Indices. Ann Arbor Science Publishers. Inc. Aan Arbor. Michigan. 371 P.
- Ruangwises, N dan S Ruangwises, 1997. Heavy Metal In Green Mussel (*Perna viridis*) from the Gulf of the Thailand. Jour. Food Protection. Vol 61. No 10. 1998. P. 94-97.
- 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 Zusammmeurnarbeit (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.
- Welch, E. B. 1952. Ecological Effect of Wastewater. Cambridge University Press. New York.
- Wilhm, J.L. 1975. Biological Indicator of Pollution. In Whitton 1975. River Ecology. Vol 2. Blackwell Scientific Publication. Oxford. London.
- Yonvitner, 2001. Struktur Komunitas Makrozoobenthos dan Pertumbuhan Kerang Hijau (*Perna viridis*, Lin, 1758) di Perairan Muara Kamal dan Bojonegara.