

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kondisi Muara Sungai

Muara sungai atau estuari adalah daerah perairan dimana air laut tercampur dengan air tawar yang berasal dari sungai ( Stewart, 1971 ). Arinard (1980 ) menyatakan bahwa perairan estuari dianggap sebagai perairan yang subur karena merupakan tempat penampungan nutrisi yang terbawa dari sungai dan daratan. Nybakken (1982) memberikan definisi sederhana bahwa estuari merupakan teluk di pantai, dimana air tawar dan air laut bertemu dan bercampur.

Sungai Babon terletak di sebelah Timur Kodya Semarang berbatasan dengan kabupaten Demak. Sepanjang daerah aliran sungainya terdapat kawasan industri, pemukiman penduduk dan muaranya dijadikan daerah penangkapan ikan bagi nelayan tradisional serta area pertambakan. Menurut Suharto ( 1994 ), Sungai Babon merupakan salah satu sungai yang relatif besar dan strategis serta mempunyai peran penting bagi kehidupan mesyarakat sekitarnya. Jenis jenis industri yang terdapat di kawasan Sungai Babon tersaji pada Tabel 2.

### B. Pencemaran Perairan

Pencemaran adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk ( Palar, 1994 ). Peraturan Pemerintah No. 20 / 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air memberikan definisi pencemaran air yaitu masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai

ketingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Penyebab terjadinya pencemaran di estuari adalah pembuangan sampah dan hasil industri yang mengandung logam. Pada umumnya limbah tersebut dibuang ke sungai lalu akan mengalir ke muara sungai dan masuk ke lingkungan laut ( Hutabarat dan Evans, 1985 ).

Tabel 2. Daftar Nama Perusahaan di Sekitar Sungai Babon Semarang

No	Nama Perusahaan	Produksi / Jenis Usaha	Limbah
1	PT. Usaha Abadi	Penyamakan kulit	Cr, Cd, Pb, S
2	PT. Condro Purnomo Cipto	Penyamakan kulit	Cr, Cd, Pb, S
3	PT. Bintang Buana Sakti	Penyamakan kulit	Cr, Cd, Pb, S
4	PT. CP. Prima	Makanan ternak	N, P, S
5	PT. AURTA	Makanan, minuman	Cu, Cd, Cr, Zn, Ni
6	PT. Rena Jaya	Bumbu Masak	
7	PT. Rodeo	Garmen	Hg, Pb, Cd, Cr, S
8	PUSKUD Mina Baruna	Cold storage	Cr, Zn, Cd, Ni
9	Nippon Paint	Pengalengan cat	Cr, Pb, Cd, Cr, Cu
10	Kalimas	Bengkel kerja	
11	Surya Karya Utama	Bak mobil	Cr, Pb, Cd, Zn
12	Pohon Cemara	Ubin	Pb, Cd, Zn
13	Sari Mustika	Garasi mobil	
14	Bumi Waras	Tapioka	
15	Populer Group	Karet	S, NH <sub>3</sub>
16	Multi Plastido	Plastik	Cd, Zn, Ni
17	Minara Jaya	Pengecoran logam	Hg, Pb, Cd, Cu
18	Pusaka Hidup	Pabrik rokok	
19	Sumber Baru	Pengelolaan kertas	Hg, Pb, Cr, S, Cn
20	Jaya Abadi Mulia	Pabrik kimia	Hg, Cd, Zn, Ni, Cr
21	Lambung Energi Bumi	Elpiji	Hg, Pb, Cd,
22	Kebayoran Farma	Farmasi	Hg, Zn, Cd, fenol
23	Adiguna Ekasatya	Pergudangan	
24	Gita Sanjaya	SPBU	

Sumber : Kelurahan Trimulya, 1997

### C. Sumber-sumber Pencemaran

Bila ditinjau dari asalnya, maka bahan pencemar yang masuk ke dalam ekosistem laut dapat dibagi menjadi dua yaitu :

1. Bahan pencemar yang berasal dari laut sendiri, misalkan disebabkan oleh tumpahan minyak dari kapal-kapal, kebocoran pipa minyak dari kegiatan pengilangan minyak lepas pantai atau lumpur buangan dari kegiatan pertambangan di laut.
2. Bahan pencemar yang berasal dari kegiatan di daratan, misalnya limbah industri, rumah tangga, perkotaan, pertanian dan pertambangan yang dapat masuk ke ekosistem laut melalui udara atau oleh air sungai ( Yusuf, 1994 dalam Mugiyana, 1997 ).

Berkaitan dengan sumber-sumber pencemaran di atas, Odum ( 1971 ) membagi zat pencemar menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Zat pencemar tahan urai (Non Biodegradable Pollutants), misalnya persenyawaan logam berat, sianida, garam-garam merkuri, phenol, pestisida (DDT ) dll. Senyawa-senyawa tersebut sukar terurai atau terurai secara lambat. Zat pencemar ini selain sukar terurai juga bisa terakumulasi melalui rantai makanan.
2. Zat penceinar mudah terurai ( Biodegradable Pollutants), misalnya sampah-sampah domestik yang dapat dengan mudah membusuk oleh proses-proses alamiah.

#### D. Pencemaran oleh Logam Berat

Menurut Darmono ( 1992 ), logam berat adalah unsur-unsur dengan nomor atom dari 23-32, 39-51, 54—84, dan 89-106 yang terletak pada periode IV-VII di dalam sistem periodik unsur. Selain itu susunan kimia logam berat di dalam air jarang sekali berbentuk atom tersendiri, tetapi dalam bentuk ion.

Konsentrasi logam-logam di dalam badan perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dengan sedimen ( endapan ). Pada dasar perairan tersebut, ion logam dan kompleks-kompleksnya yang larut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel terlarut yang melayang-layang dalam badan perairan.

Keberadaan logam-logam berat dalam badan perairan dapat berasal dari sumber-sumber alamiah dan dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sumber-sumber logam alamiah yang masuk ke dalam badan perairan dapat berupa pengikisan dari batu mineral yang berada disekitar perairan. Adapun logam yang berasal dari aktivitas manusia dapat berupa buangan sisa-sisa dari industri atau buangan rumah tangga ( Palar, 1994 ).

Kadar logam berat pada air laut telah diatur dalam Pedoman Baku Mutu Air Laut untuk Biota dan Budidaya Perikanan ( Kep. 02/ Men-KLH/ 1988 ). Untuk kadar Cd yang diperbolehkan 0,00002 ppm -0,01 ppm sedangkan kadar logam berat yang terkandung dalam sedimen belum diatur dalam pedoman tersebut.

Menurut Hutagalung ( 1991 ), logam berat banyak dimanfaatkan dalam bidang industri sehingga jenis industri yang terdapat di suatu daerah dapat digunakan untuk meramalkan pencemaran logam berat yang mungkin terjadi di daerah tersebut. Logam berat sebagai hasil buangan industri dapat dikelompokkan

seperti disajikan pada lampiran 9.

#### **E. Logam Berat Kadmium ( Cd )**

Berdasarkan sifat fisiknya Cd merupakan logam lunak berwarna putih seperti perak menyerupai aluminium. Cd memiliki titik didih  $767^{\circ}\text{C}$  dan titik lebur  $320,9^{\circ}\text{C}$ , mempunyai sifat tahan panas maka sangat bagus untuk campuran pembuatan bahan-bahan keramik, enamel dan plastik. Cd juga tahan terhadap korosi sehingga baik untuk melapisi plat besi dan baja ( Darmono, 1992 ).

Hutagalung dan Razak ( 1982 ) menyatakan limbah yang banyak mengandung unsur Cd umumnya berasal dari limbah industri peleburan logam, baterai, plastik, cat, pupuk, pengilangan minyak, dan unsur Cd merupakan unsur yang paling beracun setelah unsur merkuri . Menurut Connell ( 1995 ), urutan toksisitas ion logam dalam ranah makhluk hidup berbeda- beda, misalnya urutan toksisitas logam berat untuk Polychaeta adalah  $\text{Hg} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cd}$ .

Darmono ( 1995 ) menjelaskan bahwa logam berat yang bersifat racun, seperti Hg, Cd, dan Pb yang terdapat dalam air kebanyakan berbentuk ion, contohnya Cd dalam air laut berbentuk senyawa klorida (  $\text{CdCl}_2$  ). Kadar garam akan mempengaruhi senyawa logam dalam air laut karena akan terjadi suatu interaksi antara logam dengan logam, misalnya Cd dengan Ca. Logam berbahaya ini diserap oleh hewan air melalui insang , permukaan kulit dan saluran pencernaan dan dapat mematikan karena sifatnya yang toksik. Jika hewan air tersebut tahan terhadap konsentrasi logam yang tinggi, maka logam itu dapat terakumulasi dalam jaringannya.

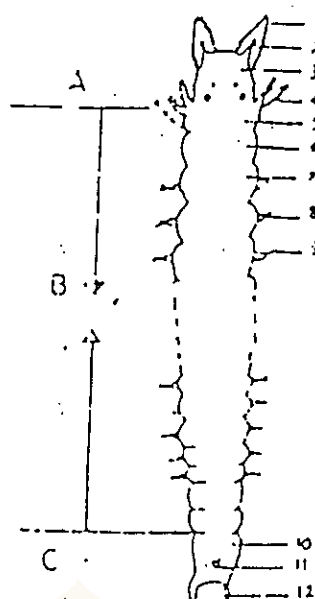
### G. Polychaeta

Polychaeta atau kelompok cacing laut merupakan makrozoobentos yang dalam sistem klasifikasi termasuk ke dalam phylum Annelida, dan hampir semuanya hidup di laut yang jumlahnya diperkirakan sekitar 3500 jenis. Panjangnya dari beberapa milimeter sampai lebih dari 3 m, terdiri dari 25 ordo dan lebih dari 85 famili dengan 8000 sp ( Wallace, 1989 ).

Tubuh Polychaeta bersegmen - segmen, baik bagian luarnya maupun bagian dalamnya. Coelum terbagi oleh septa intersegmental, segmen badan banyak memiliki setae yang terjadi dari bagian dinding badan yang khusus yang disebut parapodia. Bagian kepala memiliki clitellum, seks terpisah dan tidak bergonad secara permanen. Fertilisasi pada Polychaeta terjadi di luar tubuh, kadang - kadang berkembangbiak secara aseksual dengan pembentukan tunas serta memiliki daya regenerasi yang tinggi yaitu dengan cara fragmentasi dari bagian somid yang terputus atau somid yang terlepas ( Wallace, 1989 ). Untuk keperluan identifikasi Polychaeta ditekankan pada morfologinya. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 01.

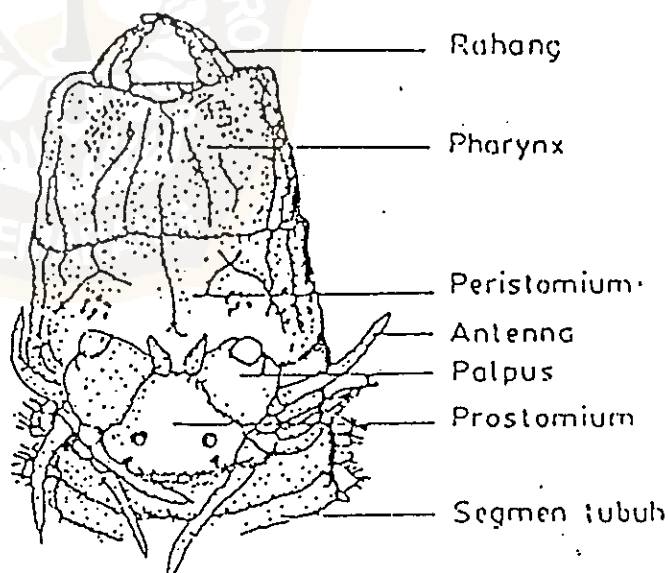
Pada umumnya pola perkembangan Polychaeta terbagi dalam tiga kategori yaitu; species tahunan yang hidup hanya satu atau dua tahun dan bertelur sangat banyak, species perenial yang hidup lebih dari satu tahun serta menghasilkan sedikit telur, species multiannual yang berumur sangat pendek sehingga beberapa generasi dapat dihasilkan dalam satu tahun.

Habitat Polychaeta biasanya pada substrat berlumpur, berpasir dan berbatu. Pada dasar berlumpur atau berpasir biasanya ditempati oleh cacing laut



- Keterangan :
- A. Presegmental
  - B. Segmental
  - C. Postsegmental
  - 1. Palp
  - 2. Antena
  - 3. Prostomium
  - 4. Peristomial cirrus
  - 5. Peristomium
  - 6. Segmen
  - 7. Setiger
  - 8. Parapodium
  - 9. Setae
  - 10. Pygidium
  - 11. Anus
  - 12. Anal cirrus

a. Morfologi umum tubuh cacing laut  
(Yusron, 1985 dalam Suzami, 1990.)



b. Bagian kepala cacing laut marga Nereis  
(Azis, 1980.)

Gambar I (a-b). Contoh morfologi cacing laut

dari ordo Capitellidae, Sigalionidae, dan Glyceridae. Untuk ordo Cassuridae, Magelonidae, Opheliidae dan Eunicidae biasa hidup di dasar perairan yang berpasir. Pada dasar berbatu biasanya ditemukan ordo Maldanidae, Phyllodocidae, dan Hesionidae. Ordo Spionidae, Nereidae, Eunicidae dan Lumbronereidae dapat menempati ketiga macam habitat tersebut.

Faktor lingkungan seperti suhu, pH, kecepatan arus dan salinitas dapat mempengaruhi kehidupan makrozoobentos, dimana pada suhu  $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$  merupakan suhu optimum bagi pertumbuhan organisme bentik. pH perairan yang layak bagi kehidupan organisme bentik berkisar 5,6 - 8,3 dan untuk salinitas antara  $25\text{‰} - 40\text{‰}$  masih dapat ditoleransi ( Nitisuparjo , 1994 ).

Makanan dari cacing laut ini adalah kelompok udang-udangan rendah, diatomae, cacing yang lebih kecil, dan sisa-sisa organik ( detritus ). Polychaeta juga merupakan salah satu mata rantai makanan yang penting di laut, karena cacing ini merupakan makanan utama dari berbagai jenis ikan komersial (Wallace, 1989 ).

Di dalam lingkungan perairan yang tercemar, unsur - unsur logam berat masuk ke dalam tubuh organisme air termasuk Polychaeta melalui tiga cara, yaitu melalui rantai makanan, melalui insang, difusi melalui permukaan kulit. Proses pengambilan logam berat ini dimulai dari absorpsi secara cepat pada membran sel, dilanjutkan dengan laju pengambilan yang diatur secara difusi dan kemudian diikat oleh protein sehingga akan membentuk metalotionin yang bersifat agak permanen dan akumulatif. Lapisan ( membran ) pada biota air biasanya berlapis dua dan terbentuk dari lipida yang permukaannya mengandung beberapa lapisan



yang mengikat ion-ion yang akan diserap. Mekanisme proteksi sementara terhadap toksisitas logam tersebut mungkin disebabkan karena tersedianya kapasitas pengikatan logam lebih banyak pada organisme tertentu seperti protein, polisakarida dan asam amino. Namun distribusi dan akumulasi logam tersebut sangat berbeda untuk setiap organisme (Darmono, 1995).

Pengaruh logam berat ini sulit dihancurkan melalui cara biologis seperti halnya pencemaran organik sehingga dapat terakumulasi dalam organisme. Pada organisme perairan akumulasi logam berat dapat dikarenakan beberapa hal antara lain penelanan makanan yang mengandung logam berat, pengambilan dari air melalui membran insang, difusi kutikuler ( absorpsi dan adsorpsi ), serta karena penyerapan langsung dari sedimen. Adanya kemampuan yang luas pada organisme air untuk mengakumulasi logam esensial ataupun non esensial mengakibatkan organisme air mempunyai daya hidup yang lebih panjang sehingga terdapat spesies “ kebetulan “ dengan fluktuasi populasi yang besar ( Connell, 1995 ).