

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Keberadaan suatu organisme diperairan dapat menunjukkan tingkat kualitas perairan tersebut. Organisme yang peka terhadap perubahan lingkungan misalnya dengan adanya pembuangan air limbah kedalam tempat hidupnya maka akan mempengaruhi komunitas organisme tersebut ( Sastrawijaya, 1991 ). Suatu cara yang paling mudah untuk menghilangkan bahan buangan atau limbah tersebut dari tempat perindustrian adalah dengan membuang begitu saja limbah tersebut ke perairan-perairan yang terdekat. Seperti sekarang ini telah banyak dilakukan oleh industri maupun masyarakat di negara kita, tanpa mengingat bahwa tindakan mereka tersebut akan mengganggu wilayah-wilayah lain ( Ruslan , 1983 ).

Suatu cara lain dalam pembuangan limbah yang lebih baik adalah dengan membuang bahan limbah ke tempat khusus, yaitu tempat pembuangan limbah atau ditanam dalam -dalam dibawah tanah supaya secara semi alami lambat laun akan dihancurkan oleh organisme dan proses alam . Akan tetapi cara ini dapat pula mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan dalam hal ini pencemaran air dan tanah ( Ruslan , 1983 ).

Dengan semakin banyaknya limbah buangan, maka akan sulit sekali untuk mendapatkan lokasi yang tepat dan cukup luas untuk pembuangan limbah didalam atau diluar kota tanpa menimbulkan gangguan terhadap lingkungan hidup. Tindakan tersebut belumlah memenuhi persyaratan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan harus dilakukan tindakan lain yang dapat menghilangkan bahan buangan dengan mengubahnya menjadi bahan-bahan yang

lain yang bermanfaat atau tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan ( Ruslan , 1983 ).

Menurut Amsari (1986), pada dasarnya peristiwa pencemaran lingkungan mempunyai beberapa komponen pokok untuk bisa disebut sebagai peristiwa pencemaran, yaitu :

1. Lingkungan yang terkena adalah lingkungan hidup manusia
2. Yang terkena akibat negatif dari pencemaran adalah manusia
3. Didalam lingkungan tersebut terdapat “ bahan berbahaya “ yang juga disebabkan oleh aktivitas manusia.

Tabel 1.1 Beberapa bentuk bahan pencemar yang terdapat dilingkungan perairan pada umumnya ( Amsari, 1986 ).

Bahan pencemar	Akibat terutama yang terjadi pada individu / masyarakat
Arsen ( As )	Kerusakan organ viscera dan otot
Timbal ( Pb )	Kerusakan organ viscera
Mercuri ( Hg )	Kelumpuhan syaraf
Flour ( F )	Flourosis
Nitrat ( NO <sub>3</sub> )	Methaemoglobinaemia
Sianida ( CN )	Gangguan metabolisme dalam sel
Selenium ( Se )	Keracunan
Chromium ( Cr )	Keracunan
Cadmium ( Cd )	Keracunan
Barium ( Ba )	Keracunan
Bahan radioaktif	Mutasi sel
Bahan biologis ( organisme patogen )	Penyakit infeksi

Menurut Amsari (1986), konsep pencemaran lingkungan hidup akan berbunyi : “ Pencemaran akan terjadi apabila dalam lingkungan hidup manusia (baik lingkungan fisik, lingkungan biologis, dan lingkungan sosialnya) terdapat suatu bahan dalam konsentrasi sedemikian besar, yang dihasilkan oleh proses aktivitas kehidupan manusia sendiri yang pada akhirnya akan merugikan eksistensi manusia juga”. Bahan yang disebut diatas kemudian dikenal sebagai bahan pencemar atau pollutan, sedangkan pencemarannya sendiri dinamakan sebagai peristiwa pencemaran.

Bentuk pencemaran air yang lain di perairan adalah dengan adanya busa detergen di atas permukaan air sungai. Busa ini tidaklah berbahaya, tetapi kandungan detergen dalam air mungkin sudah cukup untuk membunuh berbagai organisme yang ada. Detergen ini merupakan bahan sintetis dan terbagi dalam dua kelompok yaitu : detergen anionik dan detergen kationik. Untuk detergen rumah tangga yang dipergunakan adalah detergen anionik.

Telah dikenal dua macam detergen anionik, yaitu alkil sulfonat linear dan alkil benzana sulfonat. Alkil sulfonat linier adalah detergen lunak dan dapat mengalami biodegradasi, sedangkan alkil bezana sulfonat adalah detergen keras dan melawan aksi bakteri. Detergen ini berbahaya bagi ikan biarpun konsentrasinya kecil. Misalnya natrium dodesil benzana sulfonat dapat merusak insang ikan biarpun hanya memiliki konsentrasi 5 ppm. Demikian juga dengan tanaman air jika terdapat detergen dengan kadar yang tinggi menyebabkan kemampuan proses fotosintesis terhenti.

Ikan masih dapat bertahan selama satu bulan jika detergen mencapai kadar 3 ppm, tetapi bagi organisme yang menjadi makanan ikan hal ini sudah berbahaya. Air minum masih dimungkinkan memiliki kadar detergen hingga 1 ppm. Jika detergen lunak yang dipergunakan, maka detergen ini akan terurai sehingga tidak sampai dipergunakan untuk keperluan rumah tangga. Detergen keras tidak dapat terurai sehingga dapat menembus tanah dan sampai ke air tanah, akhirnya akan mencemari air minum penduduk. Detergen yang keras ini sebaiknya tidak dipergunakan dan diganti dengan detergen yang lunak (Sastrawijaya, 1991).

Usaha - usaha yang dilakukan untuk menanggulangi masalah pencemaran lingkungan ini semakin lama semakin kompleks dan memperoleh perhatian yang besar dinegara-negara yang sudah maju maupun dinegara-negara yang sedang berkembang, sesuai dengan tingkat kesadaran manusia itu sendiri akan arti dari suatu lingkungan yang stabil dan harmonis demi kelangsungan hidup mereka dari generasi kegenerasi.

Banyak usaha-usaha yang dikerjakan dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan ini, dengan memulai usaha yang bersifat lokal dan sederhana sampai kepada usaha yang bersifat internasional dan mendalam, seperti yang telah dilakukan oleh badan kesehatan dunia (WHO). WHO telah menetapkan empat katagori bagi zat pencemar, yaitu :

1. tingkat pertama : bila zat pencemar tersebut baik konsentrasi dan exposure timenya tidak membawa akibat yang merugikan bagi manusia.

2. tingkat kedua : bila zat pencemar tersebut sudah mengakibatkan terjadinya iritasi pada alat-alat sensoris (panca indra) dan alat vegetatif yang ringan serta mengakibatkan kerusakan pada lingkungan hidup yang luas.
3. tingkat ketiga : bila zat pencemar tersebut sudah mengakibatkan gangguan fisiologi yang membawa akibat kesakitan yang bersifat menahun (kronis).
4. tingkat keempat : bila zat pencemar itu sudah menimbulkan gangguan-gangguan yang bersifat akut dan kematian manusia

Di negara-negara yang lebih memperhatikan akan pencemaran lingkungan, karena mereka sudah mengalami akibat buruknya pencemaran, air buangan dari industri yang menjadi bahan pencemar, harus dibersihkan dahulu sebelum meninggalkan kompleks atau kawasan industri. Air tersebut dialirkan lewat beberapa kolam dan dibersihkan secara mekanik, dibersihkan secara kimia dengan diberikan bahan-bahan tertentu, dan dibersihkan secara biologi dengan memberi ganggang atau tumbuhan air yang berguna sehingga senyawa-senyawa yang berbahaya diambil dari air. Untuk menguji kebersihan air dari zat-zat berbahaya kolam terakhir ditaburi berbagai jenis ikan yang dipelihara dan dapat diteliti akan pengaruh buruk air terhadap ikan tersebut. Bila ikan dan juga tumbuhan yang dipelihara sebagai indikator kebersihan air menunjukkan hasil yang baik maka air limbah tersebut boleh keluar dari kompleks industri, atau bahkan air limbah tersebut

dapat dipergunakan kembali sebagai air bersih untuk keperluan dalam proses industri ( Ruslan , 1983 ).

Dengan pengelolaan limbah yang cermat tersebut industri tidak menjadi pengganggu lingkungan bahkan akan mendapatkan keuntungan yang lain yaitu hasil pemanenan ikan dan tanaman yang ada dikolam (Ruslan , 1983).

Kualitas atau mutu lingkungan tersebut akan tetap baik bila semua kegiatan industri dan teknologi secara menyeluruh memperhatikan dan melaksanakan pengolahan air limbah industri dengan baik. Serta masyarakat umum juga tidak membuang limbah secara sembarangan, maka masalah pencemaran air sebenarnya tidak perlu dikhawatirkan. Tetapi dalam kenyataannya masih banyak industri dan pusat kegiatan kerja yang membuang limbahnya secara langsung ke lingkungan melalui sungai , danau , atau bahkan dibuang langsung kelaut. Pembuangan limbah secara langsung ke lingkungan inilah yang menjadi penyebab utama terjadinya pencemaran air ( Wardhana , 1985 ).

Peranan sungai dalam kehidupan manusia sangat besar, misalnya untuk penyediaan air , sebagai sarana transportasi, serta banyak digunakan sebagai media untuk membuang sisa-sisa produksi ( Subroto, 1989 ). Meskipun permukaan sungai dan aliran air yang dimiliki lebih sempit daripada lautan, namun sungai lebih sering dipergunakan oleh manusia untuk berbagai macam keperluan hidupnya. Ditinjau dari sudut energi, sungai dan aliran-alirannya merupakan suatu ekosistem yang tidak lengkap , karena kadang-kadang aliran energi biologis berasal dari

materi organik dari daratan. Kebanyakan sungai telah melimpah dengan hasil buangan yang berasal dari kebudayaan manusia ( Subroto , 1989 ).

Menurut Subroto (1989), ekosistem aliran sungai dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Sungai yang dasarnya mengalami pengikisan sehingga pada umumnya keras.
2. Sungai yang mengalami tumpukan material sehingga pada dasarnya terkumpul sedimen yang lunak

Dalam banyak hal , kedua situasi ini dapat terjadi silih berganti . Jumlah sedimen yang diangkut kelaut oleh aliran sungai menunjukkan kepada kita adanya perlakuan manusia akan tanah.

Sedangkan menurut Whitten (1987), Sungai merupakan perairan yang mengalir yang banyak mendapatkan masukan limbah baik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun yang berasal dari limbah industri. Oleh karena semakin banyaknya bahan buangan yang masuk kedalam lingkungan perairan tersebut akhirnya air sungai tidak memungkinkan lagi untuk dimanfaatkan dalam keperluan rumah tangga karena air sungai tersebut sudah terlalu tercemar ( Ruslan , 1983 ).

Karena adanya aliran dari air sungai tersebut maka akan menimbulkan pergeseran pada dasar sungai . Hal inilah yang berhubungan erat dengan kedalaman air serta kemiringan lahan . Peristiwa pergeseran dasar sungai ini juga akan mempengaruhi keberadaan sejumlah organisme selain juga diakibatkan oleh adanya pencemaran air ( Whitten , 1987 ).

Pencemaran air dapat diartikan sebagai penurunan mutu atau kualitas lingkungan perairan . Hal ini dapat disebabkan oleh karena kejadian alam dan juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia. Perubahan lingkungan air berakibat adanya perubahan struktur kehidupan di air, perubahan kimiawi air yang memungkinkan melimpahnya tumbuhan air atau mikroorganisme ( Subroto, 1989 ).

Di dalam air pada umumnya banyak terdapat beraneka ragam organisme , makro dan mikro organisme , tumbuhan dan hewan pendukung ekosistem perairan. Mikroorganisme yang terdapat didalam air berasal dari berbagai sumber seperti udara , tanah , sampah , lumpur , tanaman hidup atau tanaman mati , hewan hidup atau hewan mati , kotoran manusia ataupun kotoran hewan dan bahan organik lainnya ( Fardiaz , 1992 ).

Kebanyakan air hanya mampu untuk mengakomodasi sejumlah kecil bahan pencemar menjadi tidak berbahaya melalui kegiatan biologis, tetapi air dapat menerima sejumlah besar sisa limbah sehingga organisme tidak lagi mampu untuk memperbaikinya. Materi atau bahan buangan yang masuk ke dalam lingkungan perairan adalah :

- a. Materi yang tidak dapat dicerna (sisa bahan organik, seperti materi dari pembuatan kertas, lemak dan minyak).
- b. Air panas (pencemaran panas) terutama berasal dari pabrik.
- c. Materi keras yang tidak bergerak (umumnya tidak dapat dipecah atau dihancurkan) termasuk di dalamnya : sisa-sisa kayu, debu, serta batu dari erosi.



- d. Materi yang beracun (berasal dari logam Cu, Fe, Zn, Ar, Cd, Pb, Hg), ini semua mungkin berasal dari pestisida merkuri untuk pengendalian jamur, air limbah yang mengandung Hg dari pabrik NaOH dan klorin serta dari berbagai sumber yang lain.
- e. Minyak
- f. Nutrisi (seperti senyawa N, P, K), senyawa ini akan merangsang pertumbuhan ganggang yang berakibat terjadinya eutrofikasi. Sebagian besar pencemaran fosfor berasal dari detergen.

Beberapa petunjuk yang dipergunakan untuk menjelaskan adanya pencemaran dan parameter kualitas perairan adalah :

1 . Jumlah oksigen yang terlarut

Oksigen adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan hanya sedikit yang larut dalam air. Untuk mempertahankan hidupnya, makhluk hidup yang tinggal di dalam air baik tanaman maupun hewan bergantung kepada kandungan oksigen yang terlarut. Jadi penentuan kadar kandungan oksigen yang terlarut dapat dijadikan ukuran untuk menentukan mutu air. Kehidupan di air dapat bertahan, jika ada oksigen yang terlarut minimal sebesar 5 mg oksigen setiap liter air (5 ppm). Selebihnya bergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, dan kehadiran bahan pencemar.

Tabel 2.1 Kelarutan oksigen dalam air pada tekanan 760 mmHg

( Sastrawijaya ,1991).

Suhu ( $^{\circ}$ C)	Kelarutan (ppm)
0	14,6
5	12,7
10	11,3
15	10,1
20	9,1
25	8,3
30	7,5

Oksigen dapat merupakan faktor pembatas dalam penentuan kehadiran makhluk hidup dalam air. Dalam air yang deras biasanya oksigen tidak menjadi faktor pembatas. Dalam sungai yang jernih dan deras, kepekatan oksigen mencapai titik kejenuhan. Jika air berjalan lambat atau terdapat bahan pencemar, maka oksigen yang terlarut mungkin di bawah kejenuhan, sehingga oksigen kembali menjadi faktor pembatas. Kepekatan oksigen yang terlarut dalam air bergantung kepada :

\_\_\_\_\_ suhu

kehadiran tanaman fotosintesis

tingkat penetrasi cahaya, yang tergantung kedalaman dan kekeruhan air

tingkat kekeruhan air

jumlah bahan organik yang diuraikan dalam air

2 . Kebutuhan oksigen biologi (BOD)

Merupakan suatu patokan pengujian persyaratan kandungan oksigen dalam limbah. Jika hasil pengujian limbah dibandingkan dengan mutu air yang akan menerima limbah itu, maka akan dapat mempertimbangkan apakah air itu dapat mengolah limbah tanpa menurunkan kandungan oksigen yang berarti.

Tabel 2.2 Standard BOD untuk penentuan kualitas air ( Sastrawijaya,1991 ).

Kondisi umum air	BOD
sangat bersih	1 ppm
bersih	2 ppm
agak bersih	3 ppm
diragukan kebersihannya	4 ppm
tidak bersih	5 ppm

Cara pengujian ini dinamakan pengujian kebutuhan oksigen biologi (BOD). BOD yang dapat diterima ialah pengukuran jumlah oksigen yang akan dihabiskan dalam waktu lima hari oleh organisme pengurai aerobik dalam suatu volume limbah pada suhu 20 °C, hasil yang diperoleh dinyatakan dalam ppm. Pengujian dilakukan dengan mengencerkan suatu contoh air sampel kemudian segera ditentukan oksigen terlarutnya. Sebagian larutan ditempatkan diruang yang gelap pada suhu 20 °C untuk lima hari dan kemudian ditentukan lagi oksigen terlarutnya. Kebutuhan oksigen biologi / BOD dihitung dari selisih antara kedua hitungan diatas. Air limbah kota yang belum diolah memiliki BOD sekitar 600 ppm. Perlakuan pertama terhadap limbah akan menurunkan BOD menjadi 300 ppm. Perlakuan kedua akan menurunkan sampai tinggal 10 % . Limbah ini masih mengandung fosfor dan nitrogen sehingga jika tidak dilakukan

perlakuan ketiga terhadap limbah, maka ganggang akan tumbuh subur dalam limbah ini dan menaikkan nilai BOD nya.

### 3 . Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)

Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat, berdasarkan pengujian BOD lima hari, tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap menurunkan kualitas air. Karena itu perlu diketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan sungai atau danau. Bakteri dapat mengoksidasi zat organik menjadi  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Kalium dikromat dapat mengoksidasi lebih banyak lagi, sehingga menghasilkan nilai COD yang lebih tinggi dari BOD air yang sama.

### 4 . Benda keras / Padatan

Padatan yang terlarut dan tersuspensi mempengaruhi ketransparanan dan warna air. Sifat ketransparanan berhubungan dengan produktivitas. Transparan yang rendah menunjukkan produktivitas yang tinggi. Cahaya tidak dapat tembus banyak jika konsentrasi bahan tersuspensi tinggi.

### 5 . Warna

Kualitas air yang baik jernih, tidak berwarna.

### 6 . Rasa

Kualitas air yang baik tidak berasa

### 7 . Bau

Kualitas air yang baik tidak berbau

### 8 . pH

Air yang mempunyai pH antara 6,7- 8,6 mendukung populasi organisme diperairan. Air yang masih segar dari pegunungan biasanya mempunyai pH yang lebih tinggi. Semakin lama pH air akan menurun menuju suasana asam, hal ini disebabkan pertambahan bahan-bahan organik yang kemudian membebaskan CO<sub>2</sub> jika mengurai. Air yang sedikit mengandung nutrisi disebut oligotropik, sedangkan yang kaya akan nutrisi disebut eutropik. Pada umumnya bila pH air kurang dari 7 atau lebih dari 8,5 hal ini harus diwaspadai, karena mungkin ada pencemaran yang berasal dari pabrik bahan kimia, pestisida, kertas, dan sebagainya. Kebasaan air ialah suatu kapasitas air untuk menetralkan asam. Hal ini disebabkan terdapatnya basa atau garam basa yang ada dalam air. Garam basa yang sering dijumpai ialah karbonat, logam-logam natrium, kalsium, magnesium. Sedangkan keasaman adalah suatu kemampuan untuk menetralkan basa. Keasaman yang tinggi belum tentu memiliki pH yang rendah. Suatu asam lemah dapat mempunyai keasaman yang tinggi artinya memiliki potensi untuk melepaskan hidrogen, contoh : asam karbonat, asam asetat, dan asam organik lain.

#### 9. Temperatur

Temperatur memiliki pengaruh yang besar terhadap kelarutan oksigen, pada suhu yang semakin meningkat kelarutan oksigen akan semakin berkurang, dilain pihak populasi thermal pada organisme air terjadi pada suhu yang tinggi dan setiap organisme memiliki temperatur optimumnya. Kenaikan temperatur akan mengakibatkan bertambahnya keracunan pencemaran kimia dalam air.

#### 10. Plankton

Baik berupa Phytoplankton maupun zooplankton merupakan organisme yang peka terhadap perubahan lingkungan, sehingga dapat berperan sebagai indikator pencemaran.

#### 11. Jumlah zat kimia organik dan anorganik, termasuk pestisida

Kegiatan industri banyak menghasilkan limbah kimia baik organik, anorganik maupun pestisida yang berasal dari lahan pertanian. Bila jumlah bahan-bahan kimia yang terlarut melebihi nilai ambang batas (NAB) maka dapat membahayakan ekosistem perairan.

#### 12. Spesies yang menghuni air dan jumlah nutrisi

Penurunan keanekaragaman suatu spesies dapat juga dianggap sebagai suatu tanda adanya pencemaran. Banyaknya bahan pencemar dalam perairan akan mengurangi spesies yang ada dan pada umumnya akan meningkatkan populasi jenis yang tahan terhadap kondisi perairan tersebut. Spesies yang ada dalam kepadatan yang tinggi dinamakan spesies indeks. Jumlah nutrisi yang ada turut menentukan keberadaan spesies tersebut ( Subroto, 1989 ).

Menurut Wardhana (1995), indikator atau tanda air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan yang dapat diamati melalui :

1. Adanya perubahan suhu, suhu perairan meningkat
2. Adanya perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen
3. Adanya perubahan warna, bau, dan rasa air
4. Timbulnya endapan, koloidal dan bahan terlarut

5. Adanya mikroorganisme
6. Meningkatnya radioaktifitas air lingkungan

Pemakaian organisme hidup sebagai indikator pencemaran air disebut sebagai bioindikator (Hutagalung, 1984). Berdasarkan atas ukuran tubuhnya maka organisme perairan dapat diklasifikasikan atas empat golongan, yaitu :

1. **Mikrofouna** : Yakni Organisme yang memiliki ukuran tubuh lebih kecil dari 0,1mm
2. **Meifouna** : Adalah golongan hewan-hewan yang mempunyai ukuran tubuh antara 0,1mm - 1,0mm.
3. **Makrofouna** : Meliputi hewan-hewan yang memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dari 1,0mm.
4. **Megafauna** : Terdiri atas hewan-hewan yang memiliki ukuran tubuh lebih besar dari 20 cm

Setiap lingkungan perairan alami dihuni berbagai organisme hidup dan semua organisme hidup ini berada dalam suatu sistim trofik (*trophic level*). Dalam perairan yang telah mengalami pencemaran akibat pembuangan limbah yang berupa logam berat, maka ada tiga media yang dapat dipakai sebagai indikator pencemaran yaitu berupa: air, sedimen dan organisme hidup ( Hutagalung,1984 ).