

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pencemaran Air

Di dalam UU No 4 Tahun 1988, tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, Bab I, pasal I, ayat 1 disebutkan bahwa pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Anonim, 1988).

Pokok-pokok yang ditekankan pada pengertian pencemaran air meliputi dasar-dasar sebagai berikut :

1. Air pada suatu badan air baru dikatakan mengalami pencemaran, bila pembebasan akan bahan-bahan buangan (kontaminan) sampai pada suatu tingkat atau keadaan tertentu dapat membahayakan fungsi air dari badan air tersebut.
2. Bahwa masing-masing fungsi air dalam badan-badan air memiliki suatu standar kualitas yang perlu ditentukan terlebih dahulu sebagai batasan sebelum dapat dilakukan suatu penilaian apakah suatu pencemaran pada suatu badan air sesuai dengan fungsinya mempunyai standar kualitas sendiri-sendiri.
3. Masing-masing standar tersebut di atas masih perlu ditentukan pula secara lokal, nasional atau internasional. Dasar-dasar yang digunakan untuk

penentuan standar tersebut bermacam-macam, tergantung pada dominansi sasaran yang akan dilindungi (Ryadi, 1984).

Pencemaran air tidak hanya terjadi di permukaan tanah, tetapi dapat pula terjadi di dalam tanah. Air limbah yang terdapat di permukaan tanah dapat meresap ke batuan dasar yang pada akhirnya mencapai air tanah, sehingga tercampurlah air tanah tersebut dengan air limbah, dan terjadilah pencemaran air tanah. Dengan adanya aliran air tanah maka bagian air tanah yang tercemar tadi akan bergerak mengikuti sistem aliran air tanah, sehingga pada akhirnya seluruh air tanah pada daerah tersebut merupakan air tanah yang tercemar (Taylor, 1958).

Masuknya limbah ke badan air yang menyebabkan pencemaran, dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

1. Tipe limbah pemukiman dan perkotaan yang berasal dari rumah tangga, kantor, pertokoan, hotel, restoran, pasar, tempat-tempat hiburan, pelabuhan, dan rumah sakit.
2. Tipe limbah industri yang berupa buangan yang berasal dari industri sebagai akibat proses industri.
3. Tipe limbah pertanian yang berasal dari proses-proses pengolahan tanah, pemupukan, sisa-sisa pemanenan dan pembersihan hasil pertanian (Dix, 1981).

B. Standar Kualitas Air Minum

Menurut KEP-02 / MENKLH / 1 / 1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan, kriteria kualitas air dibagi menjadi empat golongan yaitu :

Golongan A, yaitu air yang dapat dipergunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Golongan B, yaitu air yang dapat dipergunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.

Golongan C, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.

Golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian dan dipergunakan untuk keperluan usaha perkotaan, industri, dan listrik tenaga air.

Air yang dapat dipakai setiap hari sebagai air minum dan kebutuhan rumah tangga (mencuci, memasak, dan sebagainya) memerlukan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Syarat fisik : air tersebut tampak dan terasa menyenangkan untuk diminum, yaitu antara lain tidak berbau, tidak berwarna, tidak ada rasa anyir, asin dan sebagainya.
2. Syarat kimia : air tersebut tidak mengandung zat-zat kimia yang dapat meracuni tubuh atau dapat merusak alat-alat rumah tangga seperti alat-alat dari aluminium, tembaga, dan sebagainya ataupun merusak bahan pakaian yang dicuci.
3. Syarat bakteriologi : air tersebut harus bebas dari kuman penyakit (Muhammad, 1986).

Air tanah setelah kedalaman tertentu (kurang lebih 30 m) biasanya telah bebas dari kuman-kuman penyakit dan jernih karena tersaring oleh tanah atau

batuan yang dilaluinya. Tetapi bila lapisan tanah yang dilalui tersebut mengandung zat-zat kimia seperti kapur, besi, mangan dan sebagainya maka zat-zat ini dapat terlarut dalam air. Apabila kadar zat-zat kimia yang terlarut melampaui syarat-syarat yang diijinkan untuk air minum, maka air tanah juga tidak dapat langsung diminum (Muhammad, 1986).

C. Parameter Lingkungan Perairan

Air merupakan bahan dasar kebutuhan makhluk hidup, sehingga kehidupan di dalam suatu badan air sangat dipengaruhi oleh kualitas air yang meliputi, kualitas fisik, kimia, dan biologi (Odum, 1971).

Temperatur

Temperatur merupakan faktor intensitas dari energi panas. Sumber panas terbesar terhadap perairan adalah radiasi matahari, panas ini diambil secara absorpsi langsung oleh air (Taylor, 1958).

Temperatur merupakan faktor penting dalam lingkungan perairan dan sering merupakan faktor pembatas baik bagi pertumbuhan maupun distribusi tumbuhan dan hewan. Temperatur berpengaruh pada metabolisme dan reproduksi organisme, dan juga berpengaruh pada faktor-faktor ekologis lainnya (Davis, 1955).

Limbah yang menyebabkan naiknya temperatur air pada umumnya berasal dari industri yang membuang air sisa pendingin mesin-mesin pembangkit (Dix,

1981). Kenaikan temperatur air secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kehidupan organisme akuatik dalam hal metabolisme, perkembangan maupun proses-proses biologi seperti respirasi dan aktivitas enzim (Welch, 1984). Temperatur air yang dipergunakan oleh masyarakat umum tidak boleh lebih dari 30°C (Santamiello, 1971).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 / MENKES / PER / IX / 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, suhu maksimum yang diperbolehkan untuk kualitas air bersih yaitu temperatur udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan perairan. Kekeruhan disebabkan oleh adanya benda-benda tercampur atau koloid di dalam air. Akibat adanya kekeruhan akan menurunkan aktivitas fotosintesis tumbuhan air, karena terhalangnya sinar matahari oleh adanya kekeruhan tadi (Sugiharto, 1987). ✓

Sebagian besar masalah kekeruhan disebabkan oleh suspensi tanah liat atau lumpur, dan mikroorganisme. Kriteria yang diinginkan untuk suplai air minum sebenarnya tanpa turbiditas (Santamiello, 1971). ✓

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 / MENKES / PER / IX / 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, kekeruhan maksimum yang diperbolehkan untuk kualitas air bersih yaitu 25 NTU. ?

Derajat Keasaman

Derajat keasaman adalah konsentrasi ion H^+ dalam suatu larutan yang menunjukkan keadaan asam atau basa. Dalam air murni konsentrasi ion H^+ sama dengan konsentrasi ion OH^- atau $(H^+) = (OH^-)$ (Sutarmat dkk, 1993). ✓

Pengaruh perubahan pH yang disebabkan oleh bahan pencemar terhadap organisme akuatik sangatlah sukar untuk ditentukan, kecuali zat-zat dari bahan pencemar tersebut mempunyai pengaruh langsung. Pada beberapa limbah industri, selain mengandung zat-zat yang menyebabkan perubahan pH juga mengandung bahan-bahan polutan lain (Taylor, 1958). ✓

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 / MENKES / PER / IX / 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, pH minimum yang diperbolehkan untuk kualitas air bersih yaitu 6,5, dan pH maksimum yang diperbolehkan untuk kualitas air bersih yaitu 9,0.

Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut adalah oksigen yang terdapat di dalam air (dalam bentuk molekul oksigen). Pengukuran O_2 terlarut timbul dari fakta bahwa semua proses pembenahan aerobik tergantung pada adanya O_2 terlarut. Dalam proses-proses pembuangan air limbah, O_2 terlarut merupakan faktor utama apakah perubahan-perubahan biologis dihasilkan oleh organisme aerobik atau anaerobik (Mahida, 1984).

Oksigen terlarut dalam air berasal dari udara dan proses fotosintesis tumbuhan air, kelarutan O_2 sendiri tergantung dari banyak faktor antara lain suhu,

dan kadar mineral (Sutarmat dkk, 1993). Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kadar O_2 terlarut dalam air adalah luas daerah permukaan air yang terbuka bagi atmosfer, tekanan atmosfer, dan persentase O_2 dalam udara di sekelilingnya (Mahida, 1984).

Siklus penyediaan O_2 dapat berjalan maksimum pada waktu siang hari dan mulai berkurang pada malam hari. Difusi O_2 perairan secara terus menerus berjalan sangat lambat. Peredarannya dapat secara vertikal, dan dapat pula secara horisontal (Brown, 1957).

Karbon Dioksida Bebas

Karbon dioksida merupakan faktor penting dalam komunitas karena peranannya di dalam fotosintesis, CO_2 penting untuk pertumbuhan tanaman dan secara tidak langsung bagi organisme lainnya (Davis, 1955).

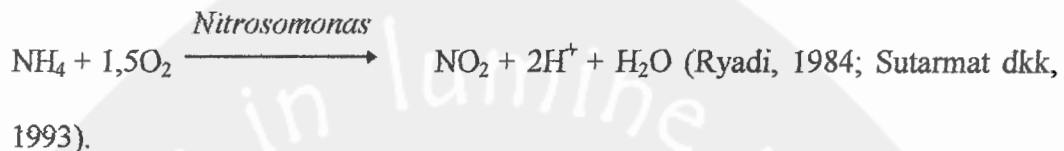
Karbon dioksida mempunyai peran penting dalam ekosistem air yang kelarutannya tergantung pada suhu air, konsentrasi gas atmosfer, maupun kemampuan kelarutan relatif dari masing-masing gas itu sendiri (Ryadi, 1981).

Karbon dioksida tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrien, melainkan juga sebagai buffer, yang membantu menjaga kondisi konsentrasi ion H^+ dalam lingkungan aquatik untuk mendekati pH netral. Konsentrasi CO_2 yang tinggi akan menurunkan konsentrasi O_2 (Odum, 1971).

Perairan dapat dikatakan tercemar apabila kadar CO_2 bebasnya mencapai 20 ppm, yang seharusnya dalam kondisi normal kadar CO_2 bebas pada perairan tidak melebihi 10 ppm (Brown, 1957).

Nitrit

Nitrit adalah bentuk nitrogen yang teroksidasi dari proses nitrifikasi di alam dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas*, reaksinya adalah sebagai berikut :



Nitrit bisa berasal dari limbah domestik, penggunaan pupuk dan dari alam sendiri. Dalam keadaan yang berlebihan, nitrit dapat menurunkan kadar oksigen terlarut (Southwick, 1976). Kriteria yang diijinkan bagi nitrit untuk suplai air secara umum adalah 10 ppm, dan sangat diinginkan bila nitrit dalam perairan tidak ada (Santamiello, 1971).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 / MENKES / PER / IX / 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, kadar nitrit maksimum yang diperbolehkan untuk kualitas air bersih yaitu 1,0 mg/l.

D. Diatomae Sebagai Indikator Biologi

Dalam mengetahui kondisi kualitas perairan, penggunaan indeks keanekaan plankton atau benthos atau adanya spesies-spesies tertentu sebagai indikator sangat berguna untuk mengetahui adanya tambahan bahan organik dan anorganik di perairan (Pandi dan Salim, 1984).

Penggunaan Diatomae sebagai indikator biologi didasarkan pada adanya sifat karakteristik dari Diatomae (Kendeigh dalam Marthen dkk, 1981), beberapa dari spesies Diatomae mampu hidup pada kondisi perairan yang telah mengalami

perubahan ekosistem dan ada dari spesies *Diatomae* yang tidak mampu hidup pada kondisi perairan yang telah mengalami perubahan ekosistem.

Bacillariophyta (*Diatomae*) merupakan salah satu kelompok fitoplankton yang tersebar meluas di seluruh perairan, baik tawar maupun asin. *Diatomae* hidup berkoloni, umumnya mikroskopis dengan ciri khas dinding selnya mengandung silika. Selnya ada yang bebas mengapung atau melekat pada suatu substrat, baik dengan sebagian tubuhnya atau dengan sepanjang permukaan selnya menempel pada substrat yang ada di sekitarnya. Setelah sel terbelah, sel baru dapat melekat dan membentuk koloni yang masih dalam bentuk sederhana. Dalam tubuh *Diatomae* terkandung lemak dan minyak. Hal ini berbeda dengan algae lain yang sebagian besar menghasilkan karbohidrat dalam berbagai bentuk (Patrick, 1959).

Diatomae dibagi kedalam dua golongan, yaitu *Centrales* dan *Pennales*. Ciri umum bentuk *Centrales* (*Centric*) biasanya mengandung plastida, melakukan reproduksi seksual dengan sel induk yang berflagella. Kebanyakan dari jenisnya adalah plankton laut, walau bukan semata penghuni asli laut. Bentuk *Pennales* (*Pennate*) umumnya bilateral simetris. Hanya memiliki sedikit plastida (biasanya dua buah tiap sel), melakukan reproduksi seksual dengan isogami. Kebanyakan terdapat di perairan tawar, melekat pada dasar atau di dalam sedimen (Tjitrosoepomo, 1991).

Diatomae merupakan organisme dasar dari rantai makanan yang menggunakan bahan-bahan anorganik untuk diubah menjadi bentuk protein dan atau karbohidrat, yang selanjutnya menjadi bahan makanan bagi organisme

seperti ikan atau avertebrata lainnya. Diatomae tidak hanya merupakan sumber makanan, tetapi juga sebagai penghasil oksigen melalui proses fotosintesis (Patrick, 1959).

E. Indeks Diversitas Diatomae

Indeks diversitas didefinisikan sebagai suatu indeks yang memberi gambaran bilangan kesatuan tentang sejumlah spesies yang terdapat dalam koleksi serta pemerataan penyebaran individu dari masing-masing spesies. Besarnya indeks diversitas dipengaruhi oleh jumlah spesies dan individu-individu dari suatu spesies (Krebs, 1978).

Penghitungan indeks diversitas sangat penting dalam membantu mengevaluasi kondisi perairan, karena selain cepat, mudah dan murah dalam pembiayaannya, juga hasilnya dapat memberikan gambaran secara umum (Pandi dan Salim, 1984).

Pengaruh adanya kenaikan senyawa organik dan anorganik ke dalam perairan haruslah dikembalikan pada adanya interaksi dari dua macam prinsip, yaitu prinsip batas-batas toleransi dan prinsip kompetisi. Pada prinsip toleransi, yang dimaksud adalah bagaimana penerimaan kelompok organisme yang terdapat dalam air akan terpengaruh oleh adanya kenaikan senyawa organik dan anorganik yang mungkin bersifat asing atau sama sekali toksik. Bilamana kelompok organisme tersebut mempunyai toleransi tinggi, maka mereka dapat bertahan untuk kemudian terbiasa. Akan tetapi untuk kelompok organisme yang rendah

dalam toleransinya, maka kemungkinan besar mereka akan berkurang atau musnah sama sekali. Akibat dari kehidupan yang baru, timbulah kompetisi diantara sesamanya, dimana mereka yang kuat mampu untuk mempertahankan hidupnya, yang pada akhirnya akan memenuhi daerah yang bersifat baru tersebut (Pandi dan Salim, 1984).

Berdasarkan sasaran komunitas, yaitu dengan tidak memperhatikan struktur organismenya dari masing-masing kelas, tetapi hanya dari satu kelas yang dikaji misalnya Diatomae, dapat menggunakan "Indeks Margalef". Indeks Margalef digunakan pada ekologi perairan tawar (Margalef, 1978).

Rumus indeks diversitas dari Margalef adalah sebagai berikut :

$$d = \frac{s - 1}{\log_e n}$$

dimana : d = indeks diversitas atau keanekaan

s = Jumlah spesies

n = Jumlah individu seluruh spesies

Indeks diversitas dari Margalef bernilai 0 bila dalam area tersebut hanya diketemukan satu spesies saja.