

# #5

## PENCEMARAN AIR MATERI PERTEMUAN #5 (Online #4)

### **Batasan Materi**

Pada Modul empat ini akan dijelaskan tentang definisi dan karakteristik pencemaran air, klasifikasi limbah, dan pengaruh limbah terhadap kualitas air. Secara lengkap modul ini menjelaskan tentang hal-hal sebagai berikut:

1. Definisi, pemanfaatan air, peraturan, dan klasifikasi air berdasarkan tingkat kegunaannya
2. Karakteristik pencemaran air
3. Klasifikasi limbah
4. Pengaruh limbah terhadap kualitas air, termasuk di dalamnya contoh kasus siklus bahan pencemar

### **Capaian Pembelajaran**

Mampu mempertimbangkan **pendekatan strategis** dalam **menyelesaikan berbagai masalah** yang berhubungan dengan **ilmu lingkungan**.

Walaupun air merupakan sumber daya alam yang dapat di-perbarui, tetapi air akan dapat dengan mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia. Air banyak digunakan oleh manusia untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga dengan mudah dapat tercemar. Menurut tujuan penggunaannya, kriterianya berbeda-beda. Air yang sangat kotor untuk diminum mungkin cukup bersih untuk mencuci, untuk pembangkit tenaga listrik, untuk pendingin mesin dan sebagainya. Air yang terlalu kotor untuk berenang ternyata cukup baik untuk bersampan maupun memancing ikan dan sebagainya.

Pencemaran air dapat merupakan masalah, regional maupun lingkungan global, dan sangat berhubungan dengan pencemaran udara serta penggunaan lahan tanah atau daratan. Pada saat udara yang tercemar jatuh ke bumi bersama air hujan, maka air tersebut sudah tercemar. Beberapa jenis bahan kimia untuk pupuk dan pestisida pada lahan pertanian akan terbawa air ke daerah sekitarnya sehingga mencemari air pada permukaan lokasi yang bersangkutan. Pengolahan tanah yang urang baik akan dapat menyebabkan erosi sehingga air permukaan tercemar dengan tanah endapan. Dengan

demikian banyak sekali penyebab terjadinya pencemaran air ini, yang akhirnya akan bermuara ke lautan, menyebabkan pencemaran pantai dan laut sekitarnya.

Definisi pencemaran air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : KEP-02/MENKLH/I/1988 Tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan adalah : masuk 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 ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang alau sudah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (pasal 1 ). Dalam pasal 2, air pada sumber air menurut kegunaan/ peruntukannya digolongkan menjadi :

- a. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- b. Golongan B, yaitu air yang dapat dipergunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
- c. Golongan C, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, dan listrik negara.

#### **A. Karakteristik Pencemaran dan Jenis Bahan Pencemar**

Hasil penelitian pencemaran dari proses kegiatan manusia di sebuah Rumah Sakit menunjukkan dari pembuangan limbah sebanyak satu juta liter (10<sup>6</sup> liter) dengan nilai BOD<sub>5</sub> = 2000 mg/l. Seorang manusia membuang limbah diperkirakan 180 liter per hari dengan BOD<sub>5</sub> = 300 mg/l. maka :

Setiap hari seorang menghasilkan BOD = 300 x 180 mg

Industri Rumah Sakit sehari = 10<sup>6</sup> x 2000 mg

Jadi : X (300 x 180) = 10<sup>6</sup> x 2000

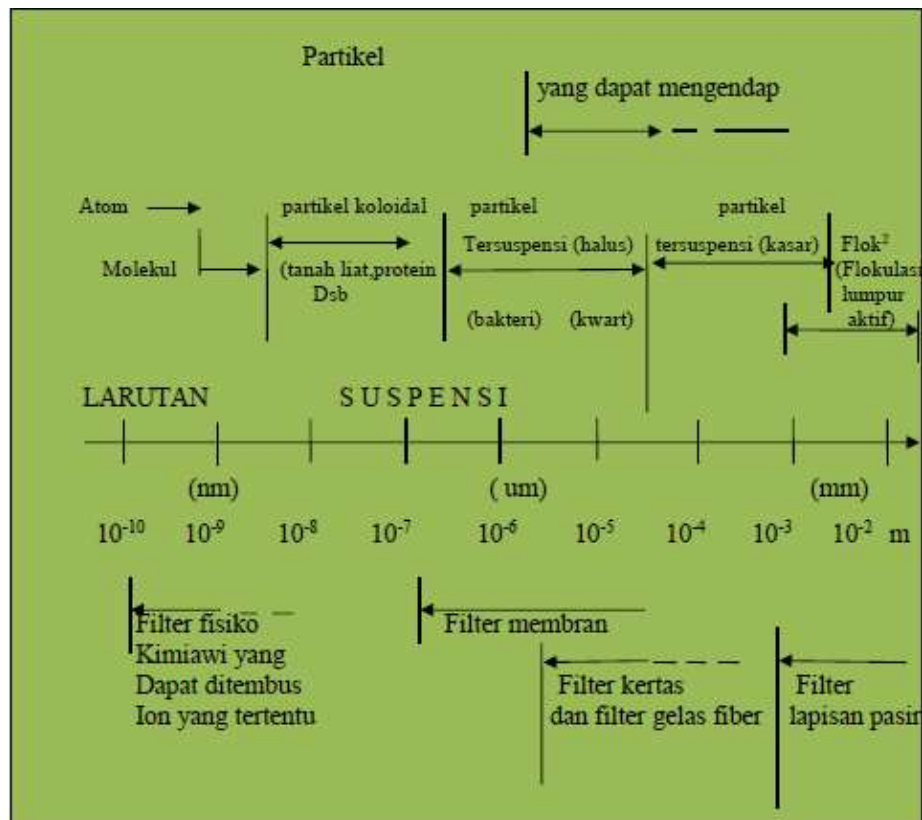
X (300 x 180) = 10<sup>6</sup> x 2000

X =  $\frac{10^6 \times 2000}{54 \times 10^3} = \frac{1000 \times 2000}{54}$

54 x 10<sup>3</sup>                      54

Jadi, pencemaran suatu kegiatan Rumah Sakit dengan jumlah kunjungan 40.000 orang. Dalam air limbah ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan

molekul organik, zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini di tentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Kelompok zat dalam air limbah

## 1. Bahan Buangan Padat

Bahan buangan padat yang dimaksud adalah bahan yang berbentuk padat, baik yang kasar (butiran besar) maupun yang halus butiran kecil. Apabila bahan buangan padat larut di dalam air, maka kepekatan air atau berat jenis cairan akan buruk dan disertai perubahan warna. Bahan buangan padat yang berbentuk halus sebagian ada yang larut dan sebagian lagi tidak dapat larut akan terbentuk koloidal yang melayang dalam air.

## 2. Bahan Buangan Organik

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Menurut Proowse (1996), bahan buangan organik

akan dapat meningkatkan populasi mikroorganisme di dalam air sehingga memungkinkan untuk ikut berkembangnya bakteri patogen.

### **3. Bahan Buangan Anorganik**

Bahan buangan anorganik pada umumnya berupa limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit didegradasi oleh mikroorganisme. Menurut Palar (1994) menyatakan Bahan buangan anorganik biasanya berasal dari industri yang melibatkan penggunaan unsur-unsur logam seperti Timbal (Pb) Arsen (Ar), Kadmium (Cd), Air raksa (Hg), Krom (Cr), Nikel (Ni), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Kobalt (Co). Menurut Arya (1995) kandungan ion Kalsium (Ca) dan ion Magnesium (Mg) dalam air menyebabkan air bersifat sadah dan akan menghambat proses degradasi. Kesadahan air yang tinggi dapat merugikan karena dapat merusak peralatan yang terbuat dari besi.

### **4. Bahan Buangan Makanan**

Air lingkungan yang mengandung bahan buangan olahan bahan makanan akan banyak mengandung mikroorganisme, termasuk di dalamnya bakteri pathogen. Bahan buangan olahan bahan makanan mengandung protein gugus Amin yang apabila di degradasi oleh mikroorganisme akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk.

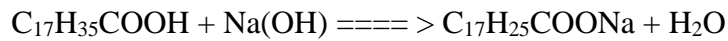
### **5. Bahan Buangan Cairan Minyak**

Minyak tidak dapat larut di dalam air, melainkan akan mengapung di atas permukaan air. Bahan buangan cairan berminyak yang dibuang ke air lingkungan akan mengapung menutupi permukaan air. Menurut Fardias (1992) ada 2 jenis penyusutan luas permukaan tergantung pada jenis minyaknya dan waktu. Lapisan minyak di permukaan akan menghalangi difusi oksigen, menghalangi sinar matahari sehingga kandungan oksigen dalam air jadi semakin menurun.

### **6. Bahan Buangan Zat Kimia**

Bahan buangan zat kimia banyak ragamnya, tetapi yang dimaksud adalah bahan pencemar air yang berupa sabun (deterjen, sampo dan bahan pembersih lainnya), zat warna kimia dan bahan pemberantas hama (insektisida). Adanya bahan buangan zat

kimia yang berupa sabun (deterjen, sampo dan bahan pembersih lainnya) yang berlebihan di dalam air ditandai dengan timbulnya buih-buih sabun pada permukaan air. Sabun yang berasal dari asam lemak (stearat, palmitat, atau oleat) yang direaksikan dengan basa Na(OH) atau K(OH), berdasarkan reaksi kimia berikut ini :



Asam Stearat      Basa                      Sabun

Deterjen dapat pula sebagai bahan pembersih seperti halnya sabun, akan tetapi dibuat dari senyawa petrokimia. Bahan deterjen yang umum digunakan adalah Dodecyl Benzen Sulfonat. Bahan buangan berupa sabun dan deterjen di dalam air lingkungan dapat menaikkan pH lingkungan air.

## **B. Pengaruh Limbah Terhadap Kualitas Air**

Pencemaran air dapat ditunjukkan oleh perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi perairan. Parameter fisik, antara lain: suhu, warna, bau, kedalaman, kecerahan, kekeruhan, dan padatan tersuspensi total. Parameter kimiawi antara lain: salinitas, pH oksigen terlarut, kebutuhan oksigen terlarut, kebutuhan oksigen kimiawi, nitrat, nitrit, amonia, ortofosfat dan karbon dioksida. Parameter biologi meliputi: fecal coliform dan hewan makrobentos.

### **1. Sifat Fisik Air**

Air sebagai zat, air tidak berbau, tak berwarna tanpa rasa, air merupakan senyawa yang sangat mantap, pelarut yang mengagumkan serta sumber kimia yang sangat kuat. Air memuai bila membeku menjadi zat padat, dalam suatu kegiatan seringkali suatu proses disertai dengan timbulnya panas reaksi atau panas dari gerakan mesin dan zat kimia terlarut, semakin tinggi kenaikan suhu air semakin sedikit oksigen yang terlarut di dalamnya.

Bau yang berasal dari dalam air dapat langsung berasal dari bahan-bahan buangan atau air limbah dari kegiatan industri atau dapat pula berasal dari hasil degradasi bahan buangan oleh mikroba yang hidup di dalam air. Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik terutama gugus protein secara degradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau. Air normal yang dapat digunakan untuk kehidupan

umumnya tidak berbau, tidak berwarna dan berasa, selanjutnya dikatakan adanya rasa pada air pada umumnya diikuti dengan perubahan pH air.

Pembentukan koloidal terjadi karena bahan buangan padat yang berbentuk halus (butiran kecil), sebagian ada yang larut dan sebagian lagi tidak dapat larut dan tidak dapat mengendap, koloidal ini melayang di dalam air sehingga air menjadi keruh. Kekeruhan akan menghalangi penetrasi sinar matahari kedalam air akibatnya fotosintesis tanaman didalam air tidak dapat berlangsung dan akan mengganggu kehidupan hewan air.

Padatan tersuspensi total keberadaannya dipengaruhi oleh jumlah dan jenis limbah yang masuk ke dalam suatu perairan. Selanjutnya dikatakan bahwa bahan buangan padat berbentuk kasar (butiran besar) dan berat serta tidak larut dalam air maka bahan tersebut akan mengendap di dasar sungai.

## **2. Sifat Kimia Air**

Sebuah molekul air terdiri atas satu atom oksigen yang berikatan kovalen dengan dua atom hidrogen, gabungan dua atom hidrogen dengan satu atom oksigen yang membentuk air ( $H_2O$ ) ini merupakan molekul yang sangat kokoh dan untuk menguraikan air diperlukan jumlah energi yang besar, jumlah yang sama juga dilepaskan dalam pembentuknya.

Salinitas merupakan gambaran jumlah kelarutan garam dan konsentrasi ion-ion dalam air, salinitas juga berpengaruh terhadap derajat kelarutan senyawa-senyawa tertentu. Organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh di bawah atau di atas normal bagi kehidupan hewan. Secara langsung organisme perairan membutuhkan kondisi air dengan tingkat kemasaman tertentu. Air dengan pH yang terlalu tinggi atau terlampau rendah dapat mematikan organisme, demikian pula halnya dengan perubahannya, umumnya organisme perairan dapat hidup pada kisaran pH antara 6,7 dan 8,5. Penambahan suatu senyawa ke perairan kendalanya telah menyebabkan perubahan pH menjadi lebih kecil dari 6,7 atau lebih besar dari 8,5.

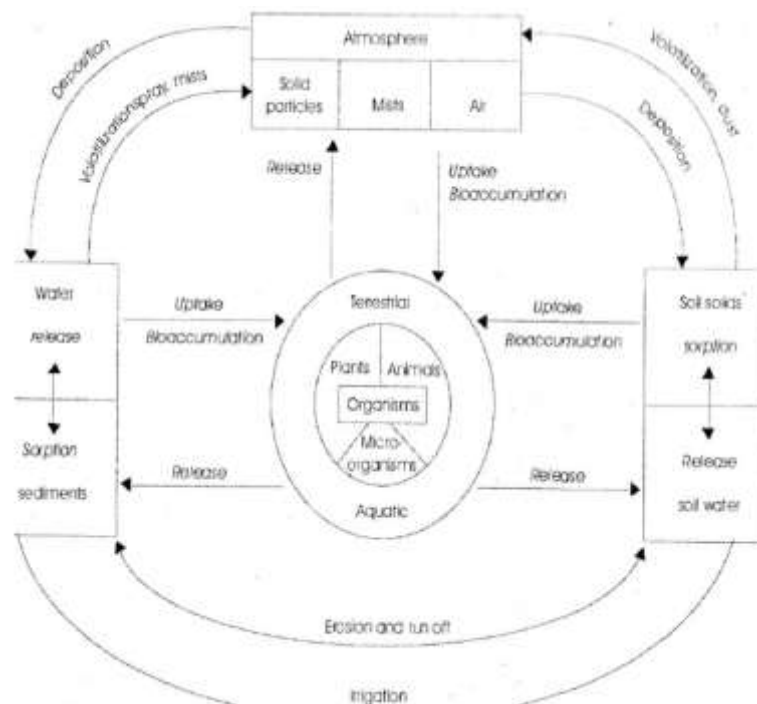
Konsentrasi oksigen terlarut DO (*disolved oksigen*) merupakan parameter penting yang harus diukur untuk mengetahui kualitas perairan. Organisme perairan tidak selalu nyaman hidup pada air dengan kandungan oksigen tinggi. Air dengan oksigen terlalu

tinggi 200% jenuh berakibat dapat membahayakan organisme. Tingkat kejenuhan tersebut ditentukan oleh suhu air dari salinitas air, makin tinggi suhu air maka kapasitas kejenuhan oksigen makin besar, sebaliknya makin tinggi salinitas kapasitas kejenuhan oksigen di air semakin menurun.

BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan organik buangan dalam air. Di dalam air terdapat banyak senyawa organik (asam lemak, cellulosa, asam organik, lemak dan protein) dan organik terlarut (logam berat, amoniak, nitrit) serta mikroorganisme yang berpotensi mengkonsumsi oksigen. Semakin besar BOD menunjukkan bahwa derajat pengotoran air limbah semakin besar.

### 3. Sifat Biologi Air

Bioindikator merupakan kelompok atau komunikator organisme yang kehadirannya atau perilakunya di dalam air berkorelasi dengan kondisi lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan perairan. Organisme yang tergolong sebagai indikator di antara ganggang, bakteri protozoa makrobentos, dan ikan. Keberadaan coliform yang berlebihan dalam air adalah mengidentifikasi adanya pathogen dalam air.



Gambar 2 Siklus Bahan Pencemar

Gambar di atas memberikan ilustrasi bagaimana rute yang utama dari perpindahan (*interchange*) bahan-bahan kimia melalui komponen biotek atau organisme, terrestrial, udara, dan lingkungan air". Siklus bahan pencemar tampak bahwa manusia sendiri termasuk dalam organisme yang melepaskan bahan pencemar ke lingkungan terutama dalam bentuk buangan sisa proses biokimia dalam tubuhnya.

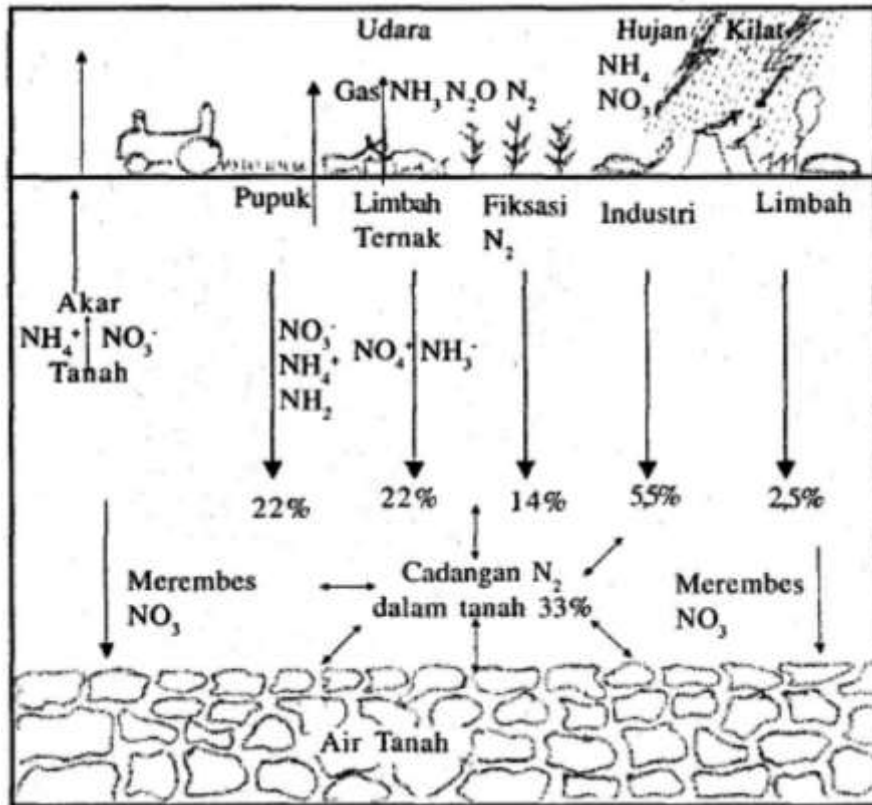
Tabel 1 Bakteri pathogen

<i>Jenis Organisme</i>	<i>Penyakit</i>	<i>Pengaruh</i>
Bakteri	Tifoid	Diare, muntah, pembesaran limpa, dan radang usus. Bila tidak segera diobati, penderita dapat mati (ber-akibat fatal).
	Kolera	Diare, muntah, dehidrasi, fatal.
	Disentri	Diare, banyak menjadi penyebab kematian pada bayi.
	Enteritis	Sakit perut yang hebat, mual, dan muntah.
Virus	Hepatitis	Demam, sakit kepala, anoreksia, sakit perut, ikterus, dan hati bengkak.
	Polio	Demam, sakit kepala, tenggorokan sakit, nyeri otot, lemah, tremor, kelumpuhan kaki tangan dan tubuh, fatal.
Protozoa	Disentri amuba	Diare, sakit kepala, sakit perut, dan demam. Bila tidak segera diobati, terjadi borok di hati, fatal.
	Giardia	Diare, kejang perut, dan lemah.
Cacing	Schistosoma	Sakit perut, kulit kasar, anemia, dan gangguan kesehatan kronis.

Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat dalam bidang pertanian telah dilakukan sejak lama secara meluas. Pupuk kimia ini dapat menghasilkan produksi tanaman pangan yang tinggi sehingga menguntungkan petani. Tetapi di lain pihak, nitrat dan fosfat dapat mencemari sungai, danau, dan lautan. Sebetulnya sumber pencemaran nitrat ini tidak hanya berasal dari pupuk pertanian saja, karena di udara atmosfer bumi mengandung 78% gas nitrogen. Pada waktu hujan dan terjadi kilat dan petir, di udara



akan terbentuk amonia dan nitrogen ( $\text{NH}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) dan terbawa air hujan menuju permukaan tanah. Nitrogen akan bersenyawa dengan komponen yang kompleks lainnya.



Gambar 3 Diagram aliran nitrogen yang dapat merembes ke dalam air tanah