

## Bab IV

# MIKROBIOLOGI AIR

### 4.1. Pendahuluan

Setelah mengetahui mikroorganisme yang berperan dalam mikrobiologi tanah, akan dilanjutkan dengan mikrobiologi air. Mikrobiologi air adalah ilmu yang mempelajari mikroorganisme yang berperan dalam air. Peran mikroorganisme air hampir sama seperti mikroorganisme tanah dalam proses bioremediasi, hanya mediumnya yang berbeda. Pada bab ini akan dijelaskan mikroorganisme air dan peranannya dalam bioremediasi dan kerugian yang disebabkan dari mikroorganisme di air. Diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan peran mikroorganisme air, kerugian yang disebabkan mikroorganisme air serta dapat melakukan uji mikrobiologis pada air.

### 4.2 Mikrobiologi Air

Mikrobiologi air adalah ilmu yang mempelajari kehidupan dan peranan mikroorganisme di dalam lingkungan air. Mikroorganisme dalam air dapat berperan dalam bidang kesehatan, pertanian, peternakan, industri, pengairan, dan pengolahan air.

### 4.3 Peran Mikroorganisme Dalam Air

#### 4.3.1 Indikator Pencemaran Air

Mikroorganisme yang terdapat di dalam air dapat dijadikan indikator tercemarnya suatu ekosistem air. Untuk digunakan sebagai mikroorganisme indikator, terdapat persyaratan yang harus dipenuhi oleh mikroorganisme tersebut. Persyaratan ini tidak mutlak untuk dipenuhi seluruhnya, tergantung kondisi yang ada. Adapun syaratnya adalah;

1. Mikroorganisme terdapat dalam air tercemar dan tidak terdapat dalam air yang tidak tercemar;
2. Jumlah mikroorganisme indikator berkorelasi dengan kehadiran bakteri patogen;
3. Mempunyai kemampuan hidup yang lebih lama daripada patogen;
4. Terdapat dalam jumlah yang lebih besar daripada patogen, sehingga mudah terdeteksi;
5. Mudah terdeteksi dengan teknik-teknik laboratorium yang sederhana.

Beberapa bakteri yang dapat dimanfaatkan sebagai indikator pencemar air dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Bakteri yang berperan sebagai indikator pencemaran air

Jenis Mikroorganisme	Spesies	Indikator
Bakteri	<i>Coliform</i>	Pencemaran air
	<i>Coliform tinja</i>	Pencemaran tinja
	<i>Clostridium</i>	Pencemar
Virus	<i>Fage Salmonella</i>	Mendeteksi <i>Salmonella</i>

Sumber: Said (2008)

#### 4.3.2 Indikator Pencemaran Bahan Pangan

Mikroorganisme yang dimanfaatkan sebagai indikator pencemaran bahan pangan adalah kelompok bakteri yang keberadaannya di makanan di atas batasan jumlah tertentu. Misalnya *Escherichia coli*

tipe I, *Koliform* dan *Fekal streptococci* digunakan sebagai indikator penanganan pangan secara tidak higienis, termasuk keberadaan patogen tertentu. Mikroorganisme indikator ini sering digunakan sebagai indikator kualitas mikrobiologi pada pangan dan air.

#### 4.3.3 Bioremediasi pencemaran air

Bioremediasi tidak hanya terjadi di tanah, namun proses tersebut juga terjadi di air. Mekanisme bioremediasi di air tidak jauh berbeda dengan bioremediasi di tanah, memanfaatkan mikroorganisme yang ada di lingkungan air untuk membantu pengolahan air yang tercemar. Beberapa mikroorganisme sebagai agen bioremediasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Peran mikroorganisme dalam bioremediasi limbah di air

Mikroorganisme	Objek bioremediasi	Sumber
<i>Bacillus</i> , <i>Propionibacterium</i> , <i>Enterobacteria</i> , dan <i>Actinomyces</i>	limbah peternakan sapi	Priadie, B., Rinjani, RR., dan Arifin ZM (2010)
<i>Micrococcus</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Phenylbacterium</i> , <i>Enhydrobacter</i> , <i>Morrococcus</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Staphylococcus</i> , dan <i>Pseudomonas</i>	Mentransformasi cemaran logam Pb, nitrat, nitrit, bahan organik, sulfida, kekeruhan, dan amonia di air	Priadie (2012)
<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia</i> , serta enzim Amilase, Protease, Lipase, Esterase, Urease, Cellulase	pencemar organik, nitrogen, fosfat, maupun kontrol pertumbuhan alga	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas stutzeri</i> , <i>Serratia liquefaciens</i> <i>Kurthia zopfii</i>	limbah tempe sanam yang mengandung pati, lemak, minyak, protein dan deterjen	Wignyanto, Hidayat, N., Ariningrum, A.(2009)

Secara alami bahan pencemar dapat diuraikan oleh mikroorganisme namun sering kali membutuhkan waktu yang sangat lama sehingga

perlu dikembangkan agen bioremediasi untuk mengatasi cemaran pada air.

#### 4.4 Mikroorganisme Air Sebagai Patogen

Sebagian mikroorganisme air yang merugikan manusia menyebabkan berbagai penyakit. Adapun beberapa bakteri dan penyakit yang disebabkan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Penyakit bawaan air yang disebabkan bakteri

Agen bakteri	Penyakit
<i>Salmonella thypi</i>	Demam thypoid (tiphus)
<i>Salmonella parathypi</i>	Demam paratiphus
<i>Shigella, E. coli</i>	Disentri, Diare
<i>Vibrio cholerae</i>	kolera
<i>Legionella pneumophila</i>	Penyakit pernafasan akut
<i>Mycobacterium tubercholosis</i>	Tubercholosis

Sumber: Said (2008)

#### 4.5 Uji Kualitatif dan Kuantitatif Koliform

Pemeriksaan air secara mikrobiologis sangat penting dan dapat dilakukan terhadap semua jenis air yang ada, terutama dilakukan untuk menentukan standar kualitas air. Air merupakan sumber kehidupan yang utama bagi semua makhluk hidup. Pencemar biologis mungkin terjadi dalam air, minuman atau makanan, yang membahayakan jika mikroorganisme yang mengkontaminasi menyebabkan penyakit (patogen), penghasil racun atau yang dikenal sebagai pencemar.

Pemeriksaan air secara mikrobiologis baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif dapat dipakai sebagai pengukur derajat pencemaran. Selain adanya mikroorganisme dalam air, juga adanya bahan organik perlu mendapat perhatian sebab jumlah bahan organik yang mencemari air sangat mempengaruhi kesuburan pertumbuhan mikroorganisme.

Bakteri golongan coliform dinyatakan sebagai bakteri indikator pencemaran air. Kehadirannya dalam air terutama air sumber mandi, cuci dan kakus (MCK) sangat tidak diharapkan. Pemeriksaan bakteri golongan coliform dilakukan terhadap kehadiran bakteri golongan coliform non fekal dan bakteri coliform fekal. Koliform non fekal berasal dari hewan atau tanaman yang sudah mati, misalnya *Enterobacter aerogenes*, sedangkan coliform fekal berasal dari kotoran manusia dan hewan, misalnya *Escherichia coli*. Untuk mengetahui jumlah coliform dalam suatu sampel dapat digunakan metode angka paling mungkin (APM) bakteri coliform. Prinsip dari metode ini adalah fermentasi laktosa selama 24 jam oleh bakteri coliform yang akan menghasilkan asam dan gas yang tertangkap oleh tabung Durham dalam tabung uji.

Bakteri coliform memiliki kemampuan menguraikan laktosa sebagai sumber karbon, sedangkan kelompok mikroorganisme usus yang lain tidak dapat melakukannya. Sebagai indikator adanya proses penguraian laktosa menjadi asam, ke dalam medium ditambahkan indikator *Bromcressol purple* (Bcp) yang berwarna ungu dalam keadaan netral dan berwarna kuning dalam suasana asam. Uji kualitatif coliform secara lengkap terdiri dari tiga tahap, yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji penguat (*confirmed test*), dan uji lengkap (*completed test*). Hasil pengujian uji lengkap, selain membuktikan uji pertama juga dapat menentukan jenis bakteri coliform yang terdapat dalam sampel.

Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam uji kualitatif dan kuantitatif adalah:

**Alat:**

1. Tabung reaksi
2. Tabung Durham
3. Autoklaf
4. Inkubator
5. Lampu bunsen
6. Beaker gelas
7. Kaca pengaduk
8. Gelas ukur
9. Pipet volume
10. Akuades

**Bahan:**

1. Medium kaldu laktosa
2. Indikator *Brom cressol purple* (Bcp)
3. Sampel (air ledeng, air sumur, makanan, minuman)

**4.5.1 Uji Dugaan (*Presumptive Test*)****Prosedur Kerja :**

1. Menyiapkan medium kaldu laktosa (kaldu 1000 ml, pepton 10 g, NaCl 5 g, laktosa 5 g dan indikator Bcp sebanyak 0,01 g) larutkan semua bahan dan panaskan, atur agar pH 7 – 7,2. Kemudian masukkan medium ke dalam tabung reaksi masing-masing 10 ml bersama tabung Durham yang terbalik dan berisi media (tidak boleh ada gelembung udara dalam tabung Durham), tutup rapat semua tabung dengan kapas. Sterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, angkat dan dinginkan.
2. Memasukkan sampel masing-masing sebanyak 10 ml ke dalam 3 tabung medium kaldu laktosa, 1 ml sampel masing-masing ke dalam 3 tabung medium laktosa, 0,1 ml sampel ke dalam 3 tabung medium kaldu laktosa serta 1 ml akuades steril ke dalam 1 tabung medium kaldu laktosa untuk kontrol. Pengisian tabung dilakukan secara aseptik.
3. Inkubasikan pada suhu 37°C selama 24-48 jam.
4. Mengamati semua tabung, bila terbentuk gas dan asam berarti hasilnya positif. Adanya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri coliform. Asam dilihat dari perubahan warna ungu menjadi kuning dan gas dapat dilihat dalam tabung Durham berupa gelembung udara. Banyaknya kandungan bakteri coliform dapat dilihat dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif. Bila inkubasi 1 X 24 jam negatif, inkubasi lanjutkan 2 x 24 jam.

#### 4.5.2 Uji Ketetapan (*Confirmed test*)

Hasil dari uji dugaan kemudian dilanjutkan dengan uji ketetapan.

##### Prosedur Kerja

1. Tabung yang positif gas dan asam (terutama pada inkubasi 1 x 24 jam), tanamkan suspensi pada medium agar *Eosin Metilen Blue* (EMB) secara aseptik dengan menggunakan jarum inokulasi.
2. Inkubasikan pada suhu 37°C selama 1 X 24 jam. Koloni bakteri *E. coli* (*Coliform fecal*) tumbuh berwarna merah kehijauan dengan kilat metalik atau koloni merah muda atau merah muda dengan lendir untuk kelompok coliform lainnya.

#### 4.5.3 Uji Kelengkapan (*Completed Test*)

Pengujian dilanjutkan dengan uji kelengkapan untuk menentukan golongan bakteri coliform.

##### Prosedur Kerja:

1. Dari koloni yang berwarna merah muda atau yang berlendir diinokulasikan ke dalam medium kaldu laktosa dan medium kaldu nutrisi agar (KNA) miring, dengan jarum inokulasi secara aseptik.
2. Inkubasikan pada suhu 37°C selama 1 X 24 jam. Bila hasilnya positif (gas dan asam) sama seperti uji dugaan maka benar sampel mengandung bakteri coliform.

Dari KNA agar miring buat pewarnaan Gram, bakteri coliform menunjukkan hasil Gram negatif bentuk batang. Untuk membedakan bakteri golongan coliform dari golongan coliform fekal, buat pekerjaan di atas secara rangkap dua, satu seri inkubasikan pada suhu 37°C (golongan coli) dan satu seri inkubasikan pada suhu 42°C (golongan coliform non fekal). Bakteri golongan coliform non fekal tidak dapat tumbuh baik pada suhu 42°C, sedangkan golongan coli fekal dapat tumbuh baik pada suhu 42°C.

#### 4.5.1 Tugas

1. Rancanglah kegiatan mini riset, untuk uji mikrobiologis air yang ada di kantin, air depot dan air sumur.
2. Berdasarkan mini riset, bakteri apakah yang paling banyak terkandung di setiap sampel.

#### 4.6 Rangkuman

Peran mikroorganismenya dalam air ada yang bersifat menguntungkan dan merugikan bagi manusia. Mikroorganismenya air dapat dijadikan indikator pencemaran air, pencemaran makanan dan sebagai agen bioremediasi di lingkungan air. Dampak negatif mikroorganismenya tanah dan air adalah menyebabkan penyakit baik pada manusia, hewan maupun tumbuhan. Pengolahan air yang benar adalah salah satu cara untuk menghindari kontaminasi mikroorganismenya yang membahayakan.

#### 4.7 Latihan

1. Selain contoh yang telah disebutkan, mikroorganismenya apa sajakah yang dapat dijadikan indikator pencemar bahan pangan.
2. Jelaskanlah mekanisme bioremediasi cemaran logam Pb oleh mikroorganismenya.
3. Bagaimanakah karakteristik air yang tercemar Coliform.

-oo0oo-

Character Building  
UNIVERSITY