

PENCEMARAN AIR OLEH MIKROORGANISME

PENCEMARAN AIR

- Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan.
- Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air).
- Air menutupi hampir 71% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil³) air tersedia di bumi.
- Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia.

- ① **Pencemaran air adalah masuknya** atau di masukannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.
- ① **Pencemaran air atau polusi** air merupakan penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya.

B. PENCEMARAN AIR OLEH MIKROBA PATOGEN

- ⦿ Pencemaran air oleh virus, bakteri patogen, dan parasit lainnya atau oleh zat kimia dapat terjadi pada sumber air bakunya, ataupun terjadi pada saat pengairan olahan dari pabrik ke konsumen.
- ⦿ Di beberapa negara berkembang, termasuk Indonesia, sungai, danau, kolam, laut sering digunakan untuk beberapa keperluan sehari-hari, misalnya mandi, mencuci pakaian, mencuci alat makan dan makanan, bahkan untuk tempat pembuangan tinja, sehingga air tersebut menjadi tercemar berat oleh virus, bakteri patogen dan mikroorganisme parasit lainnya.

- ⦿ Patogen yang sering ditemukan di dalam air terutama adalah bakteri-bakteri penyebab berbagai macam penyakit
- ⦿ Contohnya *Vibrio cholerae* penyebab penyakit kolera, *Shigella dysenteriae* penyebab disentri basiler, *Salmonella typosa* penyebab tifus dan *S. paratyphi* penyebab paratifus, virus polio dan hepatitis, serta *Entamoeba histolytica* penyebab disentri amuba.
- ⦿ Untuk mencegah penyebaran penyakit melalui air perlu dilakukan control terhadap polusi air.

C. MIKROBA PATOGEN PENYEBAB PENCEMARAN AIR

- Beberapa mikroba patogen biasanya ditemukan di dalam air limbah domestik dan juga di dalam efluen dari unit pengolahan limbah. Mikroba yang menjadi agen penyebab pencemaran air adalah bakteri atau virus.
- Bakteri PatogenBakteri penyebab pencemaran air dan bersifat patogen antara lain sebagai berikut :

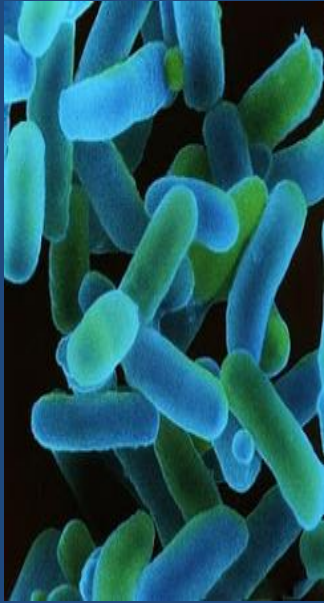
Salmonella

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Enterobacteria
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Salmonella</i>
Spesies	: <i>Salmonella typhi</i>



- ① *Salmonella* adalah enterobacteriaceae yang terdistribusi secara luas di dalam lingkungan dan meliputi lebih dari 2000 stereotipe.
- ① *Salmonella* merupakan bakteri patogen paling utama yang terdapat di air limbah yang dapat menyebabkan demam typhus dan paratyphus dan gastroenteritis (radang lambung / perut).
- ① Konsentrasi *Salmonella* di dalam air limbah berkisar dari beberapa sel samapi mencapai 8000 organisme per 100 ml air limbah.
- ① Diperkirakan bahwa hampir 0.1% penduduk mengeluarkan *Salmonella* di dalam tinja.
- ① Di Amerika Serikat, Salmonellosis terutama disebabkan oleh kontaminasi pada makanan, tetapi pada kontaminasi air minum juga masih menjadi perhatian yang utama.

2. *Shigella*



- *Shigella* secara sepintas adalah agen disentri bacillus, yaitu suatu penyakit diare yang menyebabkan berak darah sebagai akibat dari peradangan dan pendarahan selaput dinding usus.
- Ada empat spesies *shigella* yang bersifat patogen, yaitu *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella boydii*, dan *Shigella sonnei*. Keempat *Shigella* patogen tersebut dapat berpindah secara kontak langsung dengan penderita yang telah terinfeksi, dimana orang yang terinfeksi mengeluarkan *Shigella* didalam tinjanya.
- Meskipun perpindahan atau penularan *Shigella* melalui kontak antar orang adalah cara penularan yang utama, tetapi melalui air juga perlu diperhatikan.
- Contohnya, seperti yang terjadi di Florida, penggunaan air tanah mempunyai andil terhadap Shigellosis yang telah menginfeksi sekitar 1200 orang.

Kerajaan: Bakteria
Filum: Proteobakteria

Kelas: Gamma
Proteobakteria

Ordo: Enterobakteriales

Famili: Enterobacteriaceae

Genus: *Shigella*
dysenteriae

3. *Vibrio Cholerae*



Kerajaan:	Bacteria
Filum:	Proteobacteria
Kelas:	Gamma
	Proteobacteria
Ordo:	Vibrionales
Famili:	Vibrionaceae
Genus:	<i>Vibrio</i>
Spesies:	<i>V. cholerae</i>

- ◉ *Vibrio cholerae* adalah bakteri gram-negative yang berbentuk batang melengkung. Bakteri ini dapat berpindah melalui air.
- ◉ *Vibrio Cholerae* mengeluarkan suatu enterotoksin yang menyebabkan diare, mulai dari ringan sampai hebat, muntah, dan kehilangan cairan tubuh secara cepat, dan menyebabkan kematian dalam waktu singkat.
- ◉ *Vibrio cholerae* sering muncul sebagai endemik di banyak wilayah Asia. Organisme patogen tersebut dapat menyebabkan pencemaran air dengan konsentrasi sebesar 10 – 10.000 organisme per 100 ml air pada saat terjadi endemik.
- ◉ Ledakan endemik Kolera pernah terjadi di Peru dan Chilli yang diakibatkan mengonsumsi sayuran yang telah terkontaminasi oleh air yang telah tercemar oleh *Vibrio Cholerae*.

Virus

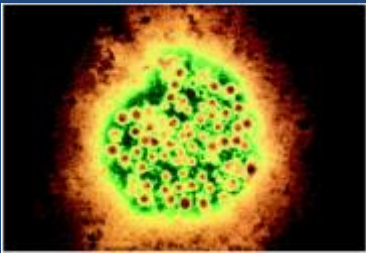
- Air dan limbah dapat terkontaminasi oleh 140 jenis virus. Virus ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui mulut dan berkembang biak dalam saluran pencernaan dan kemudian dikeluarkan dalam jumlah yang besar melalui kotoran manusia yang terinfeksi.
- Virus-virus yang masuk ke dalam tubuh manusia kadangkala menyebabkan infeksi yang tidak terlihat, sehingga sulit untuk dideteksi. Virus ini penyebab penyakit yang bervariasi, mulai dari penyakit kulit, demam, infeksi pernafasan, penyakit yang berhubungan dengan pencernaan dan kelumpuhan.
- Virus-virus ini relatif sedikit di dalam air buangan, namun demikian sampel sebanyak 100-1000 liter harus dipekatkan untuk mendeteksi keberadaan patogen ini.

1. Rotavirus

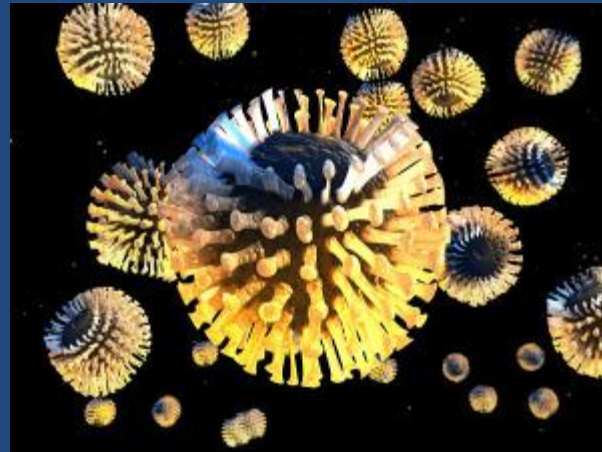
- ⦿ Rotavirus termasuk dalam keluarga Reoviridae, ukuran 70 nm yang mengandung RNA double-stranded dikelilingi double-shelled capsid.
- ⦿ Rotavirus adalah penyebab utama penyakit perut akut pada anak dibawah usia 2 tahun. Virus menyebar melalui fecal-oral, dapat pula melalui pernafasan.
- ⦿ Pernah terjadi beberapa kasus wabah penyakit yang disebabkan oleh rotavirus yang mengotaminasi air buangan.

2. Agen Tipe Norwalk

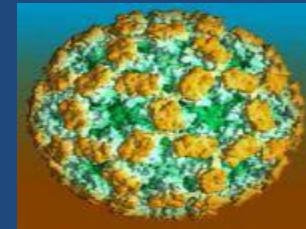
- ⦿ Virus ini berukuran kecil, sekitar 27 nm, pertama kali ditemukan tahun 1968 di Norwalk, Ohio.
- ⦿ Virus ini merupakan penyebab utama penyakit yang penularannya melalui air, dan dapat pula melalui makanan.
- ⦿ Virus ini menyebabkan diare dan mual dan dapat menyerang usus halus. Virus Norwalk memegang peranan penting dalam penyebaran penyakit perut melalui air tercemar.



. Virus Hepatitis



2. Rotavirus



3. Agen Tipe Norwalk

MIKROORGANISME INDIKATOR

- Mikroorganisme indikator adalah sekelompok mikroorganisme yang digunakan sebagai petunjuk kualitas air.
- Mikroorganisme indikator telah digunakan untuk mendeteksi dan menghitung kontaminasi tinja di air, makanan, dan sampel lainnya.
- Untuk digunakan sebagai mikroorganisme indikator, terdapat persyaratan yang harus dipenuhi oleh mikroorganisme tersebut, kendati demikian, persyaratan ini tidak mutlak untuk dipenuhi seluruhnya, tergantung kondisi yang ada.

Indikator Bakteri

a. Koliform

- ⦿ Koliform tidak termasuk dalam taksonomi bakteri namun hanya istilah untuk menyebutkan kelompok mikroorganismenya yang berada di air.
- ⦿ Ciri-ciri bakteri koliform adalah gram negatif, berbentuk batang, merupakan anaerob fakultatif yang dapat memfermentasikan laktosa dengan membentuk asam dan gas pada suhu 35 °C selama 24-48 jam. Memiliki enzim tambahan yaitu sitokrom oksidase dan beta-galaktosidase.
- ⦿ Koliform dapat ditemukan di saluran pencemaran hewan, tanah, atau secara alami pada sampel lingkungan.

b. Koliform tinja

- ⦿ Digunakan untuk mendeteksi pencemaran tinja. Merupakan bakteri termotoleran yang dapat beradaptasi dengan cara stabilisasi protein pada suhu di saluran pencernaan.
- ⦿ Koliform tinja dapat melakukan fermentasi dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 44.5 °C.
- ⦿ Koliform tinja memiliki korelasi yang kuat dengan pencemaran tinja hewan berdarah panas. Untuk mendeteksi *E.coli* pada koliform tinja secara lebih spesifik dapat digunakan enzim MUG yang akan berpendar dengan sinar UV.

c. Streptococcus Tinja – Enterococcus

- ⦿ Merupakan mikrobiota pada manusia dan hewan. Contoh *Streptococcus* pada manusia adalah *S. faecalis* dan *S. faecium*

d. Clostridium

- ⦿ Merupakan mikrobiota pada hewan berdarah panas dan limbah. Sifatnya lebih stabil dibanding patogen dan memiliki spora sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi polusi yang terjadi di waktu lampau.

e. *Bacteroides sp.* dan *Bifidobacteria sp.*

- ⦿ Banyak ditemukan di feses 100 kali dibanding yang lain. Kedua bakteri ini sulit dideteksi karena bersifat sangat anaerob dan dapat musnah bila terkena oksigen, sehingga untuk mendeteksi perlu kondisi yang sangat anaerob pula. Beberapa jenis *Bacteroides* spesifik pada manusia

PENYAKIT YANG BERHUBUNGAN DENGAN PENCEMARAN AIR AKIBAT DARI MIKROORGANISME PARASIT

- Beberapa penyakit yang berhubungan dengan air yang tercemar oleh mikroorganisme parasit telah dikenal sejak lama.
- Pencemaran air oleh air limbah ataupun kotoran (tinja) manusia yang mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit, seperti virus, bakteri patogen dan sebagainya dapat menyebabkan wabah atau peledakan jumlah penderita penyakit di suatu wilayah dalam waktu yang relatif singkat.

- ⦿ Beberapa ciri khusus penyebaran penyakit-penyakit tersebut antara lain yakni proses penularan pada umumnya melalui mulut, terjadi di wilayah yang airnya tercemar, penderita pada umumnya terkonsentrasi pada suatu wilayah secara temporer, penderitanya tidak terbatas pada usia, ataupun jenis kelamin tertentu.
- ⦿ Meskipun sulit untuk mendeteksi bakteri patogen di dalam air, tetapi dapat diperkirakan melalui pemeriksaan bakteri *E.coli* yang disebabkan oleh pencemaran tinja, dan waktu inkubasinya biasanya lebih panjang daripada keracunan makanan.
- ⦿ Penyakit yang biasanya berhubungan dengan pencemaran air akibat mikroorganisme parasit antara lain adalah :

1. Disentri

- ⦿ Disentri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *dys* (=gangguan) dan *enteron* (=usus), yang berarti radang usus yang menimbulkan gejala meluas, tinja lendir bercampur darah.
- ⦿ Disentri adalah peradangan usus besar yang ditandai dengan sakit perut dan buang air besar. Buang air besar ini berulang-ulang yang menyebabkan penderita kehilangan banyak cairan dan darah.
- ⦿ Penyebab umumnya adalah infeksi parasit *Entamoeba histolytica* yang menyebabkan disentri amuba dan infeksi golongan *Shigella* yang menjadi penyebab disentri basiler. Penderita perlu segera mendapatkan perawatan medis, jika tidak dapat mengancam jiwa

⦿ **Penyebab Penyakit:**

Bakteri (Disentri basiler)

Shigella, penyebab disentri yang terpenting dan tersering ($\pm 60\%$ kasus disentri yang dirujuk serta hampir semua kasus disentri yang berat dan mengancam jiwa disebabkan oleh *Shigella*.

Penyebabnya adalah bakteri *Shigella dysenteriae*.

Waktu inkubasinya sekitar 1 – 7 hari, biasanya 4 sekitar kurang dari 4 hari.

Amoeba (Disentri amoeba),

disebabkan *Entamoeba histolytica*, lebih sering pada anak usia > 5 tahun

2. Demam Thipoid (Typhus)

- Penyakit Demam Tifoid (bahasa Inggris: Typhoid fever) yang biasa juga disebut typhus atau types dalam bahasa Indonesiannya, merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella enterica*, khususnya turunannya yaitu *Salmonella typhi* terutama menyerang bagian saluran pencernaan.
- Demam tifoid adalah penyakit infeksi akut yang selalu ada di masyarakat (endemik) di Indonesia, mulai dari usia balita, anak-anak dan dewasa.
- Di Indonesia, diperkirakan antara 800 – 100.000 orang terkena penyakit tifus atau demam tifoid sepanjang tahun.
- Demam ini terutama muncul di musim kemarau dan konon anak perempuan lebih sering terserang, peningkatan kasus saat ini terjadi pada usia dibawah 5 tahun.
- Sumber penularan yang utama adalah penderita itu sendiri atau karier, dan penularan dapat terjadi karena infeksi yang disebabkan oleh bakteri yang ada di dalam tinja penderita yang akan mengontaminasi air, air minum, makanan, ataupun kontak langsung.

- ⦿ **Penyebab Penyakit :**

- ⦿ Penyebabnya adalah bakteri jenis bacillus thypus yaitu *Salmonella thyposa*, dengan waktu inkubasi sekitar 1 sampai 3 minggu. Bakteri tersebut masuk melalui mulut dan menjangkiti lympho (getah bening) pada bagian bawah usus halus, kemudian masuk ke aliran darah dan akan terbawa ke organ-organ internal sehingga gejala muncul pada seluruh tubuh, misalnya seluruh badan lemas, pusing, hilang nafsu makan, dan timbul demam serta mengigil.

3. Kolera

- Kolera merupakan penyakit yang sudah langka di negara-negara perindustrian dalam seratus tahun belakangan ini, tetapi penyakit ini masih sering terdapat di beberapa bagian dunia termasuk sub-benua India dan bagian benua Afrika di sebelah selatan gurun Sahara (sub-Sahara).
- Kolera adalah penyakit diare akut, yang disebabkan oleh infeksi usus akibat terkena bakteri *Vibrio cholerae*.
- Infeksi biasanya ringan atau tanpa gejala, tapi terkadang parah. Kurang lebih 1 dari setiap 20 penderita mengalami sakit yang berat dengan gejala diare yang sangat encer, muntah-muntah, dan kram di kaki. Bagi mereka ini, kehilangan cairan tubuh secara cepat ini dapat mengakibatkan dehidrasi dan shock atau reaksi fisiologik hebat terhadap trauma tubuh. Kalau tidak diatasi, kematian dapat terjadi dalam beberapa jam.
- Sumber utama penularan penyakit ini adalah air minum atau makanan yang tercemar (terkontaminasi) oleh kotoran atau muntahan penderita yang mengandung bakteri kholera ataupun tercemar oleh inang atau pembawa bakteri kholera.

⦿ **Penyebab Penyakit**

a. Cholera Asiatica disebabkan oleh bakteri *Vibrio comma*

b. Cholera Eltor disebabkan oleh bakteri *Vibrio eltor*

⦿ Penyebabnya adalah bakteri patogen jenis *Vibrio cholerae*, dan waktu inkubasinya antara beberapa jam sampai dengan 5 hari. Bakteri ini masuk melalui mulut dan akan berkembang di dalam usus halus (small intestine), dan akan menghasilkan eksotoksin yang menyebabkan rasa mual.

5. Diare

- Diare (atau dalam bahasa kasar disebut menceret) (BM = diarea; Inggris = diarrhea) adalah sebuah penyakit di mana penderita mengalami rangsangan buang air besar yang terus-menerus dan tinja atau feses yang masih memiliki kandungan air berlebihan.
- Di Dunia ke-3, diare adalah penyebab kematian paling umum kematian balita, dan juga membunuh lebih dari 1,5 juta orang per tahun.
- Diare merupakan salah satu penyakit yang paling banyak terjadi di negara berkembang termasuk di Indonesia. Yang paling banyak terserang penyakit ini umumnya adalah anak-anak dan balita, dan bila keadaannya parah seringkali mengakibatkan dehidrasi, yang apabila tidak segera ditangani dapat berujung pada kematian.
- Bakteri patogen yang menyebabkan penyakit ini berasal dari tinja dan masuk ke tubuh manusia melalui mulut, makanan, minuman atau melalui kontak perorangan. Seringkali organisme penyebab infeksi entrik tersebut diakibatkan oleh kondisi lingkungan rumah yang kotor dan tidak sehat. Hal tersebut juga dikarenakan oleh pencucian tangan yang kurang bersih pada waktu buang kotoran, ataupun melalui lalat. Banyak juga kasus yang terjadi akibat mengonsumsi air yang telah tercemar oleh bakteri patogen penyebab diare tersebut.

⦿ **Penyebab Penyakit**

- ⦿ Diare kebanyakan disebabkan oleh beberapa infeksi virus tetapi juga seringkali akibat dari racun bakteri.
- ⦿ Dalam kondisi hidup yang bersih dan dengan makanan mencukupi dan air tersedia, pasien yang sehat biasanya sembuh dari infeksi virus umum dalam beberapa hari dan paling lama satu minggu.
- ⦿ Namun untuk individu yang sakit atau kurang gizi, diare dapat menyebabkan dehidrasi yang parah dan dapat mengancam jiwa bila tanpa perawatan. Virus penyebab diare adalah *Viral gastroenteritis* atau yang dikenal sebagai stomach virus (virus perut).
- ⦿ Selain oleh virus, diare juga disebabkan oleh bakteri. Bakteri-bakteri tersebut antara lain adalah *E.coli*, *Salmonella enteritidis*, *Compylobacter bacteria*, *Shigella*, *Giardo*, *Cryptosporidium*.

TERIMA KASIH