



PENCEMARAN AIR

SARI BAHAGIARTI K.

UPN “VETERAN” YOGYAKARTA

Water Contamination

Water Pollution



Apakah pencemaran air?

- ▶ **Water pollution** is the contamination of water bodies such as lakes, rivers, oceans, and groundwater caused by human activities, which can be harmful to organisms and plants which live in these water bodies.
- ▶ Pencemaran air adalah kontaminasi badan air seperti danau, sungai, lautan, dan air tanah yang disebabkan oleh aktivitas manusia, yang dapat berbahaya bagi organisme dan tanaman yang hidup di badan air tersebut.

Kapan air dikatakan tercemar?

- ▶ water is only called polluted when it is not able to be used for what one wants it to be used for.
- ▶ air disebut tercemar ketika tidak dapat digunakan untuk apa yang diinginkannya.



Apakah hanya disebabkan oleh ulah manusia?

- ▶ natural phenomena such as volcanoes, algae blooms, storms, and earthquakes also cause major changes in water quality and the ecological status of water
- ▶ fenomena alam seperti erupsi gunung berapi, pertumbuhan ganggang, badai, dan gempa bumi juga dapat menyebabkan perubahan besar kualitas dan status ekologis air

Contaminants

Berdasarkan komposisi kimia bahan asalnya, polutan air dapat dibedakan menjadi:

- ▶ *Organic*: bahan-bahan yang berasal dari makhluk hidup
- ▶ *Inorganic*: bahan-bahan bukan dari makhluk hidup



Organic pollutants:

- ▶ Insecticides and herbicides, a huge range of organohalide and other chemicals
- ▶ Bacteria, often is from sewage or livestock operations
- ▶ Food processing waste, including pathogens
- ▶ Tree and brush debris from logging operations
- ▶ VOCs (volatile organic compounds), such as industrial solvents, from improper storage
- ▶ DNAPLs (dense non-aqueous phase liquids), such as chlorinated solvents, which may fall at the bottom of reservoirs, since they don't mix well with water and are more dense

Organic pollutants:

- ▶ Petroleum Hydrocarbons including fuels (gasoline, diesel, jet fuels, and fuel oils) and lubricants (motor oil) from oil field operations, refineries, pipelines, retail service station's underground storage tanks, and transfer operations. Note: VOCs include gasoline-range hydrocarbons.
- ▶ Detergents
- ▶ Various chemical compounds found in personal hygiene and cosmetic products
- ▶ Disinfection by-products (DBPs) found in chemically disinfected drinking water

Inorganic pollutants:

- ▶ Heavy metals including acid mine drainage
- ▶ Acidity caused by industrial discharges (especially sulfur dioxide from power plants)
- ▶ Pre-production industrial raw resin pellets, an industrial pollutant
- ▶ Chemical waste as industrial by products
- ▶ Fertilizers, in runoff from agriculture including nitrates and phosphates
- ▶ Silt in surface runoff from construction sites, logging, slash and burn practices or land clearing sites

Type of Pollution

Tipe pencemar berdasarkan sifat-sifat bahannya:

- ▶ Microbiological
- ▶ Chemical
- ▶ Oxygen-depleting Substances
- ▶ Nutrients
- ▶ Suspended matter

Microbiological

- ▶ Mikroorganisme penyebab penyakit (patogen), seperti bakteri, virus, dan protozoa dapat menyebabkan gangguan kesehatan
- ▶ Ikan dan kerang bisa terkontaminasi dan manusia yang mengonsumsinya dapat mengalami gangguan kesehatan.
- ▶ Beberapa penyakit serius seperti polio dan kolera ditularkan melalui air.


Chemical



- ▶ Berbagai bahan kimia dari industri, seperti logam dan pelarut, bahan kimia yang terbentuk dari pemecahan limbah alami (misal amoniak) beracun bagi ikan dan kehidupan air lainnya.
- ▶ Pestisida yang digunakan dalam pertanian dan di sekitar rumah: insektisida, herbisida adalah jenis bahan kimia beracun.
- ▶ Bahan-bahan seperti deterjen dan minyak merusak kebersihan air;
- ▶ Banyak polutan kimiawi menimbulkan bau tidak sedap.

Oxygen-depleting Substances

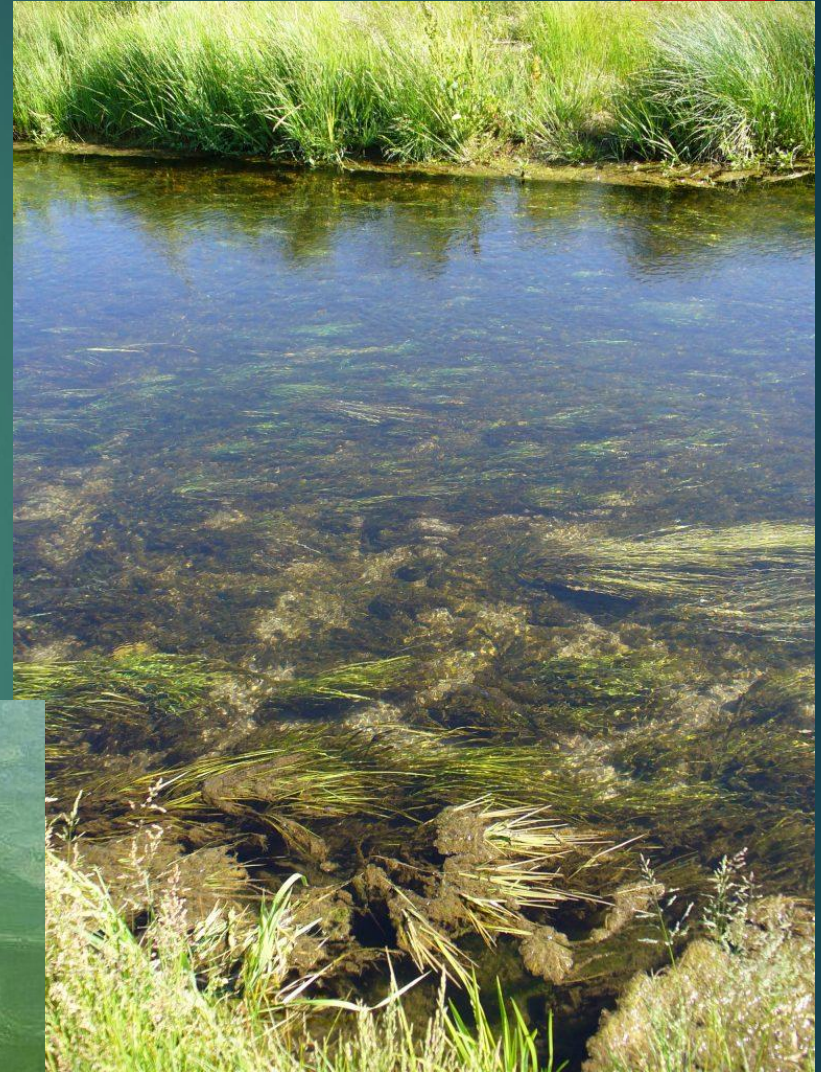
- ▶ Ada jenis limbah yang dapat terurai secara hayati, dan digunakan sebagai makanan oleh mikroorganismenya, misalnya bakteri.
- ▶ Ikan, bakteri aerob yang hidup dalam air, ketika mengonsumsi "makanan" akan menggunakan oksigen terlarut. (Oksigen dalam senyawa H_2O , air, terikat secara kimiawi, dan tidak tersedia untuk respirasi (pernapasan)).
- ▶ Sebenarnya oksigen tidak mudah larut dalam air. Air yang jenuh oksigen hanya mengandung sekitar $1/25$ dari konsentrasi oksigen di udara. Jadi jika terdapat terlalu banyak "makanan" di dalam air, bakteri dapat dengan mudah menggunakan semua oksigen terlarut, tidak meninggalkan sedikitpun untuk makhluk lainnya, sehingga ikan-ikan akan mati.

- 
- Setelah oksigen habis, bakteri lain yang tidak memerlukan oksigen akan mengambil alih. Sementara itu mikroorganisme aerobik - yang menggunakan oksigen terlarut akan mengubah senyawa nitrogen, sulfur, dan karbon yang ada dalam air limbah menjadi nitrat, sulfat dan karbonat yang relatif tidak berbau - dan tidak berbahaya.
 - Mikroorganisme anaerob menghasilkan amonia, amina, dan sulfida beracun dan berbau, serta metana yang mudah terbakar (gas rawa).
 - Dalam kondisi demikian ikan2 akan mati.

Nutrients

- ▶ Unsur2 fosfor dan nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, dan berlimpah dalam air limbah yang tidak diolah.
- ▶ Jika limbah tsb ditambahkan ke danau dan sungai, akan menyebabkan gangguan pertumbuhan gulma air, dan ganggang, yang merupakan tanaman mikroskopis.
- ▶ Gulma dapat membuat danau tidak cocok untuk berenang dan berperahu. Jika ganggang dan gulma mati, akan menjadi bahan yang dapat terurai.
- ▶ Jika danau/sungai digunakan sebagai sumber air minum, ganggang dapat menyumbat filter dan memberikan rasa serta bau yang tidak sedap.

Nutrient Pollution



Suspended matter

- ▶ Terdapat beberapa polutan terlarut dalam air limbah, berarti bahwa masing-masing molekul atau ion dari zat tersebut akan bercampur langsung dengan molekul-molekul air.
- ▶ Di sisi lain, terdapat polutan lain, yang merupakan partikel tersuspensi di dalam air. Meskipun mereka dapat bertahan dalam suspensi oleh turbulensi, namun suatu saat mereka akan mengendap dan membentuk lumpur di bagian bawah. Sedimen ini dapat mengurangi kedalaman badan air.

Suspended matter

- ▶ Jika terdapat banyak bahan organik yang mampu terbiodegradasi dalam sedimen, maka akan menjadi anaerob dan berkontribusi menimbulkan masalah.
- ▶ Bahan beracun juga dapat terakumulasi dalam sedimen dan mempengaruhi organisme yang hidup di dlm lingkungan tsb dan dapat terakumulasi pada ikan yang memakannya, sehingga dapat menimbulkan masalah pada rantai makanan.
- ▶ Selain itu, minyak atau partikel2 lain yang dilapisi minyak, yang lebih ringan dari air akan mengapung ke atas, dan menciptakan gangguan estetika.

Suspended matter water pollution



Sumber Pencemaran

- ▶ **Kegiatan Rumah Tangga**

Kegiatan sehari-hari rumah tangga pada umumnya menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari air, demikian pula septic tank yang bocor.

- ▶ **Kegiatan Industri**

Kegiatan industri kecil atau besar banyak menghasilkan limbah berupa asap, cairan maupun padat.

Sumber Pencemaran

▶ **Kegiatan Pertanian dan Peternakan**

Penggunaan pestisida, kotoran hewan dan penggunaan pupuk dapat menimbulkan pencemaran air. Pada rumah pemotongan hewan, sisa cucian ternak atau darah hasil penyembelihan.

▶ **Kegiatan Transportasi**

Kegiatan transportasi dapat menjadi sumber pencemar perairanan seperti sisa oli, atau sisa mobil bekas yang dibuang ke laut.

Sumber Pencemaran

- ▶ **Kegiatan Fasilitas Sosial dan Fasilitas Umum**
Fasilitas umum penghasil limbah antara lain rumah sakit, toilet umum, pasar.
- ▶ **Kegiatan Perdagangan**
Kegiatan perdagangan baik sektor formal maupun informal penghasil limbah cair seperti bengkel motor, warung kaki lima, laundry.
- ▶ **Kegiatan Pengolahan Akhir Sampah**
Kegiatan pengolahan sampah dapat menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses *leaching* sampah.

Sumber Pencemaran

- ▶ **Kegiatan Kehutanan**

Kegiatan penebangan hutan dapat menghasilkan limbah yang berasal dari erosi tanah kemudian hanyut ke sungai.

- ▶ **Kegiatan Pertambangan**

Kegiatan pertambangan menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses produksi seperti lumpur bor, emulsi minyak atau logam berat (merkuri).

Indikasi Pencemaran Air

Air berwarna hijau	Terdapat mikro-organisme jenis tumbuh-tumbuhan
Air berlumpur	Terdapat kandungan suspensi sedimen berukuran halus yang tinggi menyebabkan ikan sulit bernafas.
Lapisan berkilau	terjadi tumpahan minyak di permukaan air
Terdapat busa atau berbuih	Kemungkinan sabun dari limbah rumah tangga atau kilang yang mengalir ke dalamnya.
Berbau seperti telur busuk	Terdapat proses pembusukan
Lapisan kuning jingga atau kemerahan di permukaan air	Adanya pencemaran dari limbah industri.

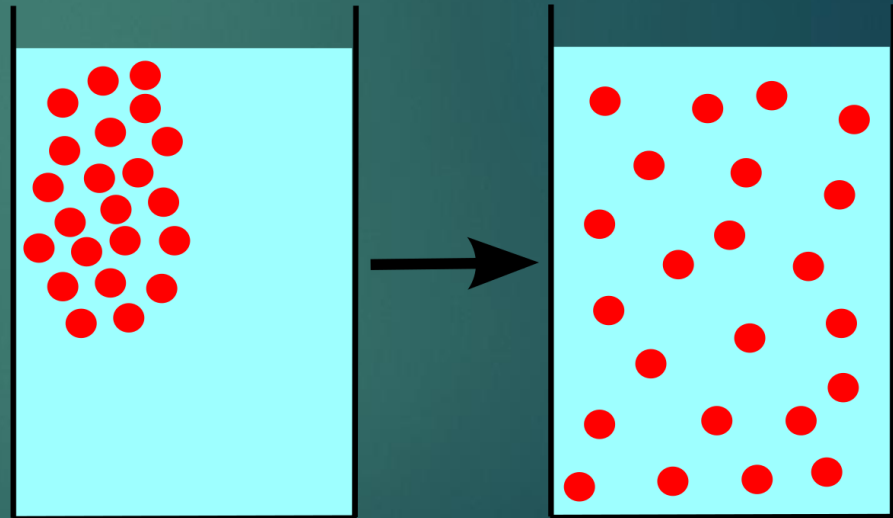
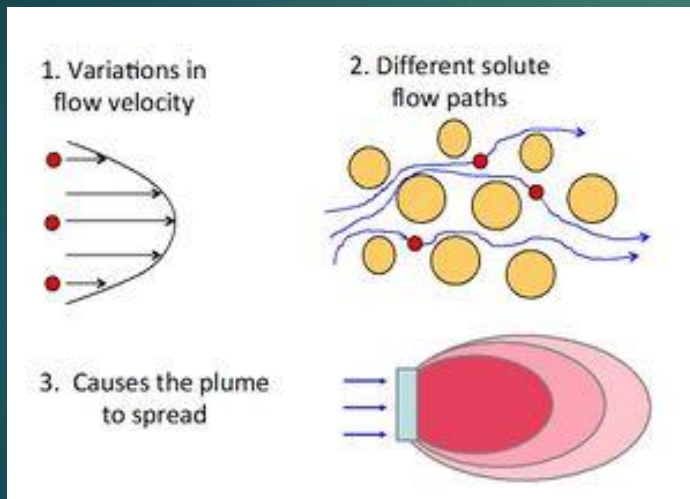
Pollutant Transport



Transport masa dlm air

- ▶ **Difussion:** difusi adalah mengalirnya/berpindahannya suatu zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah
- ▶ **Advection:** adveksi adalah pengangkutan suatu zat atau kuantitas dengan gerakan massal di dalam aliran air

Diffusion Flow



Diffusion

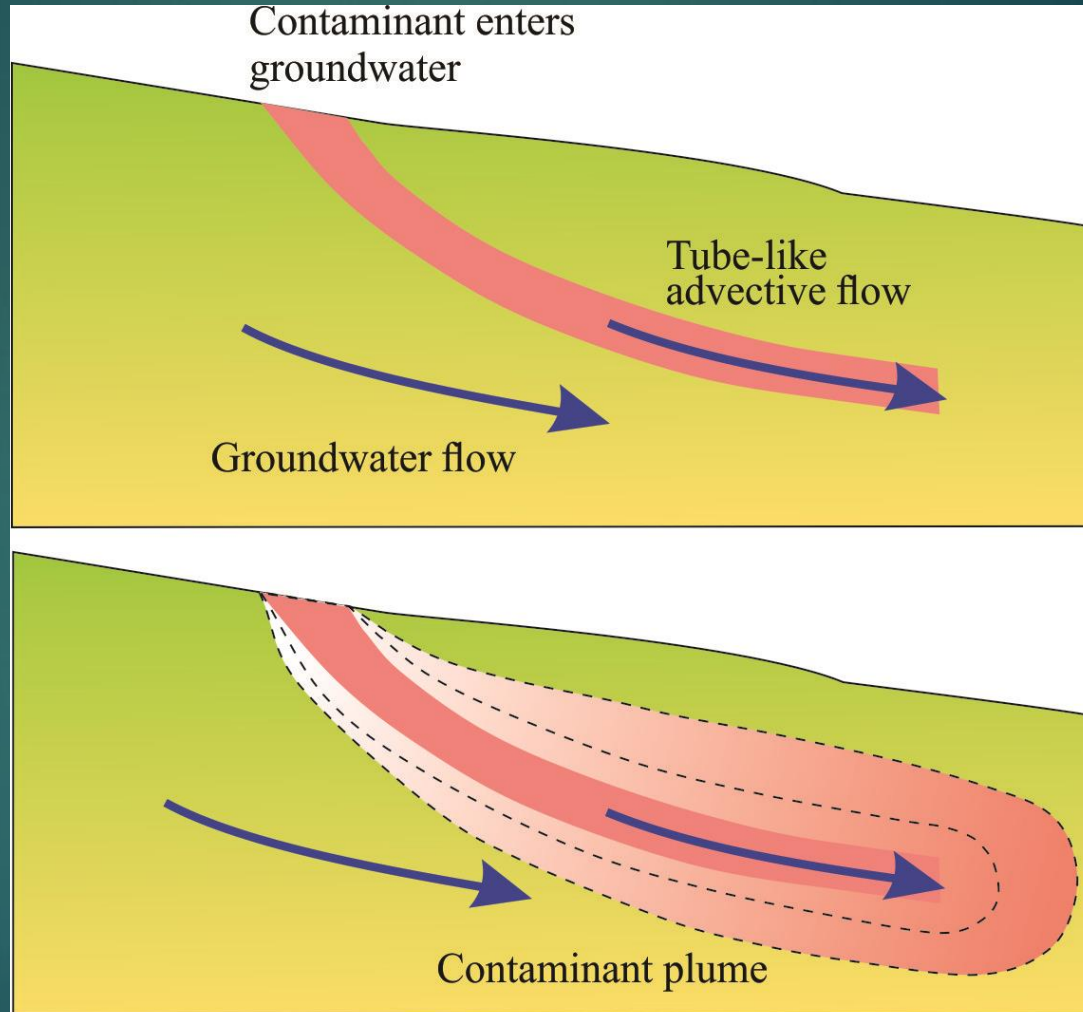
- ▶ $F = -D \frac{dC}{dx}$
- ▶ F = mass flux of solute per unit area per unit time
- ▶ D = diffusion coefficient (area/time)
- ▶ C = solute concentration (mass/volume)
- ▶ $\frac{dC}{dx}$ = concentration gradient (mass/volume/distance)

Advection

▶ $v_x = K/n_e \cdot Dh/dl$

- ▶ v_x = average linear velocity
- ▶ K = hydraulic conductivity
- ▶ n_e = effective porosity
- ▶ Dh/dl = hydraulic gradient

Transport massa secara advection



Dispersal of contaminant above, below, and ahead of the advective flow results in a contaminant plume. Keep in mind that plumes have a 3 dimensional aspect.

Pengelolaan Pencemaran Airtanah

- ▶ Pembatasan pemanfaatan airtanah dari suatu akuifer
- ▶ Mencari atau membangun *alternative water supply*
- ▶ *Source removal: penghapusan/penghilangan sumber air yang tercemar*
- ▶ Melakukan monitoring
- ▶ *Health advisories: asuransi*
- ▶ Keputusan utk menerima risiko

Latihan

- ▶ Kebocoran terjadi pada sebuah tanki limbah industri, yang terletak di desa Condongcatur, ketinggian 131 m dari muka air laut. *Groundwater head* = 120 m
- ▶ Litologi penyusun adalah pasir vulkanik dengan $K = 1$ m/jam, n efektif = 15%
- ▶ Berapakah kecepatan linier rata-rata pencemaran airtanah akibat dari kebocoran tersebut, bila diketahui gradien hidrolika $(dh/dl) = 0,03$
- ▶ Hitunglah jarak jangkauan pencemaran dalam waktu 5 hari, dan berada pada elevasi berapakah tempat yang tercemar tsb

Latihan

- ▶ Limbah industri berupa zat-zat beracun sebesar 500 mg/l mencemari airtanah.
- ▶ Pada hari ke-2, pencemar telah menyebar ke tempat yang berjarak 100 m dari sumber. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui konsentrasinya 40 mg/l.
- ▶ Hitunglah berapa besarnya massa polutan yang disebarkan dalam area dan waktu tertentu, bila diketahui bahwa koefisien difusi pencemaran = $265 \text{ m}^2/\text{hari}$



Sekian
Terima Kasih