

KUALITAS AIRTANAH

- **Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti, M.Sc.**



Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Yogyakarta



Jl. SWK 104 (Lingkar Utara)
Condongcatur Depok Sleman DIY, 55283
Telp. +62 274 486733
Website. www.upnyk.ac.id

Teknik Geologi

Kualitas Airtanah:

H₂O + Mineral + Organisme



Hujan



Batuan

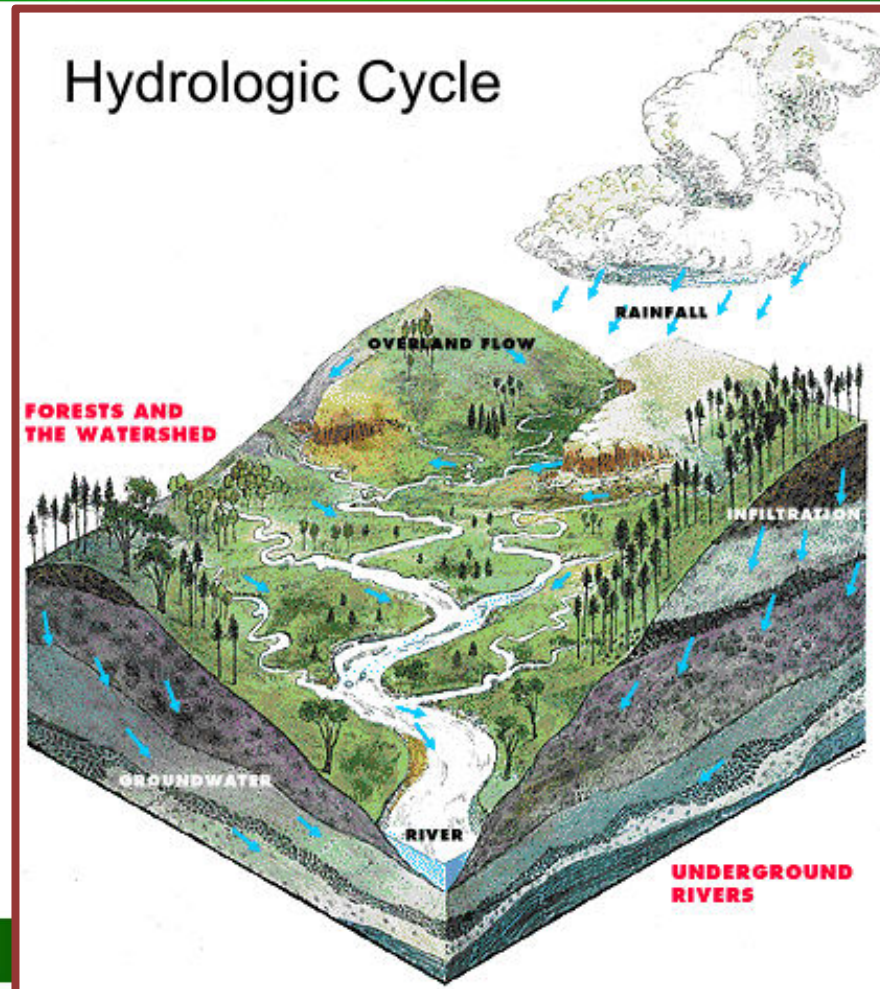


Aktivitas Manusia
Hewan
Tumbuhan





Daur Hidrologi





KUALITAS AIR

Didasarkan atas 3 Parameter:

- FISIK
- KIMIAWI
- BIOLOGIS

KETIGA ASPEK KUALITAS AIR
SANGAT DIPENGARUHI
OLEH LINGKUNGAN



FISIKA AIR

- Warna: Color
- Kekeruhan (Turbidity)
- Bau: Odor
- Rasa: Taste
- Temperatur



Warna

- Dipengaruhi oleh zat-zat terlarut/tersuspensi
- Zat terlarut memberikan *true color*
- Zat tersuspensi memberikan *apparent color*
- Secara kuantitatif dinyatakan dalam indeks warna, tanpa satuan
- Indeks warna air minum < 15
- Secara kualitatif, air minum: tidak berwarna





Kekeruhan

- Dipengaruhi oleh zat padat tersuspensi (yang berukuran lempung, lanau)
- Untuk mengukur kekeruhan, digunakan turbidimeter
- Satuan kekeruhan: NTU (Nephelometric Turbidity Unit)
- Batas toleransi air minum: 5 NTU



Bau

- Dipengaruhi oleh zat-zat kimia / organik yang terkandung
- Adanya pencemaran baik melalui proses alamiah, maupun ulah manusia
 - Proses Alamiah: kandungan algae, pembusukan organisme
 - Ulah manusia: sampah, limbah
- Dinyatakan secara kualitatif
- Air minum seharusnya tidak berbau



Rasa

- Dipengaruhi oleh zat-zat kimia terlarut
 - Zat besi (Fe) memberikan rasa pahit
 - Mangan, sulfat, memberikan rasa pahit.
 - Asam sulfida (H_2S) memberikan rasa seperti telur busuk.
 - Natrium klorida ($NaCl$) memberikan rasa asin.
 - Bikarbonat (HCO_3) memberikan rasa tawar atau rasa soda
- Dinyatakan secara kualitatif
- Air minum seharusnya tidak berasa

Temperatur

- Dipengaruhi oleh:
 - Temperatur atmosfer (pengaruhnya hingga kedalaman 10 – 25 m)
 - Temperatur tanah/batuan tempat air bergerak
 - Proses geokimia yang terjadi ketika air bergerak di dalam tanah/batuan
 - Kondisi geologis (sesar aktif, daerah vulkanik, geotermal, dll)
 - Peluruhan zat radio aktif



Gradien Geotermal:



Adanya perambatan panas dari inti ke kulit bumi, mengakibatkan temperatur airtanah meningkat sesuai dengan kedalamannya. Kenaikan temperatur sesuai dengan besarnya kedalaman disebut gradien geotermal

- Di daerah batuan sedimen, gradien hidrotermal pada umumnya sekitar $1,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
- Di daerah vulkanik, gradien geotermal dapat mencapai $3,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$



Hidrokimia

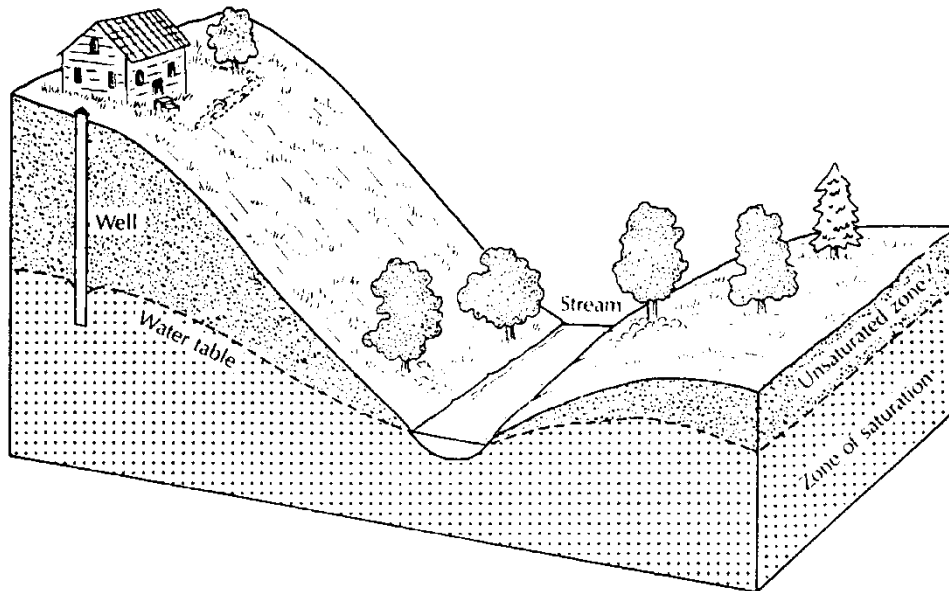
Air murni disusun oleh H_2O . Begitu air kontak dengan udara, tanah, dan batuan, maka air segera melarutkan zat-zat dan unsur-unsur lain, sehingga komposisinya berubah.



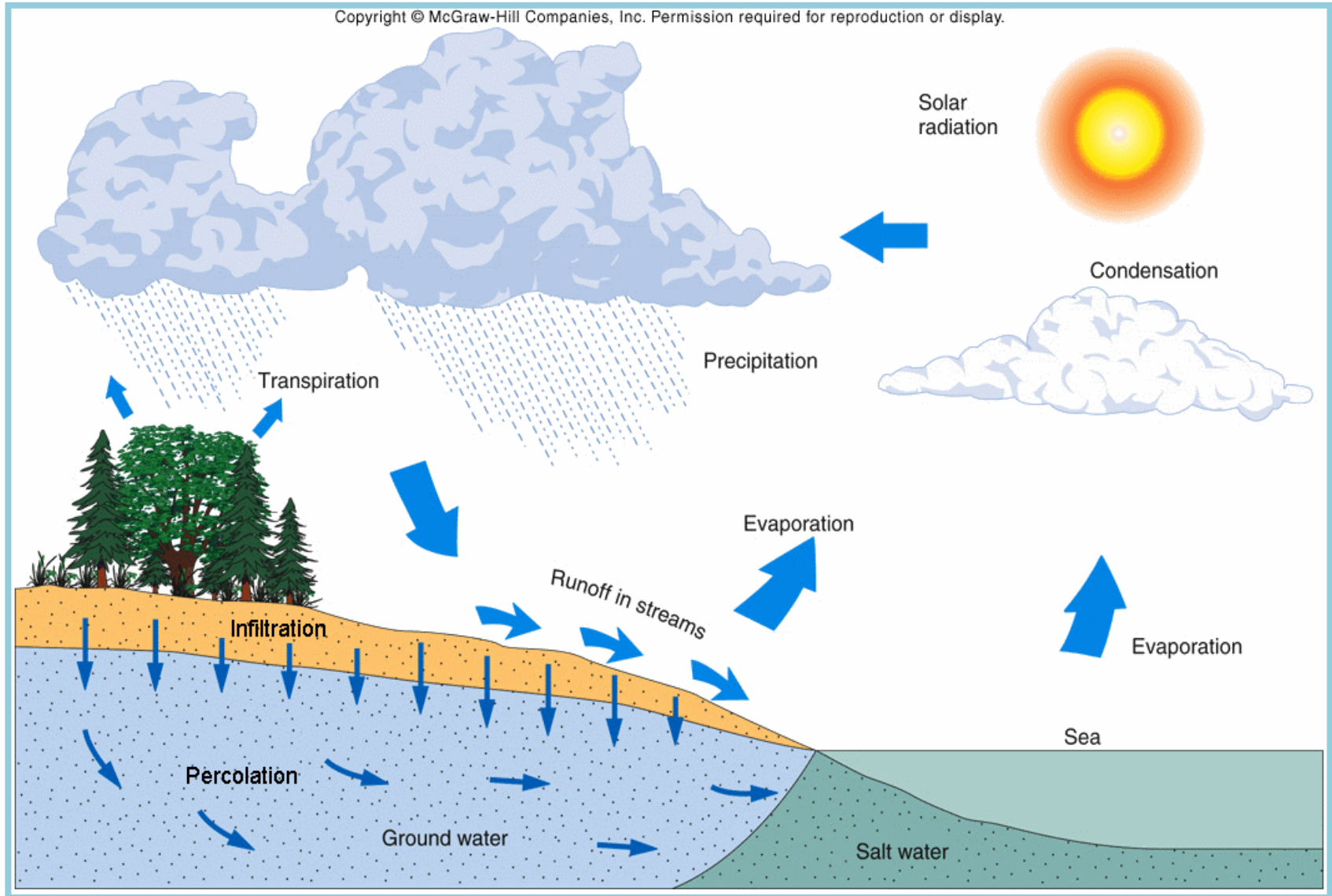
HIDROKIMIA

Dipengaruhi Oleh:

- Komposisi Mineralogi batuan akuifer
- Aktivitas manusia



Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

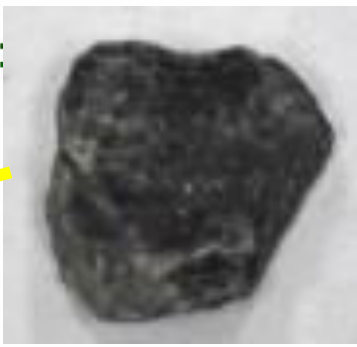
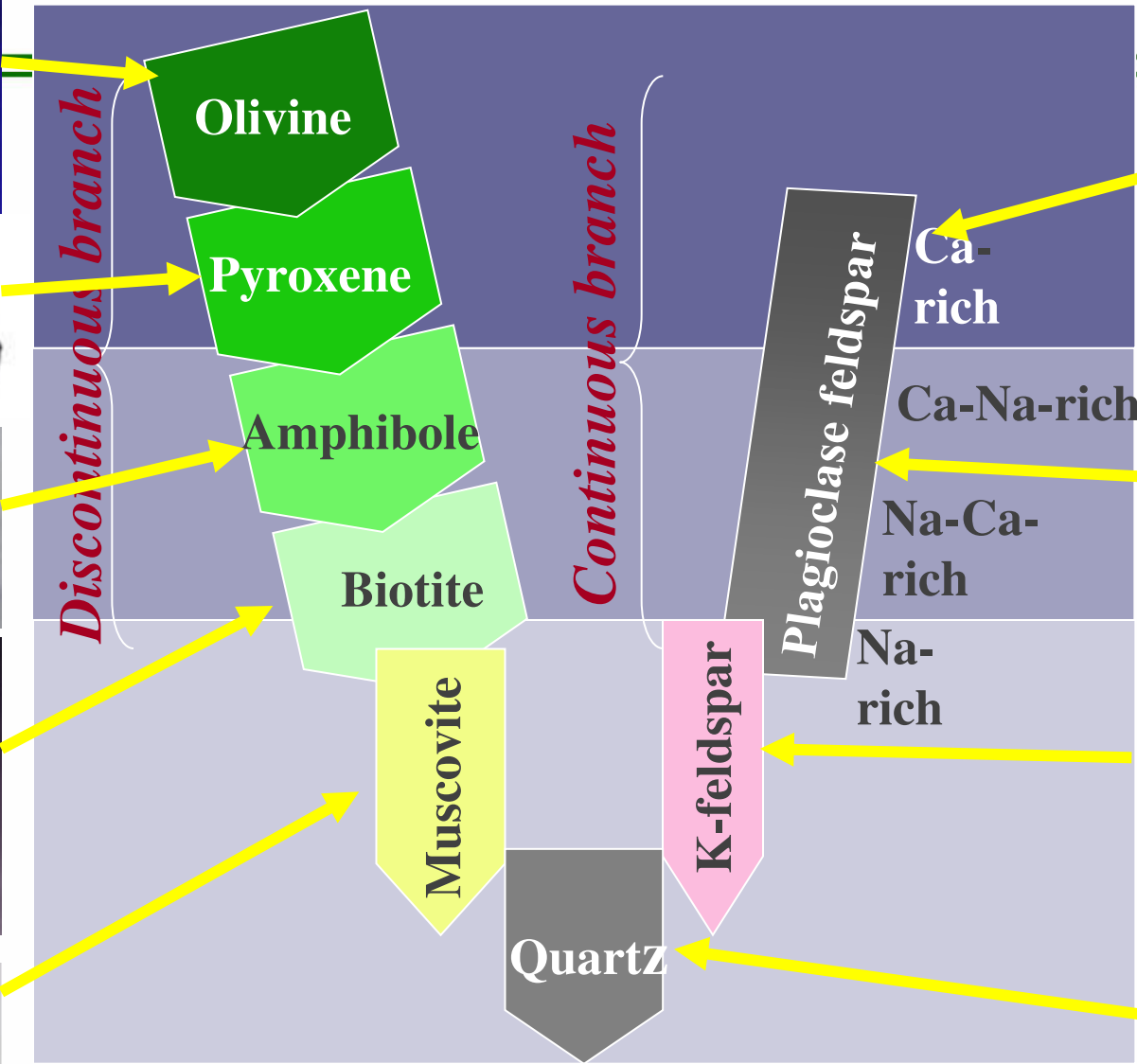




Mineral-mineral dalam Akuifer:

- PLAGIOKLAS
- K-FELSPAR
- MINERAL MAFIK: OLIVIN, PIROKSEN,
AMFIBOL, BIOTIT

Rock Forming Minerals



BOWEN'S REACTION SERIES



Keberadaan zat padat (solid) di dalam air, dapat berupa :

- larutan : misalnya ion-ion
- suspensi : koloid, butiran-buiran yang lebih besar.

KATION: Ca, Mg, Na, K, Fe
ANION: HCO₃, Cl, SO₄

Unsur-unsur yang terkandung di dalam air dapat dikelompokkan:

- Unsur Mayor (Major Elements)
- Unsur Minor (Minor Elements)
- Unsur Jejak (Trace Elements)
- Gas Terlarut





Unsur Mayor: Konsentrasi > 5 mg/l

- Kation: Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^{+}
- Anion: HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} , NO_3^{-} (kadang-kadang),
dan CO_3^{2-} (kadang-kadang).
- Dalam bentuk koloid, contohnya Fe, dan SiO_2



Unsur Minor: Konsentrasi 0,01 – 5 mg/l

K^+ , Al_2^{3+} , Mn^{2+} , NO_2^- , PO_4^- , F



Unsur Jejak: Konsentrasi 0,01 mg/l

Contoh : Hg, Pb, Cu, Zn, Ni, J, As, dll.

Unsur-unsur ini pada umumnya merupakan logam berat. Meskipun konsentrasinya sangat kecil, tetapi kehadirannya mempunyai arti penting dan membahayakan. Adanya logam berat acapkali dikaitkan dengan adanya pencemaran dari limbah industri.

Unsur Gas: CO_2 , O_2 , N_2 , dll

Ketika terjadi hujan, air yang bergerak di udara melarutkan gas-gas yang dilewati dan bersentuhan dengannya

Pelarutan dialami pula oleh udara yang terdapat di dalam tanah/batuan





Kesadahan (Hardness)

Kesadahan air ditentukan oleh jumlah kandungan ion logam bervalensi dua, yang bereaksi dengan sabun, membentuk endapan.

kesadahan adalah jumlah konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} di dalam air.

Satuan Kesadahan: mg/l, °Jerman, °Perancis, °Inggris

- $TH = Ca \times CaCO_3/Ca + Mg \times CaCO_3/Mg$ (dalam Mg/l)
- $TH = 2,5(Ca^{2+}) + 4,1(Mg^{2+})$ (dlm Mg/l)
- $H = 50 \times c \text{ Ca meq/l} + c \text{ Mg meq/L}$

- $1^\circ\text{Jerman} = 10 \text{ mg CaO/liter}$
 $= 28 \times \text{meq } (Ca^{2+} + Mg^{2+})/\text{liter}$
- $1^\circ\text{Perancis} = 10 \text{ mg CaCO}_3/\text{liter}$
- $1^\circ\text{Inggris} = 10 \text{ mg CaCO}_3/0,7 \text{ liter}$
 $= 14,3 \text{ mg CaCO}_3/\text{liter}$

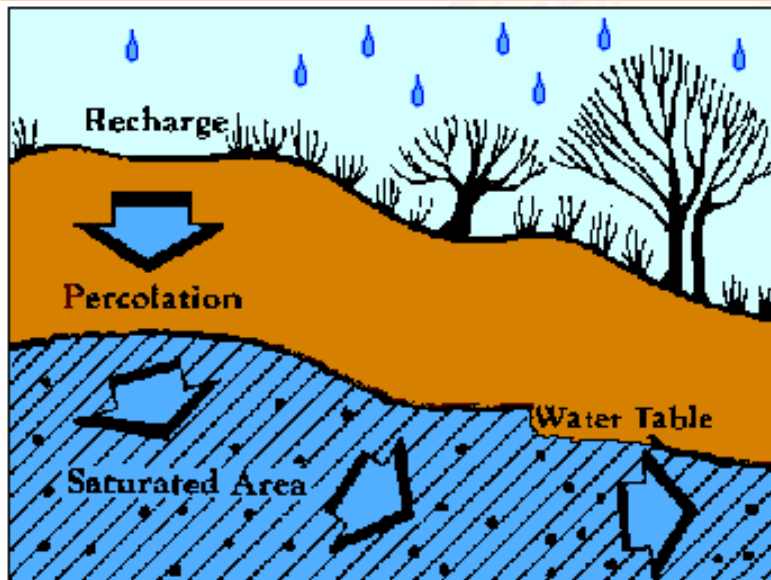


Klasifikasi kesadahan menurut Todd (1980) dan USGS

Hardness, mg/l as CaCO ₃	Classification
0 - 75	Soft
75 - 100	Moderately Hard
100 - 300	Hard
> 300	Very Hard

Hardness, mg/l as CaCO ₃	Classification
0 - 60	Soft
61 - 120	Moderately Hard
121 - 181	Hard
> 181	Very Hard

Proses geokimia yang terjadi selama airtanah melewati dan kontak dengan batuan adalah :



- Pelarutan (dissolution)
- Hidrolisis (Hydration)
- Oksidasi - Reduksi

Proses fisika: Erosi/Pengikisan





Klasifikasi Air berdasarkan TDS

TDS (mg/l)	Classification
1 – 1000	Fresh water
1000 - 10 000	Brackish water
10 000 - 100 000	Saline water
> 100 000	B r i n e



pH: Derajat Keasaman atau Derajat Keaktifan ion Hidrogen

- Apabila air murni terurai, maka akan terbentuk ion-ion H^+ dan OH^- .
- Tingkat keaktifan penguraian tsb dinyatakan dengan PH
- PH merupakan konsentrasi ion H^+ di dalam air (atau zat cair lain), yang dinyatakan dalam satuan logaritmik



Derajat Keasaman

- $\text{pH} = -\log_{10} (\text{H}^+) \text{ mol/l}$
- pH air murni pada temperatur $24^\circ\text{C} = 7,0$
- Artinya : konsentrasi ion H^+ di dalam air murni pada temperatur 24°C adalah 10^{-7} mol/l

Untuk Mengukur pH:

- Colorimetric: Lakmus
- pH meter





EH: Redox Potential

- EH menyatakan kemampuan atau potensi air untuk mengoksidasi atau mereduksi
- Oksidasi : Proses kehilangan elektron atau penambahan valensi suatu senyawa
- Reduksi : Proses ketambahan elektron atau pengurangan valensi suatu senyawa



- $2 \text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4\text{H} + + 4\text{e}$
(adalah proses oksidasi)
- $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
(proses reduksi)



Photo by Diane Carlson



D



TDS (Total Dissolved Solids)

- TDS adalah jumlah total unsur-unsur padat yang terlarut di dalam air.
- Klasifikasi Air berdasarkan TDS (Todd, 1980)

TDS (mg/l)	Classification
1 - 1000	Fresh water
1000 - 10 000	Brackish water
10 000 - 100 000	Saline water
> 100 000	B r I n e

TOM (Total Organic Matter)

- TOM adalah jumlah unsur-unsur organik yang terkandung di dalam air.
- Contoh unsur organik antara lain :
 - NH_4 ,
 - NH_3 ,
 - senyawa-senyawa CH (hidrokarbon)
- Banyaknya TOM di dalam airtanah pada umumnya menunjukkan adanya kontaminasi mikroorganismenya





DHL (Daya Hantar Listrik) atau Electric Conductivity

- DHL air adalah kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik
- DHL sangat ditentukan oleh banyaknya zat-zat kimia dan garam-garam yang terlarut di dalam air
- DHL berbanding lurus dengan TDS.



Faktor-faktor yang mempengaruhi DHL:

- temperatur
- konsentrasi ion-ion yang ada di dalam air

satuan DHL:

- siement,
- mohs



Biologi Air

Kualitas biologis airtanah pada umumnya dinyatakan dengan seberapa besar kandungan BOD dan bakteri koli (coliforms) yang ada.

Mikro-organisme yang terkandung di dalam air:

- Tumbuh-tumbuhan:
Bakteri
- Hewan: Amuba





BOD (Biochemical Oxygen Demand)

jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme selama berkembang-biak di dalam air dalam suatu waktu tertentu

- Mikro-organisme + unsur organik + O_2 = mikro-organisme + CO_2 + sisa-sisa unsur organik
- Jika BOD besar, berarti kandungan mikro-organisme di dalam air juga besar



Bakteri Koli

- Satuan: MPN
- Standar Air Minum: Bakteri Koli= 0 MPN
- Dapat menyebabkan gangguan pencernaan
- Yang paling berbahaya: *Entamoeba coli*

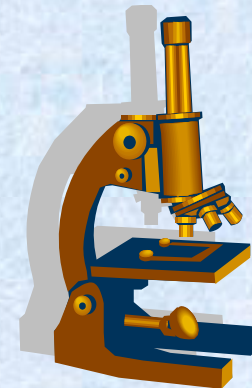
Entamoeba coli seringkali disebarakan melalui kotoran manusia/hewan./ Oleh karena itu sering disebut: **koli tinja**

-Menyebabkan penyakit:
Desentri
Muntaber

Untuk mencegah:
Beri kaporit
Rebus hingga mendidih, biarkan 3 menit

Mendeteksi Entamoeba coli

- Metode Membran Filter
- Metode Multi Tabung





Metode Multi Tabung

- Botol sampel dikocok agar mikroianya merata
- Inokulasikan 10 ml sampel ke dalam 5 tabung yang masing-masing berisi lebih- kurang 10 ml kaldu
- Inkubasikan tabung-tabung tsb dlm T 35o - 37oC selama 24 jam
- Periksa tiap tabung akan kehadiran gas. Jika ada gas, kocok tabung tsb. Jika terlihat adanya buih/busanya, berarti positif.
- Setelah didiamkan selama 24 jam, catat nomor tabung yang positif, pada sebuah tabel
- Terhadap tabung-tabung yang negatif dilakukan inkubasi lagi untuk 24 jam berikutnya, dan selanjutnya 48 jam.



BAKU AIR MINUM:

- Memenuhi standar fisika: tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, kekeruhan < 5 NTU
- Memenuhi standar kimia: Standar Depkes, WHO, KLH
- Memenuhi standar biologi: tidak mengandung bakteri koli





Standar Air Minum (Depkes)

- 1. PH : 6,5 - 8,5
- 2. TDS : 1000 mg/ L
- 3. Kekeruhan : 5 (Skala NTU)
- 4. Warna : 15 (Skala TCU)
- 5. Koliform Tinja : 0 / per 100 ml
- 6. Total Koliform : 5 - 10 / per 100 ml
- 7. Kesadahan (CaCO_3) : 500 mg/L
- 8. Besi : 0,3 mg/L
- 9. Mangan (Mn^{2+}) : 0,1 mg/L
- 10. Aluminium : 0,2 mg/L
- 11. Klorida : 250 mg/L
- 12. Sulfat : 250 mg/L
- 12. Nitrat (NO_3) : 50 mg/L
- 13. Nitrit (NO_2^-) : 3 mg/L
- 14. Zat Organik (KMnO_4) : 10 mg/L

**TERIMA KASIH
ATAS PERHATIANNYA**

