

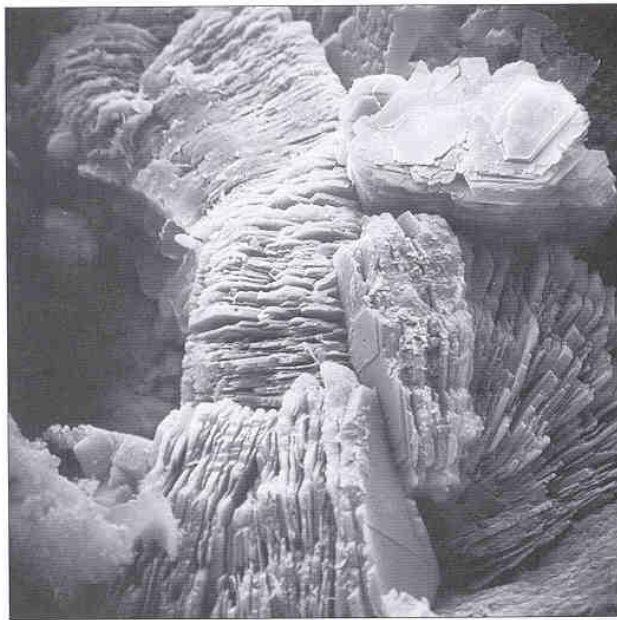
# Kimia Tanah

Nasih Widya Yuwono

- 
- *Chemical properties* of soils are largely determined by **clays** and **humus** in soils. Sands and silts have little influence!
  - Both clay and humus are “**colloids**”
  - “**Colloids**” have special properties; Although clay and humus are very different molecules, both share this property of being colloids & improve nutrient retention in soils.
  - Clay is an inorganic colloid, and humus is an organic colloid.

# Sifat koloid tanah

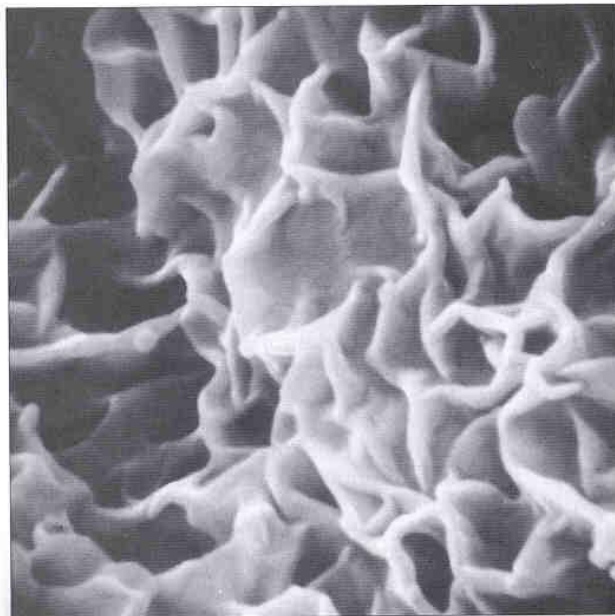
- Koloid : Ukuran partikel semakin kecil luas permukaan akan semakin besar.
- Efeknya adalah proses-proses yang penting dalam tanah terjadi misal penyerapan hara, penyerapan air
- Koloid didominasi oleh mineral phyllosilicates, koloid organik, *hydrous oxides* dari Fe, Al dan Mn



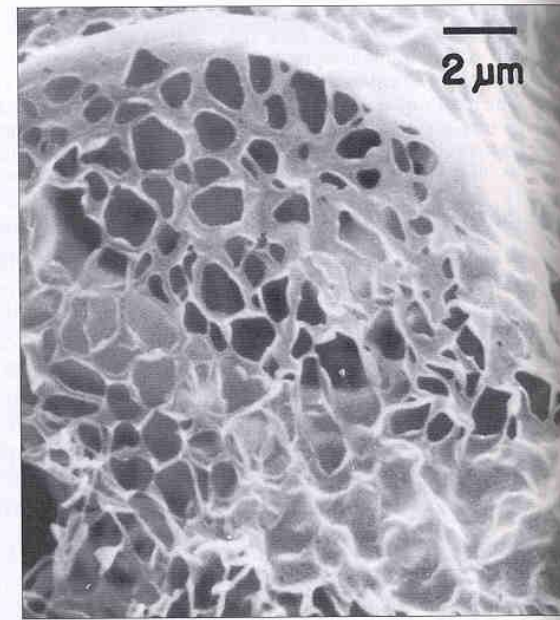
(a)



(b)



(c)



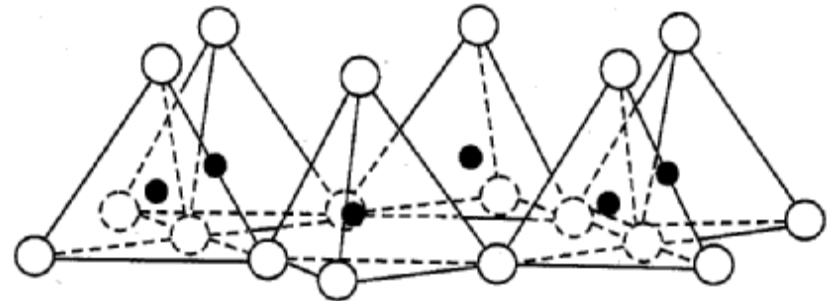
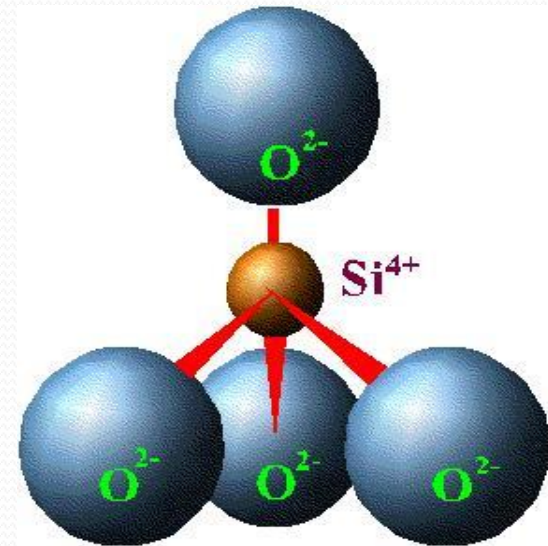
(d)

# Introduction

- Consist of particles less than .002 mm
- Considered secondary minerals (Products of weathering or neoformation). Sand and silt consist mainly of weathering-resistant primary minerals.
- Serves as the chemically active constituent of the soil

# Clay Mineral Structures

- Tetrahedron
  - 1.) One silicon surrounded by four oxygen
- Tetrahedral Sheets
  - 1.) Tetrahedra are joined by shared oxygen

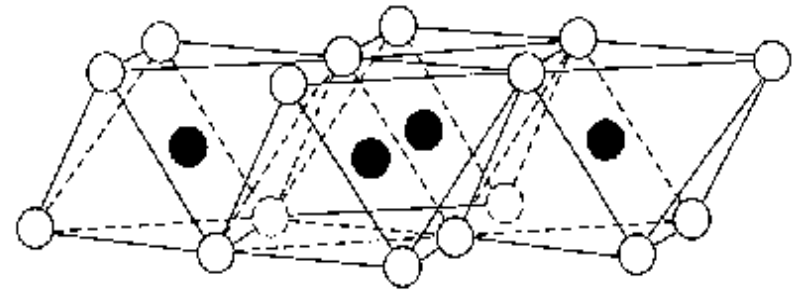
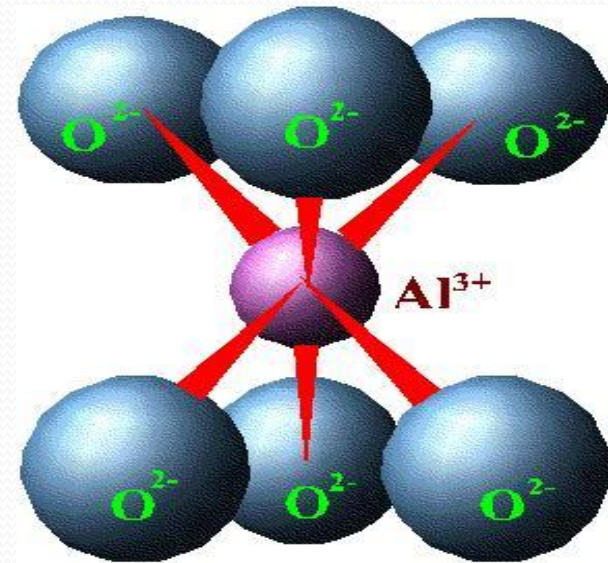


**Fig. 4.2.** Hexagonal network of tetrahedra forming a silica sheet.



# Clay Mineral Structures

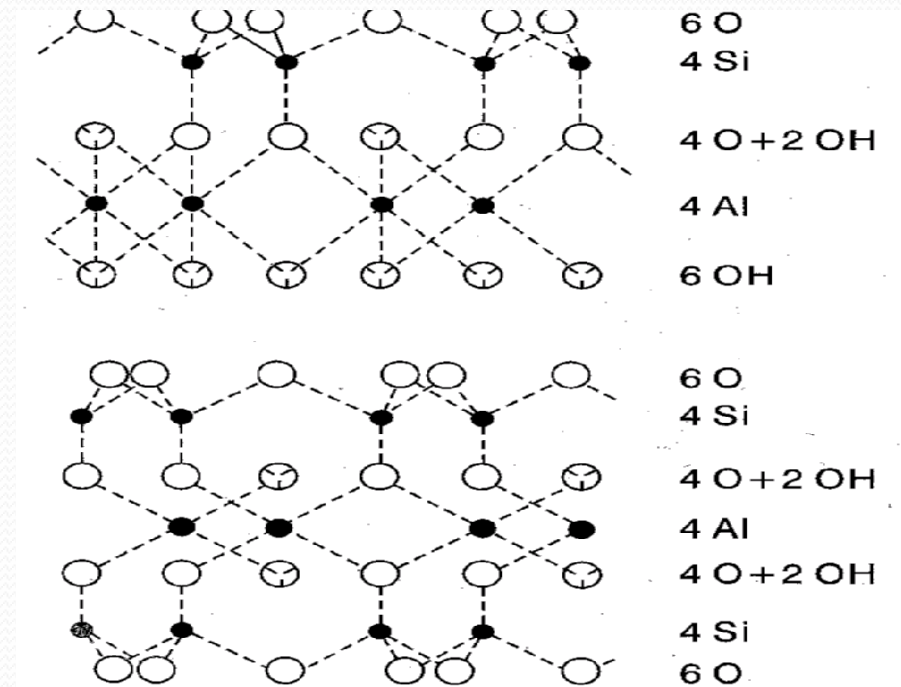
- Octahedron
  - 1.) Six oxygen with central  $\text{Al}^{3+}$  or  $\text{Mg}^{2+}$  atom
- Octahedral Sheet
  - 1.) Octahedron linked together by shared oxygen



**Fig. 4.3.** Structural network of octahedra forming an alumina sheet.

# Clay Mineral Structure

- Clay particles are composed of tetrahedral and octahedral layers stacked on top of each other (lamellae)





# Isomorphous Substitution

- Substitution of ions with approximately equal radii in tetrahedral or octahedral sheets.
- Tetrahedral sheets:  $\text{Al}^{3+}$  for  $\text{Si}^{4+}$
- Octahedral sheets:  $\text{Mg}^{2+}$  for  $\text{Al}^{3+}$
- Causes unbalanced internal negative charges in the lamellae. Charge may also come from edges of clay particles.
- Unbalanced negative charges compensated by adsorption of ions near the external surfaces of the clay particles.

# SOURCES OF CHARGES ON SOIL COLLOIDS

**Constant charges:** (from isomorphous substitution)

**Negative charges:**

- substitution of lower charged ion for higher charged ion ( $\text{Mg}^{+2}$  for  $\text{Al}^{+3}$ ;  $\text{Al}^{+3}$  for  $\text{Si}^{+4}$ )

**Positive charges:**

- substitution of higher charged ion for lower charged ion ( $\text{Al}^{+3}$  for  $\text{Mg}^{+2}$ ;  $\text{Al}^{+3}$  for  $\text{Fe}^{+2}$ )

**pH-dependent charges:** (associated with -OH groups)

**Negative charges:**



**Positive charges:**



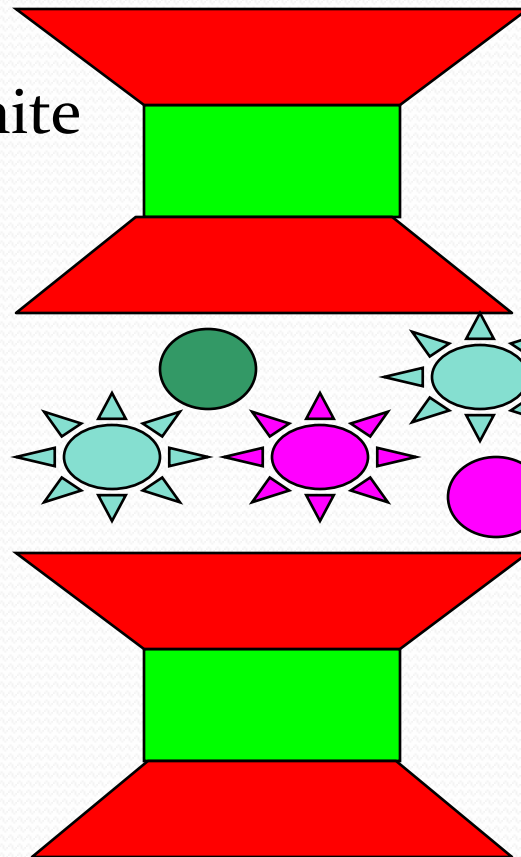
# Charges

- Permanents
  - Isomorphous substitutions
- pH dependant (non-permanents)
  - Broken Edges
  - $\text{Al-OH} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al-O}^- + \text{H}_2\text{O}$   
(no charge)                      (- charge)
  - $\text{C-OH} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{C-O}^- + \text{H}_2\text{O}$   
(no charge)                      (- charge)

# Clay silicate crystals

- 2:1 type

Montmorillonite



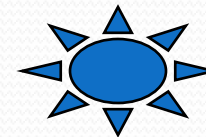
Expanding

4 O and 1 Si

6 OH and 1 Al

4 O and 1 Si

O bonding (WEAK)

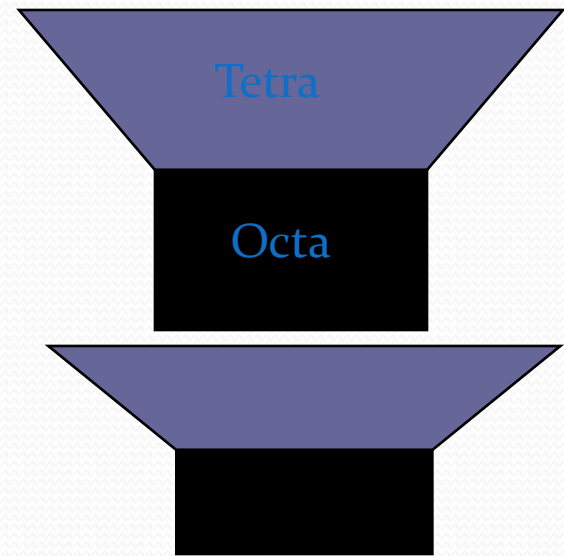


Hydrated exchangeable cations

Non Hydrated ions

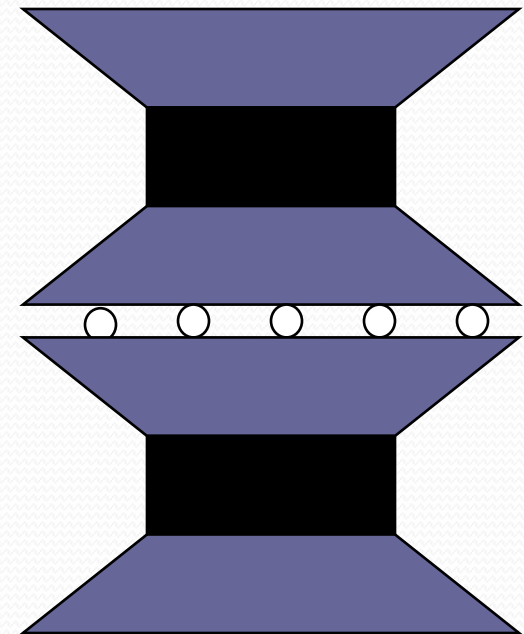
# Clay Mineralogy

- 1:1 Clay Minerals [Kaolinite  $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ ]
- No effective Layer Charge
- Layer thickness: 7.2 Å
- Cation Exchange Capacity: 3-15 meq/100grams



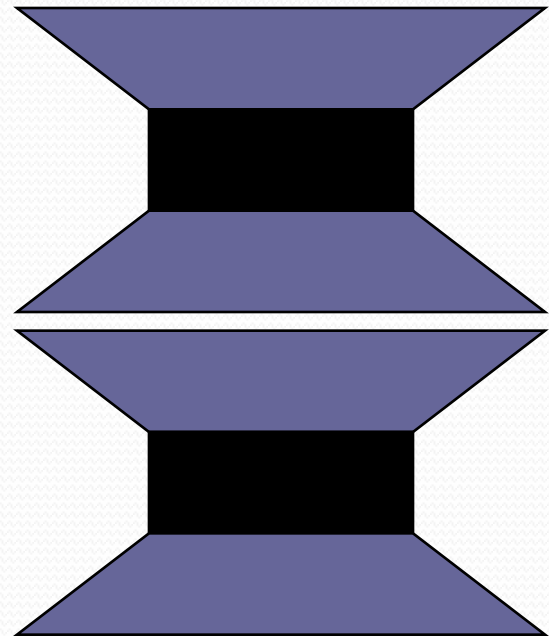
# 2:1 Clay Minerals

- Two tetrahedral, one octahedral sheet
- Illite: (Clay Mica)
  - 1.) Layer Thickness: 10 Å.
  - 2.) Layer Charge: (.8 to 1)
  - 3.) CEC: 20-40 meq/100g.
  - 4.) Potassium Fixation



# 2:1 Clay Minerals

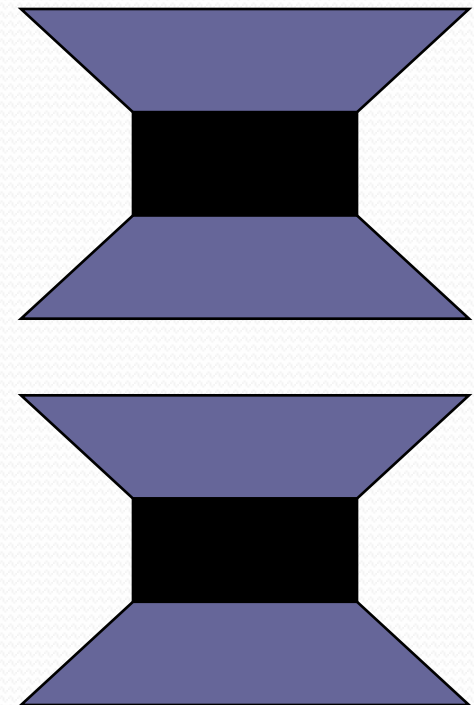
- Vermiculite:
  - 1.) Layer thickness or repeat distance:  $14\text{\AA}$ .
  - 2.) CEC: 140-160 meq./100g
  - 3.) Layer charge .6-.8
  - 4.) High layer charge does not allow for shrink-swell





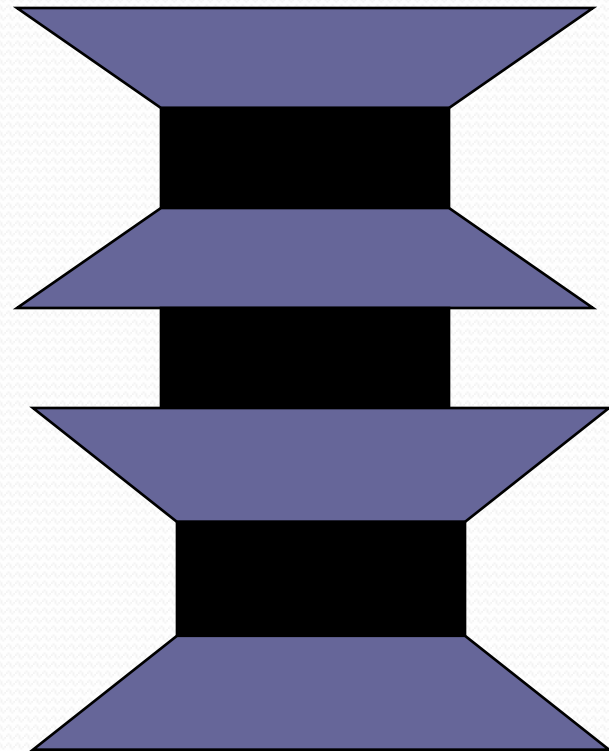
# 2:1 Clay Minerals

- Smectite:
  - 1.) Layer Thickness: 14-20Å.
  - 2.) CEC: 80-100 meq./100g
  - 3.) Layer charge: (.2-.4 )
  - 4.) Shrink-Swell capacity



# 2:1:1 Clay Minerals

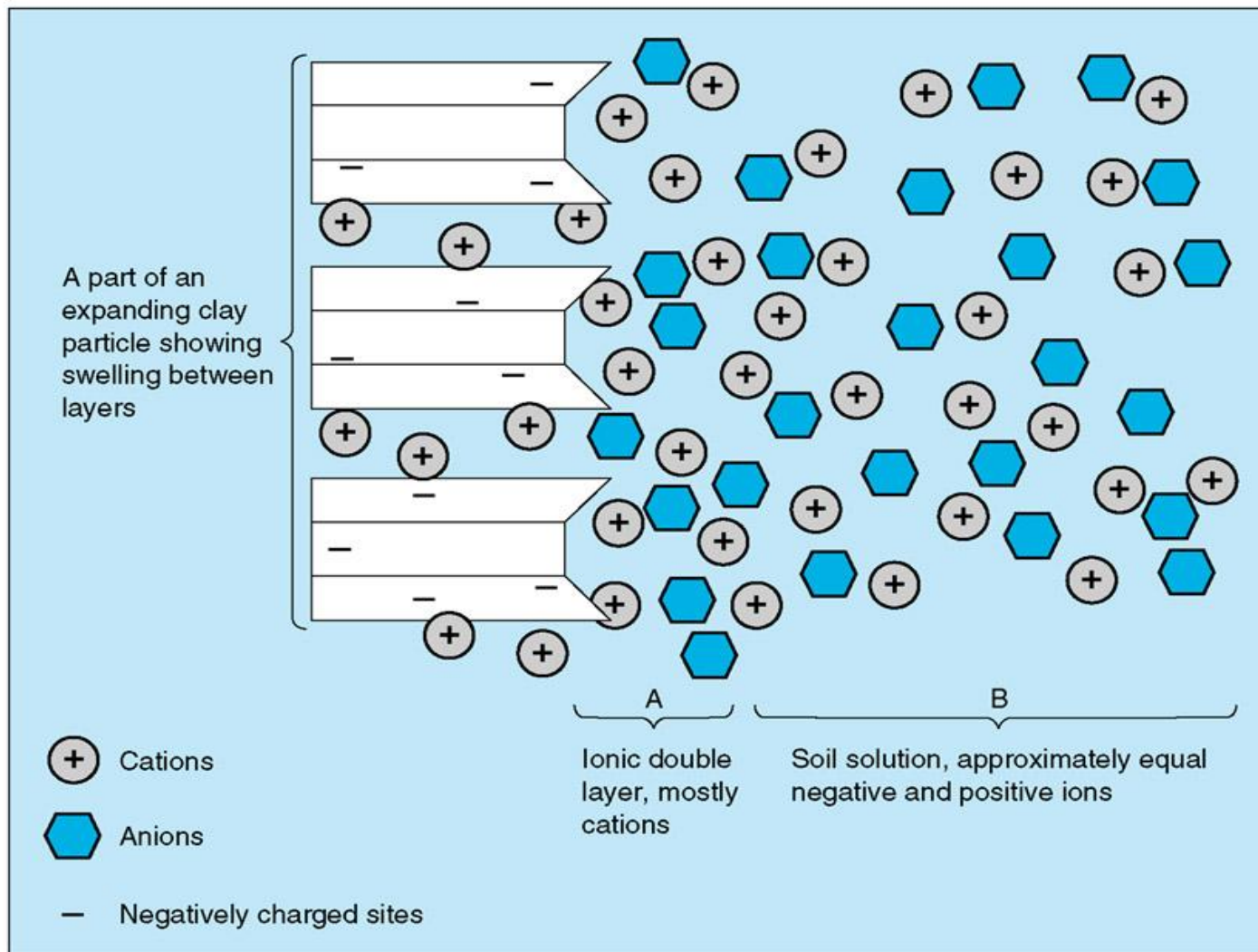
- Chlorite
- Magnesium rather than Oxygen in the octahedral sheets
- Layer thickness 14Å
- CEC: 20-40 meq/100g



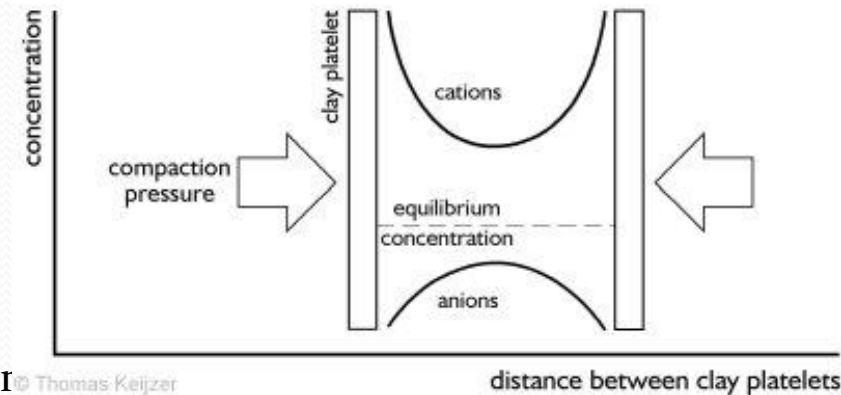
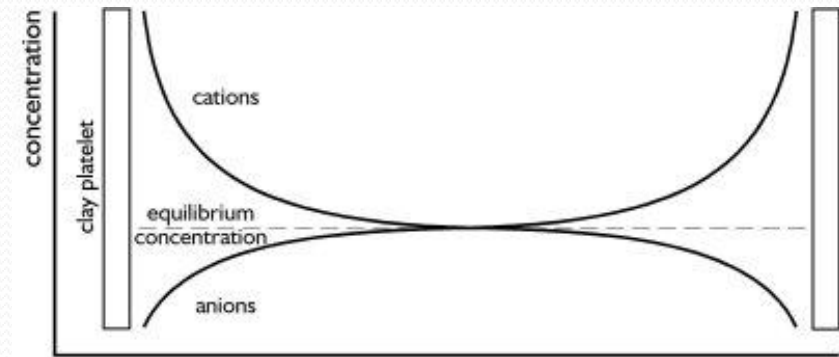
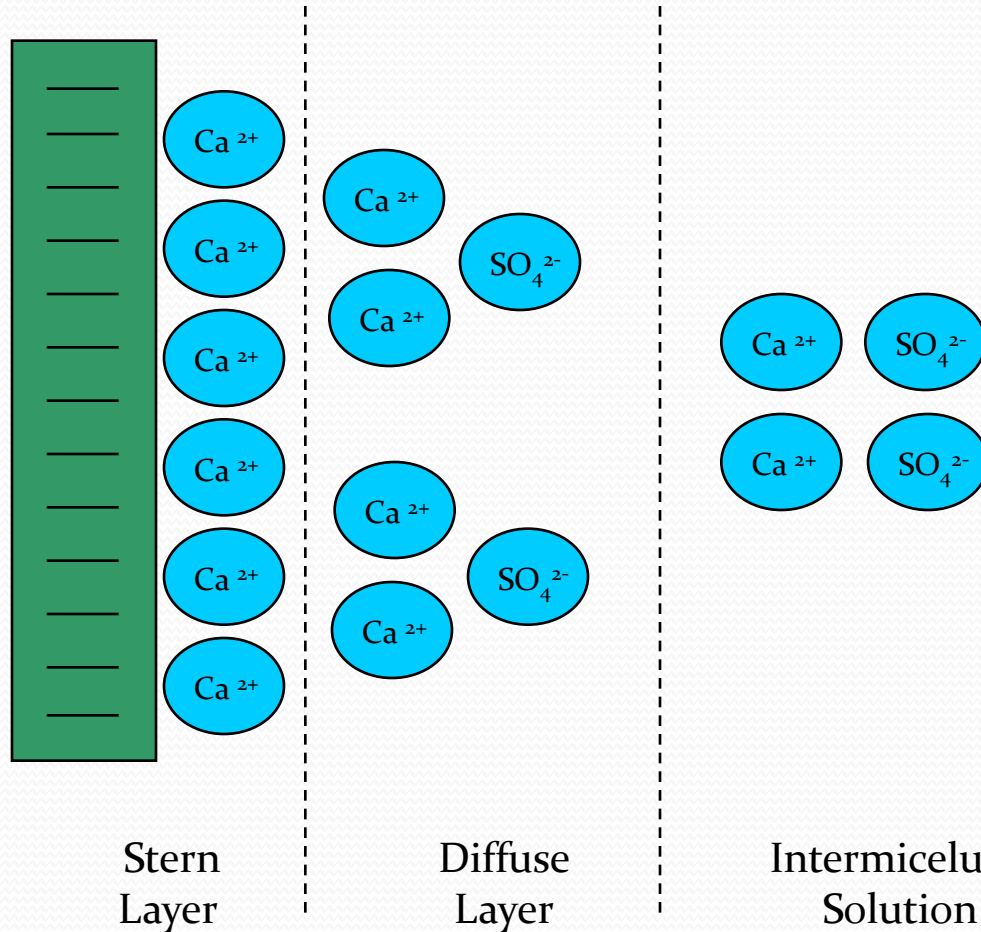
# Sesquioxide Clays

- Oxides of Fe, Al, Si
- Prevalent in tropical and subtropical regions
- Responsible for the reddish or yellowish hue of soils.
- Low CEC and electrostatic properties

FIG. Illustration of the arrangement of cations on and around montmorillonite.



# Electrostatic Double Layer



© Thomas Keijzer

# Ion Exchange

- Cations in the double layer can be replaced or exchanged.
- CEC of soil dependent on clay content, clay type and humus.
- CEC of clay is a result of isomorphous substitutions in the crystal lattice or surface charges on the edges of clay particles.
- CEC also affects flocculation-dispersion processes, hence development and degradation of soil structure.
- At low pH, surface charges may become positive, thus pH sensitive clay mineral (kaolinite) may display anion adsorption.

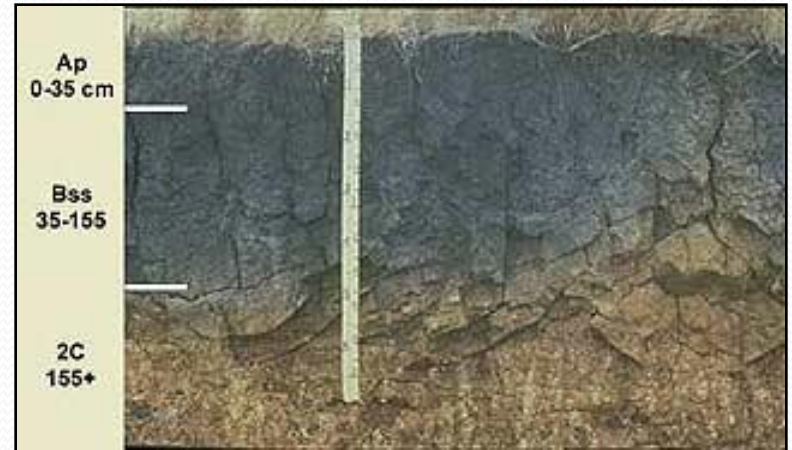
# Hydration and Swelling

- Water is attached to clay surfaces by many mechanisms including electrostatic attraction.
- Strength of clay water adsorption is greatest for first layer of water molecules and diminishes in succeeding layers.
- As a clay micelle hydrates and expands, its swarm of positive charged cations repel adjacent micelles. Thus micelles tend to push each other apart.
- This causes the system as a whole to swell, but will have an adverse affect on soils permeability



# Shrinking and Swelling Soils

- Vertisols: rich in expansive clays (montmorillonite)
- In semiarid regions, soils tend to heave (swell) and then settle, forming large, deep cracks and shear planes.
- Causes problems not only in agriculture, but in construction of roads and buildings.





# Mineral lempung

## Sifat kembang kerut mineral lempung

- Terjadi jika air masuk ke dalam lapisan clay mineral sehingga bertambah beberapa nanometer; akan meningkatkan volume dari clay.
- Untuk terjadinya swelling, air harus masuk ke interlayer.
- *Swelling* artinya (1) pada interlayer memungkinkan proses seperti KPK, penyerapan air. (2) clay akan mengembang sehingga luas permukaan lebih besar per unit berat terhadap larutan tanah sehingga lebih rekatif secara kimia.
- *Swelling* tergantung pada tipe mineral, *unit-layer charge of the clay\** dan sifat alami dari cation interlayer

## Mineral 1:1

- Satu permukaan adalah oksigen (dari tetrahedra), satu permukaan adalah hydroxyl (dari oktahedra)
- Oksigen merupakan elemen yang bersifat elektrofilik (*electron-loving*)
- Terjadi ikatan hidrogen (kalau tunggal lemah, tetapi banyak akan sangat kuat) yang mencegah mineral 1:1 untuk berkembang kerut

## Mineral 2:1

- Satu permukaan oksigen, permukaan yang lain juga oksigen
- Pada mineral 2:1 *unsubstitute*, lapisan yang berdekatan akan saling menarik karena adanya gaya *van der Waals* yang lemah
- Pada mineral 2:1 *substitute*, layer yang berdekatan saling menarik karena adanya tarikan pada kation interlayer dan gaya *van der Waals*
- Swelling akan sangat tergantung pada ikatan antar 2 lapisan yang berdekatan. Pada mineral 2:1 *unsubstitute* ikatan tersebut lemah sehingga air tidak masuk ke interlayer.
- Mineral 2:1 *unsubstitute* secara alami bersifat hidrofobic (*water repelling*). Karena tidak ada kation di interlayer yang menjadi subyek untuk terhidrasi maka sifat hidrofilik-nya (*water-loving*) terletak pada  $>\text{SiOH}$  (hasil dari ketidakteraturan kristal)
- Pada mineral 2:1 *substitute*, afinitas tergantung dari tarikan muatan negatif (pada 2 sisi) dengan kation interlayer. Derajat ikatan merupakan fungsi dari banyaknya *isomorphous substitution* dan ukuran kation interlayer terhidrasi
- Jika afinitas layer ke kation interlayer **kuat**, akan terjadi air tidak dapat masuk ke interlayer, menghidrasi kation interlayer dan mengikat bagian hidrofilik. Jika afinitas **lemah**, air akan masuk dan terjadi swelling karena meningkatnya hidrasi kation interlayer dan pembasahan bagian hidrofilik. Hidrofilik pada interlayer berupa penarikan/pengikatan air oleh kation sebagai hidrasi air dan adanya  $>\text{SiOH}$

## Mika

- Mempunyai unit-layer charge tinggi (k.l. 2) karena banyaknya isomorphous substitution
- Negatif charge diimbangi oleh adanya kation misal K atau Ca
- Besarnya unit-layer charge menyebabkan kation terikat kuat, air tidak dapat masuk sehingga tidak terjadi swelling dan kation tidak dapat bertukar (*non exchangeable*) (kecuali ada pelapukan)

## Smectites

- Mempunyai *unit-layer charge* rendah (0.5-0.9) sehingga kekuatan penarikan lebih rendah dari illit, vermikulit dan mika
- Kation akan terikat lemah dalam interlayer sehingga semua kation akan mudah bertukar

## Illit dan Vermiculites

- Unit-layer charge rendah (1.0-1.5) sehingga bersifat hanya mengikat kation ukuran tertentu saja dengan sangat kuat, air tidak masuk dan mencegah swelling.
- $K^+$  dan  $NH_4^+$  karena ukuran hidrasi kecil maka dapat masuk “hole” (hole merupakan hasil dari *ring pattern* pada tetrahedron dalam lembar terahedral). Karena itu, kation akan dekat dengan sumber muatan negatif, jarak antar layer akan dekat sehingga pengikatannya sangat kuat.
- $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  karena ukuran hidrasinya besar maka tidak dapat masuk ke “hole”. Selain itu akan menyebabkan jarak antar layer jauh sehingga penarikan kation rendah, air dapat masuk dan terjadi swelling. Kation akan dapat terukar.
- Illit ditemukan dalam tanah umumnya mengikat  $K^+$  sehingga mineral ini tidak berswelling. Vermiculite sangat banyak mengandung  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  sehingga mineral ini berswelling. Vermikulit tidak berswelling kalau kationnya tertukar oleh K.

## *Perbandingan sifat-sifat mineral lempung*

| <i>Properties</i>                            | <i>Montmorillonit</i> | <i>Illit</i> | <i>Kaolinit</i> |
|----------------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------|
| Size ( $\mu\text{M}$ )                       | 0.01-1.0              | 0.1-2.0      | 0.1-5.0         |
| Total Surface Area ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) | 700-800               | 100-200      | 5-20            |
| External surface area                        | High                  | Medium       | Low             |
| Internal surface area                        | Very high             | Low to none  | None            |
| Plasticity                                   | High                  | Medium       | Low             |
| Cohesiveness                                 | High                  | Medium       | Low             |
| Swelling capacity                            | High                  | Low to none  | Low             |
| CEC                                          | 80-100                | 15-25        | 3-15            |
| Unit-Layer Charge                            | 0.5-0.9               | 1.0-1.5      | 0               |

# ORGANIC COLLOIDS

- Humus terdiri dari 2 senyawa utama yaitu substansi non humus (misal lipid, amino acids, carbohydrates) dan substansi humus (merupakan senyawa amorf dengan berat molekul tinggi, warna coklat sampai hitam, hasil pembentukan kedua dr dekomposisi)  
Substansi humus dibagi menjadi :
  1. *Humic acid* : warna gelap, amorf; dapat diekstraksi (larut) dengan basa kuat, garam netral, tidak larut dalam asam; mengandung gugus fungsional asam seperti phenolic dan carboxylic; aktif dalam reaksi kimia; Berat Molekul (BM) 20.000-1.360.000
  2. *Fulvic acid* : dapat diekstraksi dengan basa kuat → gugus fungsional asam; larut juga dalam asam → mengandung gugus fungsional basa; aktif dalam reaksi kimia; BM 275-2110
  3. *Humin* : tidak larut dalam asam dan basa; BM terbesar; tidak aktif; warna paling gelap

## *Table. Composition of humic and fulvic acids (percent)*

| <i>Element</i> | <i>Humic acid</i> | <i>Fulvic acid</i> |
|----------------|-------------------|--------------------|
| C              | 50-60             | 40-50              |
| O              | 30-35             | 44-50              |
| H              | 4-6               | 4-6                |
| N              | 2-6               | <2-6               |
| S              | 0-2               | 0-2                |

- *Source : F.J. Stevenson, Humus Chemistry :*
- *Genesis, Composition, Reaction, 1982*



- *Humic acid* dan *Fulvic acid* merupakan koloid hidrofilik sehingga mempunyai afinitas tinggi thd air; mempunyai muatan negatif karena adanya disosiasi gugus fungsional karboksil dan phenolic. Muatan negatif akan dinetralkan oleh kation misalnya  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$
- Humic acids are viewed as being coiled long-chain molecules, which are cross-linked from one portion of the coil to another. The cross-linking is probably due to the bonding of hydrophobic (i.e., hydrocarbon) portions of the molecule to other hydrophobic sites, with the hydrophilic (polar functional groups) oriented out into the soil solution or toward mineral surfaces (*see the figure*)
- Substansi humus mempunyai kontribusi dalam pertukaran anion dan kation, kompleks atau khelat beberapa ion logam, berperan sebagai pH buffer; pembentukan horizon tanah, pembentukan struktur tanah melalui sementasi, sebagai mantel (coat) partikel sehingga tidak dapat terlapukkan



# Adsorption

- Adsorption is the process by which atoms, molecules, or ions are taken up and retained on the surfaces of solids by chemical or physical binding (e.g., the adsorption of cations by negatively charged minerals) (*Glossary of Soil Science Terms, SSSA, 1987*)  
Berbagai gaya yang mempengaruhi adsorpsi adalah :
  1. *van der Waals forces*
  2. *Coulombic or Electrostatic Attraction* : gaya elektrostatik yang dihasilkan dari tarik menarik antara 2 ion yang berbeda muatan, contohnya tarik menarik kation dengan muatan negatif pada clay minerals
  3. *Charge Trasfer* : terjadi karena adanya kompleks donor-acceptor antara molekul *electron-donor* dan molekul *electron-acceptor*. Contohnya : ikatan hidrogen dan ikatan  $\pi$
  4. *Dipole-Dipole and Dipole-Induced Dipole*. Dipole adalah molekul yang mempunyai muatan positif dan negatif yang dipisahkan oleh jarak tertentu (misal molekul air). Hasilnya adalah *unequal sharing of electrons*

# Cation Exchange Capacity (CEC/KPK)

- Merupakan hasil netralisasi muatan negatif koloid tanah
- Kation diikat oleh permukaan koloid dengan *Coulombic attraction*, *van der Waals forces*, dan *induced dipoles*
- KPK berguna untuk mengetahui kesuburan tanah, kemungkinan pemberian pupuk, mengetahui tipe clay mineral
- Pengukuran KPK dengan menggunakan
  - (1) 1 M ammonium acetate pada pH 7 dan
  - (2) 0.25 barium chloride dengan triethanolamine pada pH 8.2 (*Hardjowigeno, 1987 p. 65-66; Sanchez, 1976*)
- KPK dinyatakan dalam me/100 gr tanah atau me/100 gr clay atau me%

## CEC Values of clay minerals and organic matter

| Type                     | Lattice | Nutrient Reserves                         | Approximate CEC at pH 7 (me/100 g of clay) |
|--------------------------|---------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kaolinite and Halloysite | 1:1     | Few Nutrient Reserves                     | < 10                                       |
| Illite                   | 2:1     | Reserves of potassium                     | 15-40                                      |
| Montmorillonite          | 2:1     | Generally with reserves of Mg, K, Fe, etc | 80-100                                     |
| Vermiculite              | 2:1     | Generally with reserves of Mg, K, Fe, etc | About 100                                  |
| Organic matter           | -       | -                                         | About 200                                  |

- Source : Landon, 1984

- Untuk tanah dengan BO rendah, KPK diekspresikan sebagai proporsi dari clay:

$$\text{KPK (me/100 g clay)} = \frac{\text{KPK (me/100 g tanah)}}{100} \times 100\% \text{ clay}$$

- Satu ekuivalen merupakan jumlah yang setara dengan 1 g hidrogen. Jumlah atom dalam setiap ekuivalen =  $6.02 \times 10^{23}$
- 1 me = 1 mg H =  $6.02 \times 10^{20}$
- 1 me dapat diubah menjadi satuan berat misal ppm.

- **Contoh**

$$1 \text{ me H} = 1 \text{ mg (BA H} = 1; \text{ valensi 1)}$$

$$1 \text{ me Na} = 23 \text{ mg (BA Na} = 23; \text{ valensi 1)}$$

$$1 \text{ me Ca} = 40/2 \text{ (BA Ca} = 40; \text{ valensi 2)}$$

Bila,

$$K = 0,6 \text{ me/100 g} = 0,6 \times 39 \text{ mg/100 g}$$

$$= 23,4 \text{ mg/100.000 mg}$$

$$= 234 \text{ mg/1.000.000 mg}$$

$$= 234 \text{ ppm}$$

# Kejenuhan Basa/KB (Base Saturation)

- Konsentrasi suatu kation dikontrol oleh konsentrasi kation tersebut terhadap konsentrasi semua kation pada kompleks pertukaran
- Misal konsentrasi  $H^+$  merupakan fungsi dari perbandingan  $H^+$  dengan semua kation pada kompleks pertukaran
- Note :  $H^+$  dapat diproduksi dengan menghidrolisis air dengan  $Al^{3+}$  umumnya terjadi pada tanah dengan  $pH < 5.5$  (Lihat *exchangeable Al*). Jadi konsentrasi  $H^+$  pada kompleks pertukaran merupakan fungsi pertukaran  $H^+$  dan  $Al^{3+}$ .
- Maka,  $H^+$  dan  $Al^{3+}$  merupakan kation asam (*acidic cations*) sedang  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ , atau  $NH_4^+$  merupakan kation basa (*basic cation*)
- Kejenuhan basa menunjukkan kesuburan tanah. Menurut FAO-UNESCO (1974):
- KB berdasar ekstraksi ammonium acetate pada kedalaman 20-50 cm digolongkan menjadi
  - (1)  $> 50\%$  : eutric (tanah subur),
  - (2)  $> 50\%$  : dystrics (tanah kurang subur).

Penggolongan yang umum adalah

- (1)  $< 20$  : rendah,
- (2) 20-60 sedang,
- (3)  $> 60$  : tinggi

$$KB (\%) = \frac{\text{konsentrasi kation basa tertentu}}{KPK (CEC)} \times 100\%$$

# Anion Exchange

- Adsorpsi anion dikarenakan tarikan elektrostatis dari muatan positif permukaan koloid atau reaksi spesifik anion dengan permukaan adsorpsi (misal penggantian hidroksil dari hidroksida logam)
- Permukaan oksida-hidroksida logam (Fe dan Al hidroksida dan oksida) dan juga muatan bergantung pH pada clay mineral merupakan senyawa amfoter
- Muatan sangat tergantung dari perubahan pH. Misalnya hematit ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) bermuatan netral pada pH mendekati 7. Jika pH lebih dari 7 maka  $\text{FeOH}$  akan terdisosiasi menghasilkan muatan negatif dan ion hidrogen. Jika pH kurang dari 7 maka  $\text{FeOH}$  akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menghasilkan muatan positif yang akan menarik anion (lihat gambar)
- Oksida-hidroksida logam sering berada sebagai mantel (coating) bagi permukaan clay dan juga pada lapisan interlayer

# Adsorption of Organic Compounds

- Organic compounds : herbisida dan pestisida dapat dibedakan secara kimia menjadi 3 : kation, netral, anion
- Kemampuan clay mineral mengikat organic compound tergantung dari kemampuan mineral untuk berswelling dan kelas dari organic compounds (bentuk kation, anion atau netral)
- Adsorpsi dikarenakan adanya *Coulombic attraction/electrostatic* dan *dipole-induced dipole forces*
- Adsorpsi pada external surface (reversible) tidak kuat dibanding pada interlayer (irreversible)
- Organic netral : organic netral harus mempunyai derajat polaritas. Semakin tinggi polaritas maka semakin mudah masuk interlayer
- Penyerapan organic compound oleh soil organic matter dipengaruhi oleh pH dependent charge; bersifat reversible (karena tidak ada interlayer)



# Model pertukaran kation.

1. Kation mempunyai energi panas sehingga terdapat seperti *hemisphere of motion* disekitar permukaan koloid
  - Pertukaran kation terjadi apabila ion yang berada dalam larutan tanah bergerak ke *hemisphere motion* (hemisphere motion dihasilkan oleh kation yang terikat oleh koloid) suatu kation bertepatan dengan kation tersebut jaraknya jauh dari permukaan koloid. Akhirnya ion tadi tertangkap oleh muatan negatif sedang kation akan bergerak ke larutan tanah
  - Faktor yang berpengaruh terhadap distribusi kation antara larutan tanah dengan permukaan koloid adalah
    - (1) konsentrasi kation dalam larutan tanah,
    - (2) valensi dari kation yang tertukar,
    - (3) *hydrated-size* dari kation,
    - (4) kepadatan muatan pada permukaan koloid



## Model 2 : Mass-Action Model

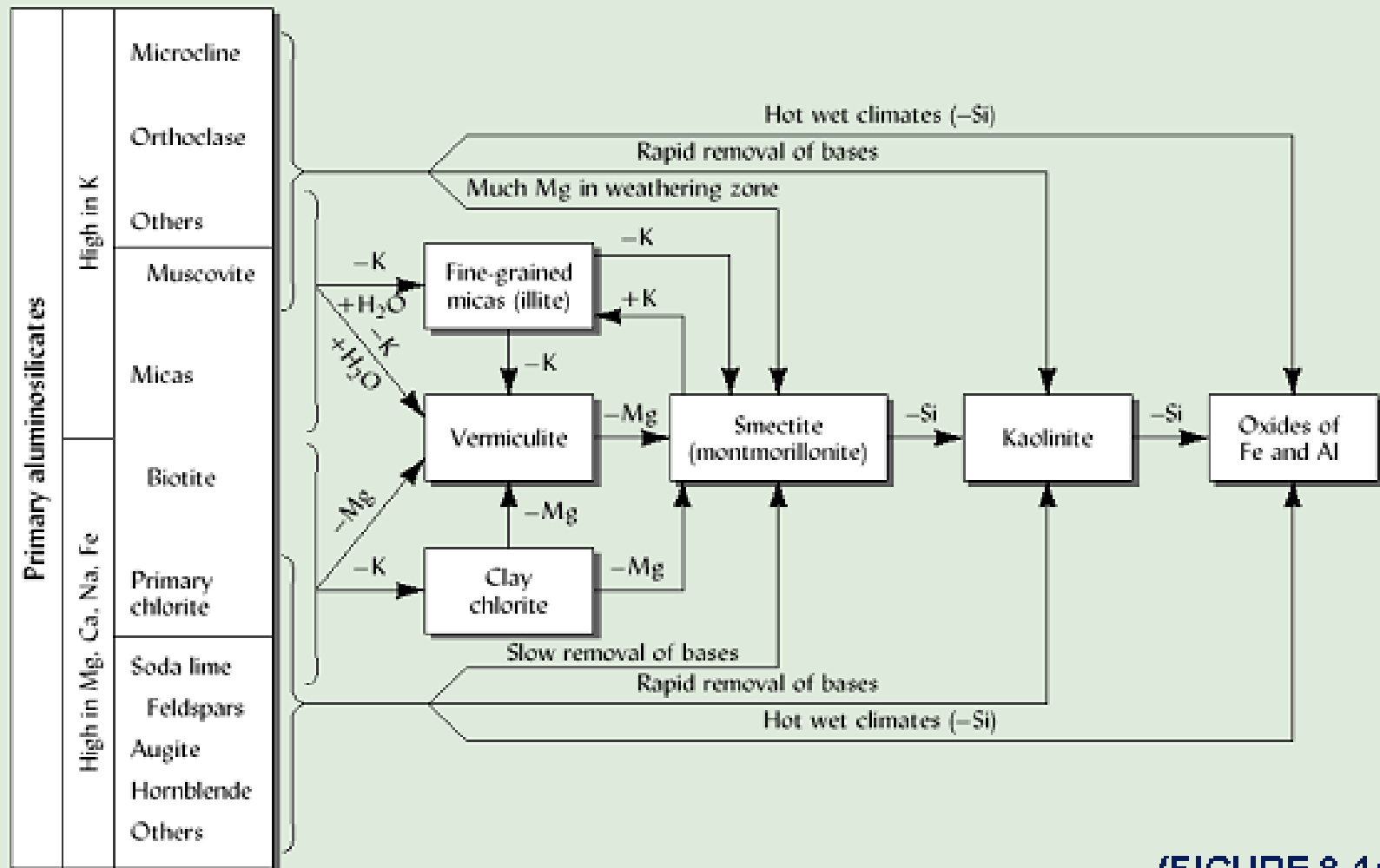
- Misal,  $2\text{Na-clay} + \text{Ca}^{2+} (\text{aq}) \leftrightarrow \text{Ca-clay} + 2 \text{Na}^+ (\text{aq})$
- Apabila konsentrasi  $\text{Ca}^{2+} (\text{aq})$  pada larutan tanah meningkat maka reaksi bergerak ke kanan, sehingga konsentrasi Ca pada clay meningkat sambil melepaskan ion Na ke larutan tanah.
- Jika konsentrasi ion Ca menurun, maka reaksi bergerak ke kiri sehingga ion Ca terlepas ke larutan tanah

# Reaksi Tanah

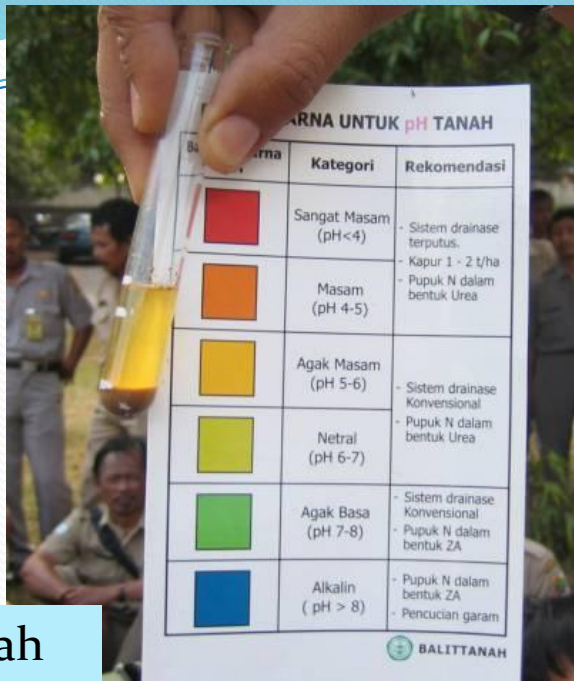
## REAKSI TANAH (pH)

- ❑ Reaksi Tanah merupakan ukuran keasamaan dan kebasaan larutan tanah
- ❑  $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$
- ❑ pH tanah merupakan indikator pelapukan tanah, kandungan mineral dalam batuan induk, lama waktu dan intensitas pelapukan, terutama pelindihan kation-kation basa dari tanah
- ❑ Tanah asam banyak mengandung H yang dapat ditukar, sedang tanah alkalis banyak mengandung basa dapat ditukar
- ❑  $\text{pH} > 7$  Ca dan Mg bebas;  $\text{pH} > 8.5$  pasti Na tertukar
- ❑ Faktor yang mempengaruhi pH tanah adalah tipe vegetasi, jumlah curah hujan, drainase tanah internal, dan aktivitas manusia
- ❑ Kandungan unsur-unsur hara seperti besi, copper, fosfor, Zn, dan hara lainnya serta substansi toksik ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) dikontrol oleh pH

# FORMATION OF VARIOUS LAYER SILICATE CLAYS AND OXIDES OF FE & AL



(FIGURE 8.14)



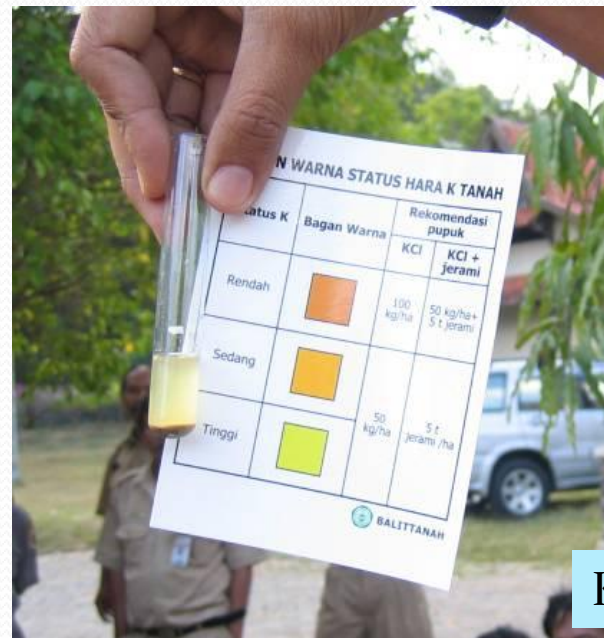
pH tanah



Nitrogen



Fosfor

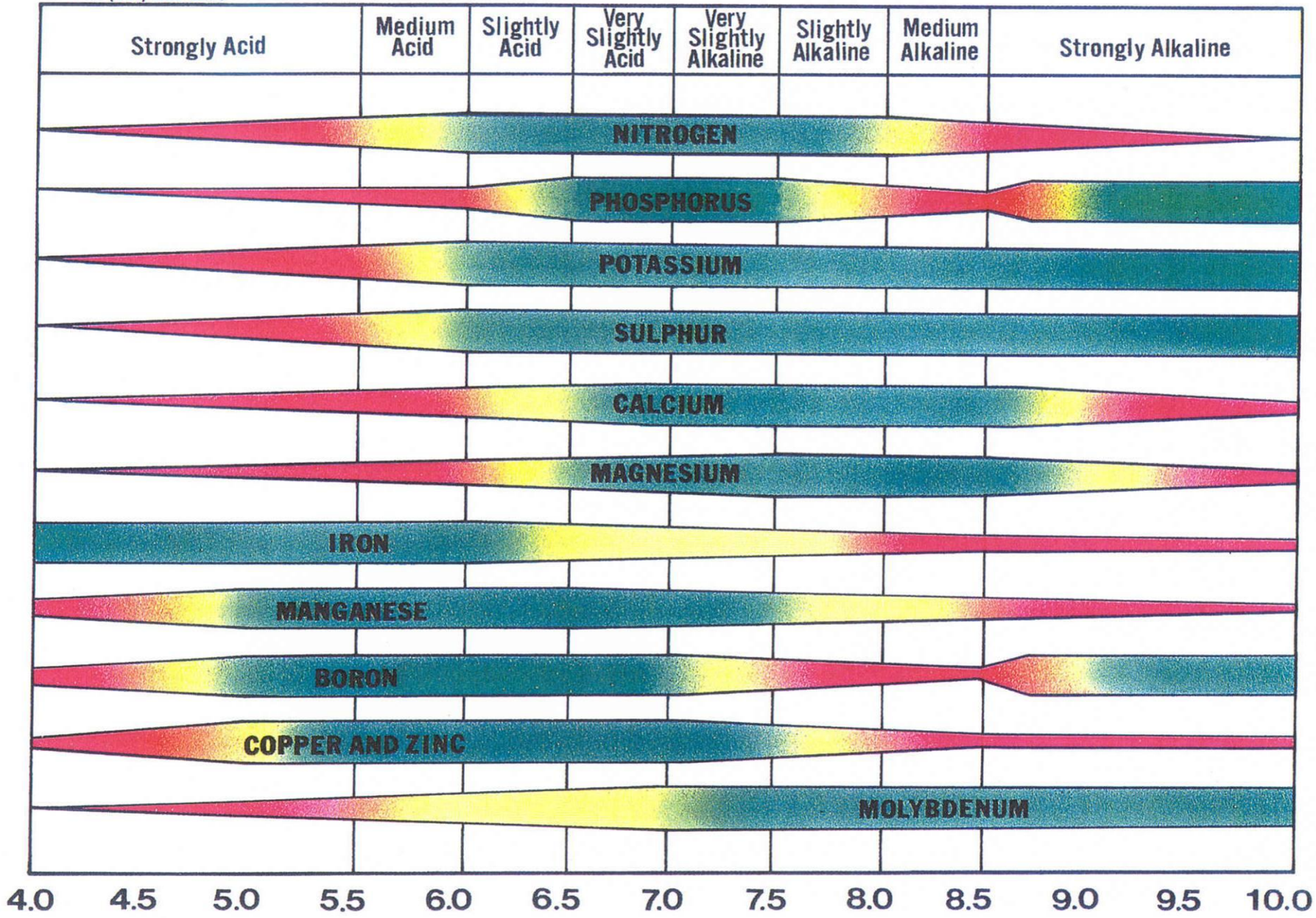


Kalium





# How soil pH affects availability of plant nutrients.



# Sumber Kemasaman Tanah

## Bahan induk

- Bahan induk masam akan berkembang menjadi tanah masam
- Bahan induk basa akan berkembang menjadi tanah basa/alkalin

## Iklim

- tanah yang berkembang di daerah iklim lembab/basah akan bersifat asam
- Curah hujan dan suhu sangat berpengaruh aktif terhadap asam – biasanya tanah.

## Bahan Organik.

- Bahan organik menghasilkan asam-asam organik hasil proses humifikasi.
- Asam organik memiliki pH nisbi yang rendah
- Asam anorganik ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) hasil dekomposisi

## Pengaruh manusia

- Pemupukan dengan pupuk fisiologis masam akan menyebabkan tanah bersifat masam
- Pengapuran akan menyebabkan pH akan naik

## Jenis lempung

- Lempung silikat merupakan sumber muatan negatif yang bersifat tetap.

# KENDALA TANAH MASAM

- Keracunan Al, Mn dan Fe
- Kekahatan Ca, Mg, Mo
- Pelapukan bahan organik lambat
- Ketersediaan N dan P kecil
- Aktivitas organisme rendah
- Produktivitas` tanah rendah
- Tidak semua tanaman dapat toleran
- Pertumbuhan tanaman terhambat
- tanah min bersifat tua
- Tanah organik belum matang



# Agihan Tanah Bereaksi Masam di Berbagai Pulau di Indonesia

(Pusat Penelitian tanah 1981)

| N<br>o | Pulau         | Aluvial   | Latosol | Organosol | Podzol | Podzolik |
|--------|---------------|-----------|---------|-----------|--------|----------|
|        |               | (Juta Ha) |         |           |        |          |
| 1      | Jawa Madura   | 2.550     | 2.775   | 0.025     | -      | 0.325    |
| 2      | Sumatera      | 5.682     | 6.018   | 8.175     | 1.031  | 14.695   |
| 3      | Kalimantan    | 5.744     | 4.468   | 6.523     | 4.581  | 10.947   |
| 4      | Sulawesi      | 1.562     | 2.649   | 0.240     | -      | 1.308    |
| 5      | Nusa Tenggara | 0.312     | 0.563   | -         | -      | -        |
| 6      | Maluku        | 0.488     | 0.331   | 0.525     | -      | 2.406    |
| 7      | Irian Jaya    | 2.575     | 0.356   | 10.875    | -      | 8.706    |
|        | Jumlah        | 18.913    | 17.160  | 27.063    | 5.612  | 38.437   |

# KONDISI KEHARAAN PADA BERBAGAI KISARAN pH

## 1. Sangat Tinggi (diatas 8,5)

- Tanah alkali, sodik
- Ca dan Mg, kemungkinan tidak tersedia
- Fosfat terjerap dalam bentuk Ca-P, Mg-P
- Bila kadar Na Tinggi, P terjerap menjadi Na-P yang mudah larut
- Keracunan Boron (B) pada tanah garaman dan Sodik
- Persentase Na tertukar (ESP) di atas 15 dapat menyebabkan kerusakan struktur.
- Aktivitas bakteri rendah
- Proses nitrifikasi menurun
- Ketersediaan hara mikro menurun, kecuali Mo

## 2. Tinggi ( 7,0 – 8,5 )

- Penurunan ketersediaan P dan B sehingga terjadi kekahatan hara P dan B
- Kekahatan Co, Cu, Fe, Mn dan Zn
- Kadar Ca dan Mg Tinggi
- Tanah alkali

### 3. Sedang (5,5 – 7,0)

- Sifat netral
- Kisaran pH yang baik untuk sebagian besar tanaman
- Kadar hara (makro & mikro) optimum
- Aktivitas mikroorganisme optimum
- Sifat kimia tanah optimum

### 4. Rendah (<5,5)

- Tanah masam
- Ion Fosfat bersenyawa dengan Fe dan Al membentuk senyawa yang tidak cepat tersedia bagi tanaman.
- Semua hara mikro (kecuali Mo) menjadi lebih tersedia dengan peningkatan kemasaman,
- Ion Al dilepaskan dari mineral lempung pada nilai pH di bawah 5,5 dan
- Aktivitas bakteri menurun
- Proses nitrifikasi terhambat.





