

Sifat-sifat Fisika Tanah



**ILMU TANAH
(DASAR-DASAR ILMU TANAH)**



A. TEKSTUR

- ➔ Perbandingan relatif partikel-partikel tanah, yaitu pasir (*sand*), debu (*silt*), dan klei/lempung/liat (*clay*) dalam suatu masa tanah
- ➔ Penggolongan tekstur tanah didasarkan atas perbandingan fraksi (golongan partikel tanah) yang menyusunnya
- ➔ Segitiga Klas Tekstur Tanah USDA membagi 12 klas tektur dari yang paling kasar (pasiran) sampai halus (klei)

➔ Penetapan klas tekstur dapat dilakukan secara kualitatif (di lapangan) dan secara kuantitatif (di laboratorium)

a. *Kualitatif* ➔ dengan membasahi tanah lalu dipijit-pijit

- pasir ➔ terasa kasar dan tajam

- debu ➔ terasa licin

- klei ➔ terasa liat/plastis dan lengket

b. *Kuantitatif* ➔ dengan analisis mekanik/granuler (lebih teliti) dan dilakukan di laboratorium



Tanah bertekstur halus (klei tinggi) bersifat lengket, menyerap air banyak sehingga sukar atau berat untuk diolah → disebut Tanah Berat, kebalikannya adalah Tanah Ringan (pasir tinggi)

Tanah terbaik untuk pertanian adalah Tekstur Sedang (tekstur geluh/lom) → tanah yang mempunyai perbandingan pasir, debu, dan klei hampir seimbang

United State Department of Agriculture, Bureau of Soil System

Fraksi	Ukuran (mm)
Kerikil (<i>Gravel</i>)	> 2
Pasir sangat kasar (<i>Very coarse sand</i>)	1 – 2
Pasir kasar (<i>Coarse sand</i>)	0,5 – 1
Pasir sedang (<i>Medium sand</i>)	0,25 – 0,5
Pasir halus (<i>Fine sand</i>)	0,1 – 0,25
Pasir sangat halus (<i>Very fine sand</i>)	0,05 – 0,1
Debu (<i>Silt</i>)	0,002 – 0,05
Klei (<i>Clay</i>)	< 0,002

Clay	Silt	Sand					Gravel
		Very fine	Fine	Medium	Coarse	Very coarse	
0,002	0,05	0,1	0,25	0,5	1	2	

Fraksi

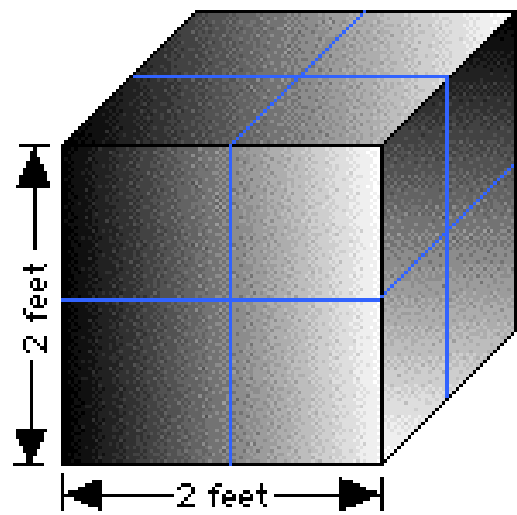
Ukuran

Jumlah

Luas permukaan

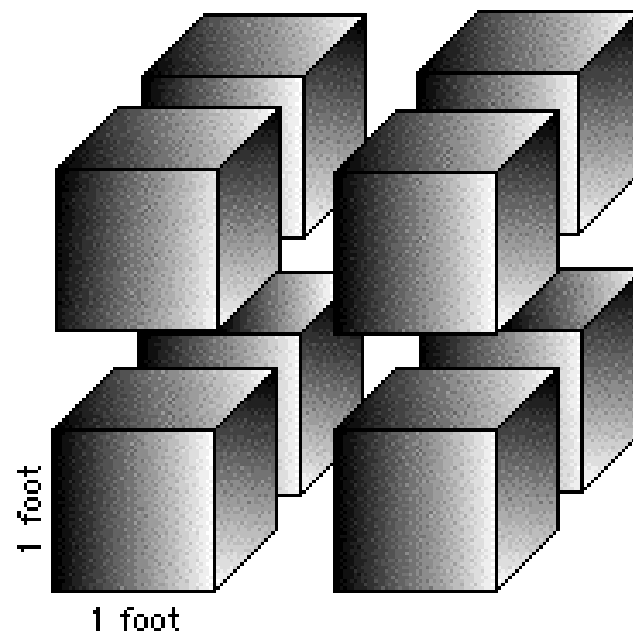


Ukuran (μm)	Partikel / gr	Luas permukaan (cm^2/g)
2000 – 200	5×10^2	20
200 – 20	5×10^5	200
20 – 2	5×10^6	2000
2 – 0.2	5×10^{11}	20,000 – 2×10^5



$$\text{Volume} = 8 \text{ ft}^3$$

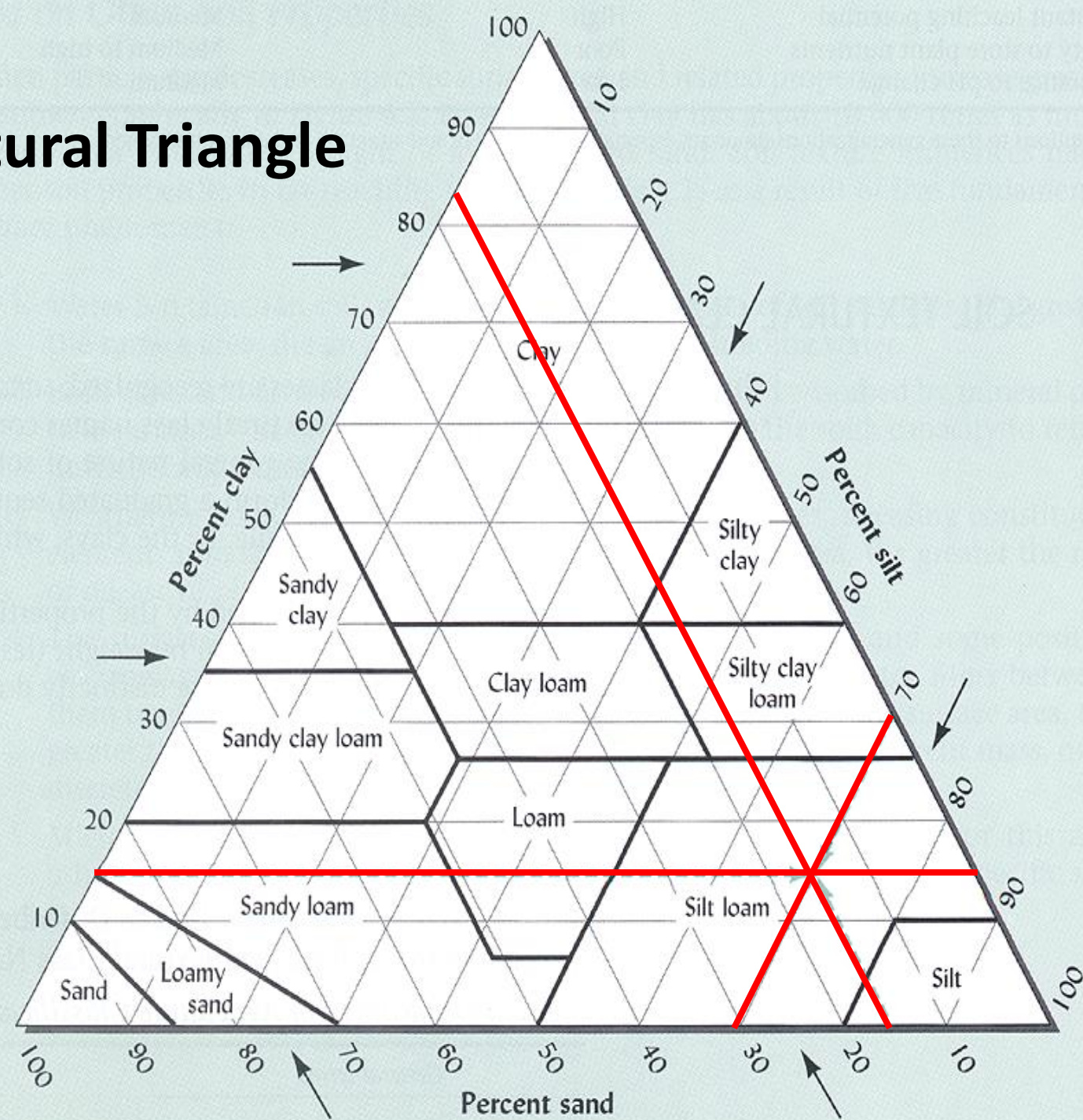
$$\text{Area} = 24 \text{ ft}^2$$



$$\text{Volume} = 8 \text{ ft}^3$$

$$\text{Area} = 48 \text{ ft}^2$$

USDA Textural Triangle



B. STRUKTUR TANAH

→ **Susunan ikatan partikel tanah satu sama lain**

PED : agregat terbentuk dengan sendirinya

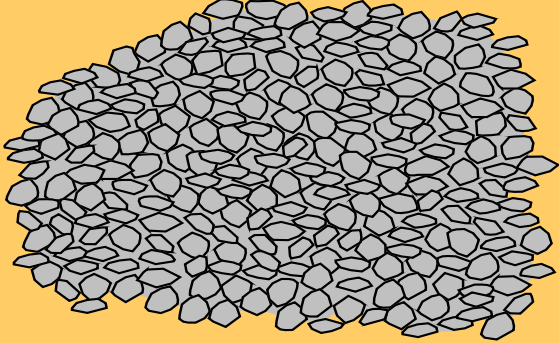
Clod : agregat terbentuk karena pengolahan tanah

Pengamatan struktur tanah di lapang :

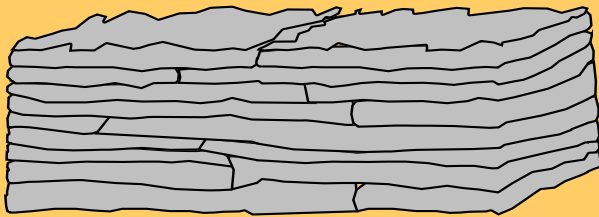
- Tipe struktur : bentuk & susunan agregat**
- Kelas struktur : ukuran agregat**
- Derajat struktur : kuat lemahnya agregat**

Tipe Struktur

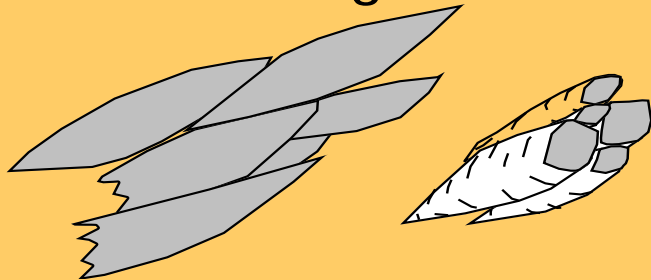
Granular



Platy

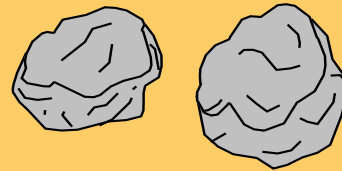


Wedge

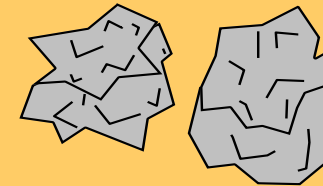


Blocky

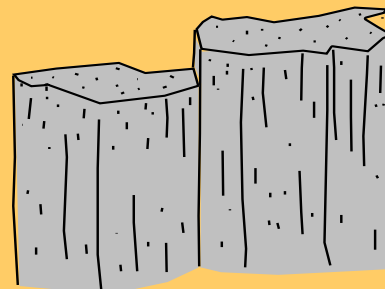
(Subangular)



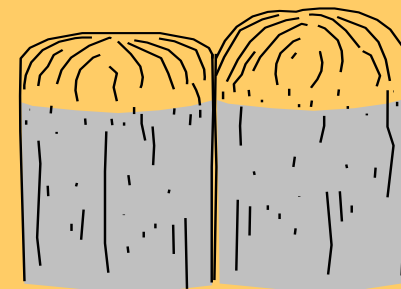
(Angular)



Prismatic



Columnar





Derajat Struktur

- Tak beragregat
 - ➔ butir-butir tunggal terlepas-lepas
- Lemah
 - ➔ apabila struktur tersentuh mudah hancur
- Sedang
 - ➔ agregat jelas terbentuk dan masih dapat dipecahkan
- Kuat
 - ➔ agregatnya mantap dan jika dipecahkan terasa agak sukar dan berketahanan



Faktor-faktor yang mempengaruhi struktur tanah :

- 1. Pembasahan & pengeringan**
- 2. Pembekuan & pencairan**
- 3. Aktivitas perakaran tanaman**
- 4. Kation terjerap**
- 5. Pengolahan tanah**
- 6. Bahan organik**



Struktur tanah yang dikehendaki tanaman adalah struktur “*REMAH*” karena perbandingan bahan padat dan ruang pori kurang lebih seimbang

Tujuan pengolahan tanah adalah agar mendapatkan struktur tanah dalam bentuk, besar, dan ketahanan yang dikehendaki tanaman



C. KONSISTENSI TANAH

→ Derajat kohesi dan adesi partikel tanah dan resistensi terhadap perubahan bentuk

Penentuan konsistensi tanah dapat dilakukan pada 3 fase keadaan :

1. *Tanah Basah*

→ kandungan air di atas kapasitas lapangan

a. Kelekatan → kekuatan melekat dengan benda lain :

- tidak lekat
- agak lekat
- lekat
- sangat lekat



b. Plastisitas → kemampuan tanah membentuk gulungan :

- Tidak plastis
- Agak plastis
- Plastis
- Sangat plastis

2. *Tanah lembab*

→ Kandungan air mendekati kapasitas lapangan →

kering angin :

- | | |
|-----------------|--------------------|
| - sangat gembur | - sangat teguh |
| - gembur | - luar biasa teguh |
| - teguh | |



3. *Tanah kering*

→ Tanah dalam keadaan kering angin

- lepas**
- lunak**
- agak keras**
- keras**
- sangat keras**
- luar biasa keras**

D. WARNA TANAH

- ➔ **Salah satu sifat tanah yang mudah dilihat dan dapat menunjukkan sifat-sifat tanahnya**
- ➔ **Bersifat tidak murni**
- ➔ **Faktor yang mempengaruhi :**
 - 1. Kadar lengas & tingkat pengatutan**
 - 2. Kadar bahan organik**
 - 3. Kadar dan mutu mineral**
- ➔ **Warna tanah berhubungan dengan daya menyerap panas dari cahaya matahari**
Warna Hitam/gelap > menyerap panas



Warna tanah secara langsung dapat dipakai :

- Menaksir tingkat pelapukan atau proses pembentukan tanah**
- Menilai kandungan bahan organik**
- Menilai keadaan drainase**
- Melihat adanya horison pencucian dan horison pengendapan**
- Menaksir banyaknya kandungan mineral**

Urutan warna tanah yang menunjukkan penurunan produktivitas tanah

Hitam – coklat – coklat karat – abu coklat – merah – abu-abu – kuning – putih

➔ Penetapan warna tanah dengan “*Munsell Soil Color Charts*”

➔ Dikenal parameter warna :

Hue : warna utama tanah/yang merajai berkas cahaya yang terlihat

Ex. 5R, 7.5R, 10R, 2.5YR, 5YR, dst

Value : derajat terangnya warna/kisaran dari putih (9/10) ke hitam (nilai 1 atau 0)

Chroma : intensitas warna atau perubahan kemurnian warna dari kelabu netral atau putih



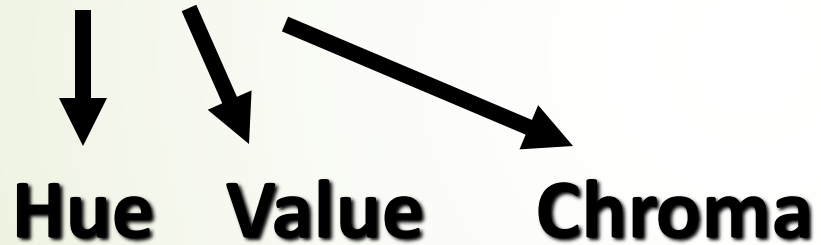
Ex. Penyebutan warna tanah dengan “*Munsell*”

Ditulis: Hue **Value**/**Chroma**

7.5YR 3/2 (w) → dark brown (wet)

7.5YR 5/4 (m) → brown (moist)

7.5YR 6/4 (d) → light brown (dry)



FAKTOR WARNA TANAH

- Bahan Induk:
Mineral berhubungan dengan warna
Kuarsa, feldspar, kapur, kaolin → putih
Hematit, turgit → merah
Augit, limonit → kuning
- Waktu:
Semakin tua tanah semakin berwarna merah
- Iklim:
Proses pelindian menyebabkan horison E semakin terang dan horison B semakin gelap
- Topografi:
Lahan bagian atas lebih berwarna merah atau coklat; lahan bawah lebih berwarna kelabu
- Vegetasi :
Pohon cemara yang lebih asam, menyebabkan pelindian lebih besar sehingga warna berkurang
Rerumputan lebih banyak organiknya (karbon) sehingga lebih gelap



Why?

Kemerahan, kekuningan, kecoklatan: oksida besi
(variasi jumlah kelembaban)

Hematite – merah

Goethite – coklat kekuningan (yellowish brown)

Ferrihydrite – coklat kemerahan (reddish brown)

Putih: Carbonates, gypsum, garam-garam, or
pelindian berat

Hitam/sangat coklat gelap: bahan organik

Ungu/hitam: oksida mangan

A horizon: organic coatings

B horizon: Iron coatings

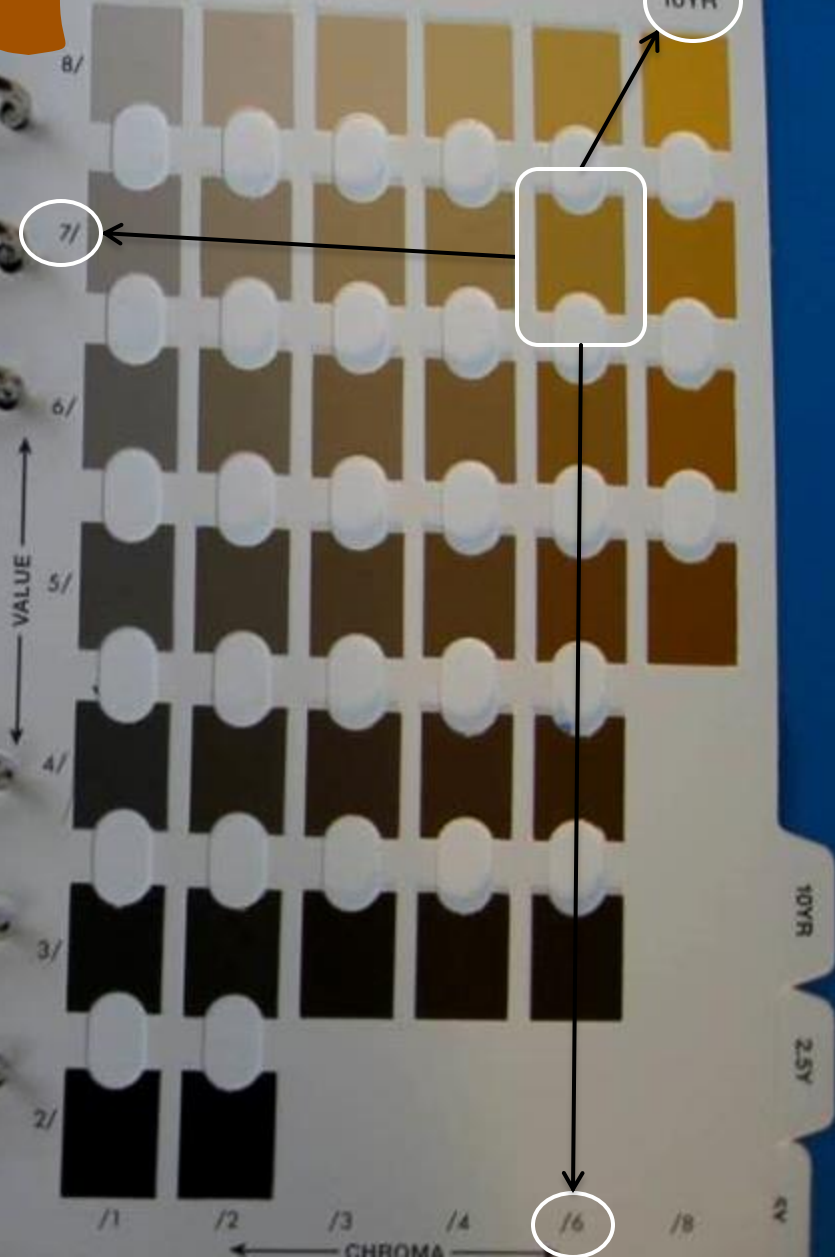
C horizon: little coating



HUE 10YR MUNSELL® SOIL COLOR NAME DIAGRAM



MUNSELL® SOIL COLOR CHART



E. TEMPERATUR

→ Berpengaruh pada proses pelapukan dan penguraian bahan induk, reaksi-reaksi kimia dan berpengaruh langsung pada pertumbuhan tanaman

Ex.

Perkecambahan jati $\geq 30^{\circ}\text{C}$

Perkecambahan jagung optimum $\pm 38^{\circ}\text{C}$

Nitrifikasi optimum $\pm 30^{\circ}\text{C}$

Umbi kentang $16 - 21^{\circ}\text{C}$

Jasad hidup tanah $18 - 30^{\circ}\text{C}$

Jagung (produksi) $27 - 30^{\circ}\text{C}$



Sumber panas : panas matahari yang menyinari bumi & konduksi dari dalam bumi (magma)

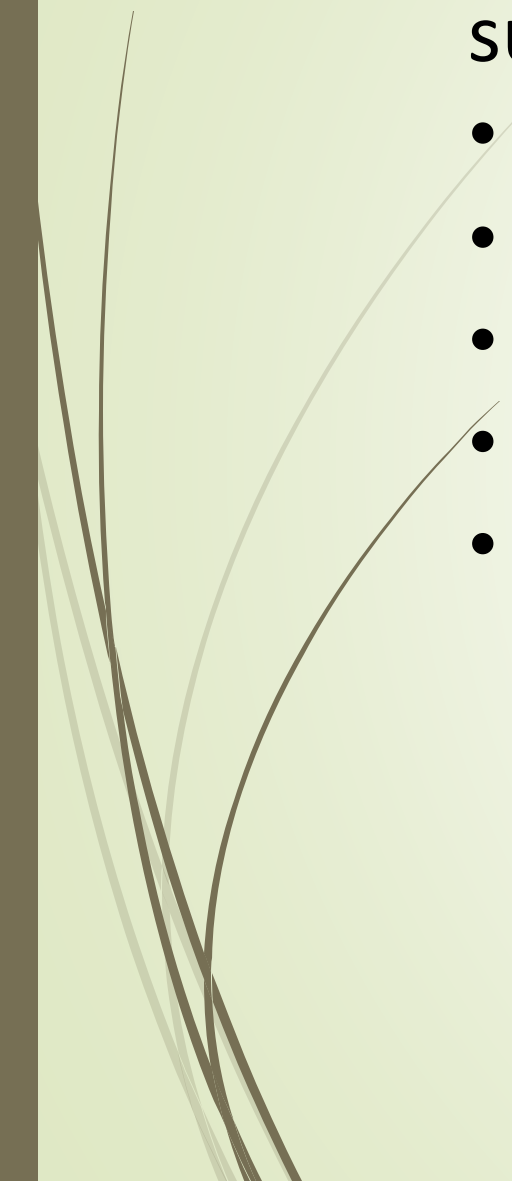
Kapasitas panas tanah : jumlah panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu 1°C dalam suatu kawasan/lahan.

Kapasitas tanah mengikat panas dipengaruhi :

- Besar sudut datang
- Letak garis lintang
- Tinggi dari muka laut
- Agihan (distribusi) lahan dari perairan
- Keadaan vegetasi



Proses-proses yang dapat mempengaruhi suhu tanah :

- Pengembunan
 - Penguapan
 - Hujan
 - Aktivitas biologis dalam tanah
 - Reradiasi
- 

Kisaran optimum :

kisaran suhu yang mana tanaman dapat tumbuh subur dengan hasil terbaik

Kisaran pertumbuhan

kisaran suhu yang mana tanaman dapat tumbuh layak

Batas tetap hidup

suhu maksimum dan minimum yang dapat dicapai tanpa mematikan tanaman

Contoh : Jagung $a = (25 - 35)^{\circ}\text{C}$

$b = (10 - 39)^{\circ}\text{C}$

$c = (0 - 43)^{\circ}\text{C}$

Gandum $a = (15 - 27)^{\circ}\text{C}$

$b = (5 - 35)^{\circ}\text{C}$

$c = (<0 - 43)^{\circ}\text{C}$

G. TATA AIR DAN UDARA TANAH

→ Erat hubungannya dengan penyebaran pori dalam tanah

Berdasarkan ukuran :

- Pori tak berguna ($\emptyset < 0.2 \mu$) → air tidak tersedia**
- Pori berguna ($\emptyset > 0.2 \mu \rightarrow 0.2 - 8.6 \mu$) → air tersedia**
- $8.6 - 30 \mu$ pori drainase lambat (air tersedia)**
- $> 30 \mu \rightarrow$ pori drainase cepat (air tidak tersedia)/terisi udara**



Kekuatan pengikatan air oleh tanah dinyatakan dalam :

1. Atmosfer (atm)

2. Tinggi kolom air (cm)

$$1 \text{ atm} = 1033.6 \text{ cm air}$$

3. pF (*free energy*) = log tinggi kolom air

Nilai pF 0 – 7

pF 0 → tanah jenuh air

pF → tanah kering mutlak

Air yang tersedia bagi tanaman :

→ pF 2.54 – 4.2 atau $1/3$ – 15 atm

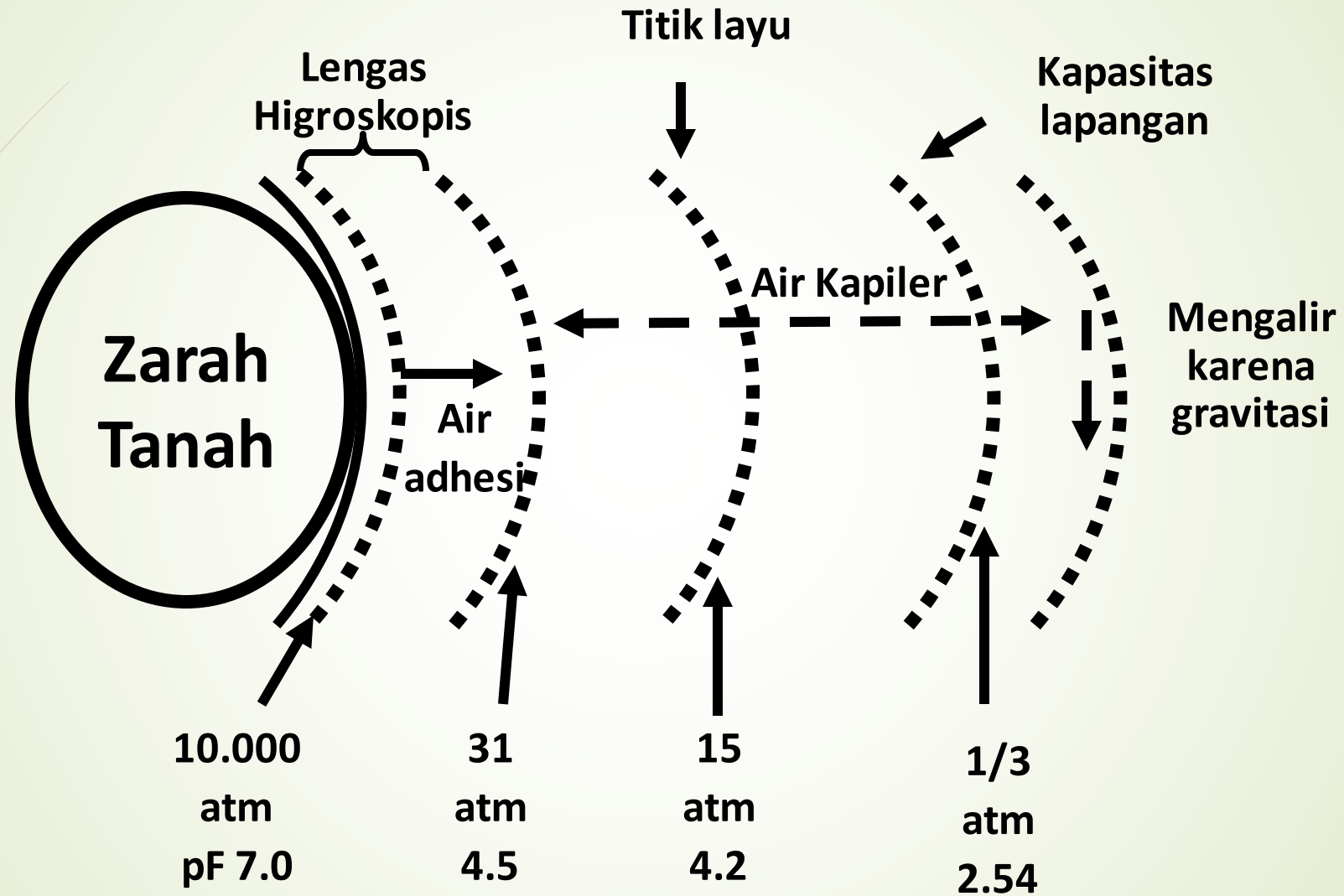


Klasifikasi lengas tanah	pF
Air penyusun dan air antar lapis	> 7.0
Air higroskopis	7.0 – 4.5
Air kapiler	4.5 – 2.5
Air gravitasi	2.5 – 0.0
Air bumi (ground water)	bebas tegangan

Nilai Kapasitas Lapangan tergantung :

- Tekstur
 - Struktur
 - Bahan organik
 - Jenis koloid
 - Macam kation pada koloid
- $\text{Na} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Ca}$

Keadaan Air Tanah



Tinggi satuan kolom air	Log tinggi kolom air (pF)	atm	
10	1	0.01	
100	2	0.10	
346	2.54	1/3	} Air tersedia
1.000	3	1	
10.000	4	10	
15.849	4.18	15	
31.623	4.5	31	
100.000	5	100	
1.000.000	6	1.000	
10.000.000	7	10.000	

(Brady, 1974)

Permeabilitas

➔ Laju pergerakan suatu zat cair melalui media berpori (konduktivitas hidrolika)

Aliran jenuh air : sebagian besar pori-pori diisi oleh air, ini terjadi di dalam zona air bumi atau kadangkala setelah hujan lebat atau selama irigasi

Air dalam kondisi ini bebas tegangan

Laju aliran jenuh :

pasir > geluh > lempung

Aliran tidak jenuh : pori-pori hanya sebagian saja berisi air, air dipengaruhi tegangan

pasir < geluh < lempung

E. UDARA TANAH

Udara tanah menempati pori-pori makro antara agregat-agregat sekunder tanah

Udara tanah penting bagi pernafasan akar tanaman dan kegiatan jasad hidup tanah

Udara tanah berbeda dengan udara atmosfer dalam hal :

- Udara tanah mengandung uap air >**
- $O_2 < ; CO_2 >$**
- Udara tanah tidak selalu menempati pori makro tapi silih berganti dengan lengas tanah dan berasal dari atmosfer, proses kimia atau dari kegiatan biologi tanah**



Faktor-faktor yang mempengaruhi komposisi udara tanah :

- Iklim**
- Sifat tanah seperti tekstur, struktur, tinggi permukaan air tanah**
- Sifat tanaman**

Ketersediaan tanaman mengurangi kadar O_2 dan menambah CO_2 , BO dan kegiatan jasad renik $CO_2 >$ (jika aerob), $CH_4 >$ (jika anaerob)