

BAB. 3

**Morfologi
dan
Sifat Fisik Tanah**

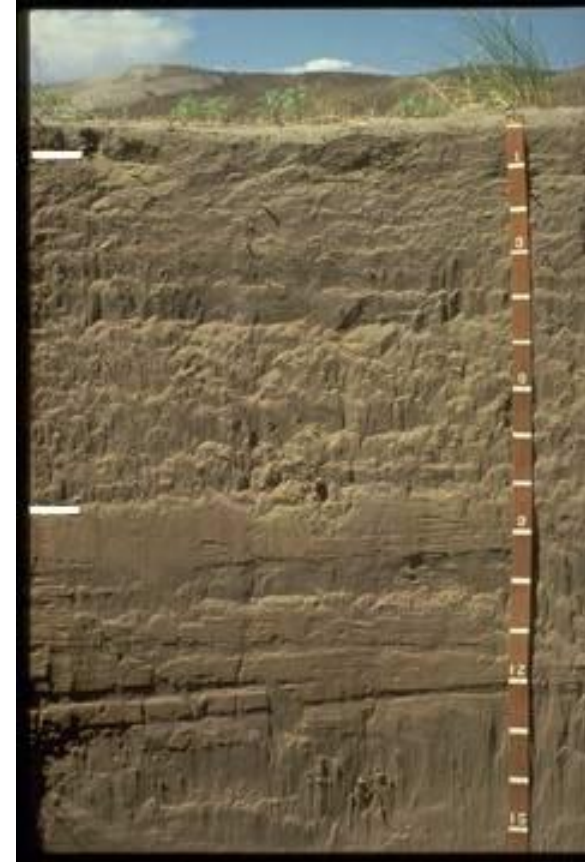
Profil Tanah



Tanah di kawasan
perbukitan kapur



Tanah di kawasan
pegunungan



Tanah di kawasan
pantai

LAPISAN dan HORISON

Tanah berkembang ke arah vertikal, sehingga terjadi lapisan-lapisan horisontal, dinamakan lapisan tanah atau horison tanah



Lapisan tanah adalah lapisan horisontal yang terjadi karena proses geogenesis, sehingga batasnya sangat tegas (abrupt)



Horison tanah adalah lapisan horisontal yang terjadi karena proses pedogenesis, sehingga batasnya tidak tegas (diffuse)



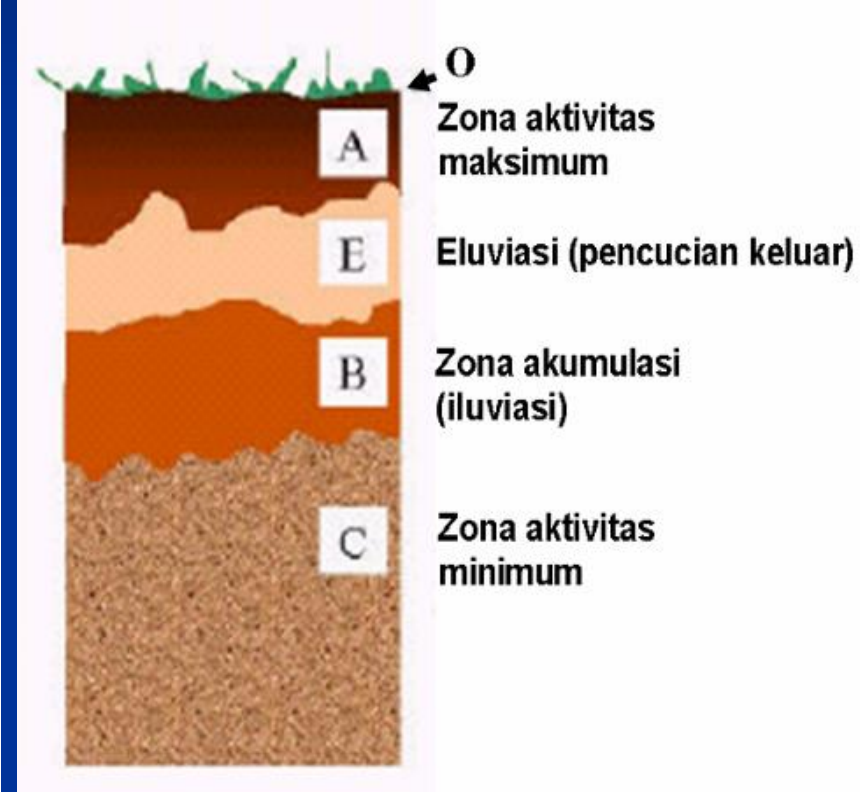
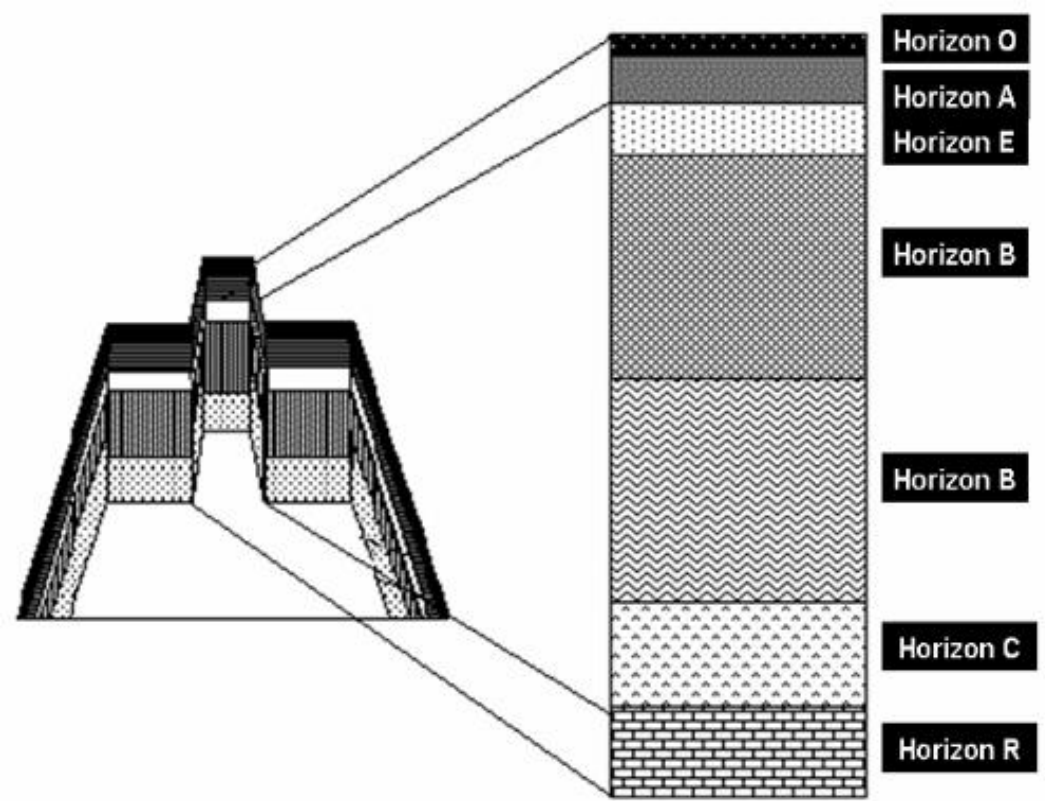
■ Profil Tanah

- Irisan / penampang tegak tanah yang menampakan semua horizon sampai ke bahan induk; dalam profil tanah, bagian yang mengandung akar tanaman atau dipengaruhi oleh akar tanaman disebut **SOLUM**
- Bermanfaat untuk deskripsi tanah, tetapi hanya menggambarkan satu titik pada lansekap dan hanya dua dimensi.

■ Horizon Tanah

- Lapisan tanah yang hampir sejajar dengan permukaan lahan dan secara genetik berbeda dengan lapisan didekatnya dalam hal sifat fisik, kimia dan biologi, seperti warna, struktur, tekstur, jumlah dan jenis organisme dll.
- Tiap horizon diberi nama dengan Huruf besar yang mencerminkan horizon utama. Penamaan horizon ini sangat bermanfaat untuk deskripsi, interpretasi, analisis dan klasifikasi tanah

Horizon dalam profil tanah



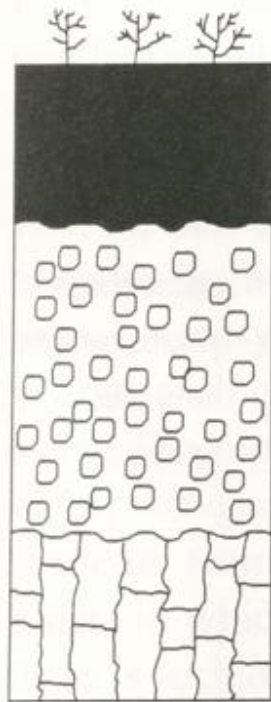
Horizon Utama

- **O:** terbentuk dari sisa (organik) tanaman dan hewan, sangat mudah berubah akibat aktivitas manusia, jarang ditemukan, kecuali pada tanah hutan
- **A:** dibawah horizon O, kandungan bahan organik lebih rendah dari O; mineral dan hara hampir selalu tercuci dari horizon A, disebut eluviasi
- **E:** di bawah horizon A (pada tanah tertentu); juga disebut zona eluviasi, warna putih-pucat
- **B:** di bawah A atau E; disebut zona iluviasi karena terakumulasi mineral dan hara yang tercuci dari horizon A atau E
- **C:** bahan induk tidak mantap.
- **R:** batuan (rocks)

Profil Tanah dan Pedon

- Profil tanah tidak dapat memberikan semua informasi tentang keragaman ketebalan horizon; untuk itu diperlukan studi volume tanah yang disebut PEDON.
- **Pedon** adalah tubuh tanah 3 dimensi, dan didefinisikan sebagai *jumlah minimal bahan yang bisa disebut tanah*, ukuran berkisar 1 - 10 m³.
- Jika beberapa pedon yang mempunyai sifat dan ciri sama digabungkan disebut **polipedon**..

Pedon dan Polipedon



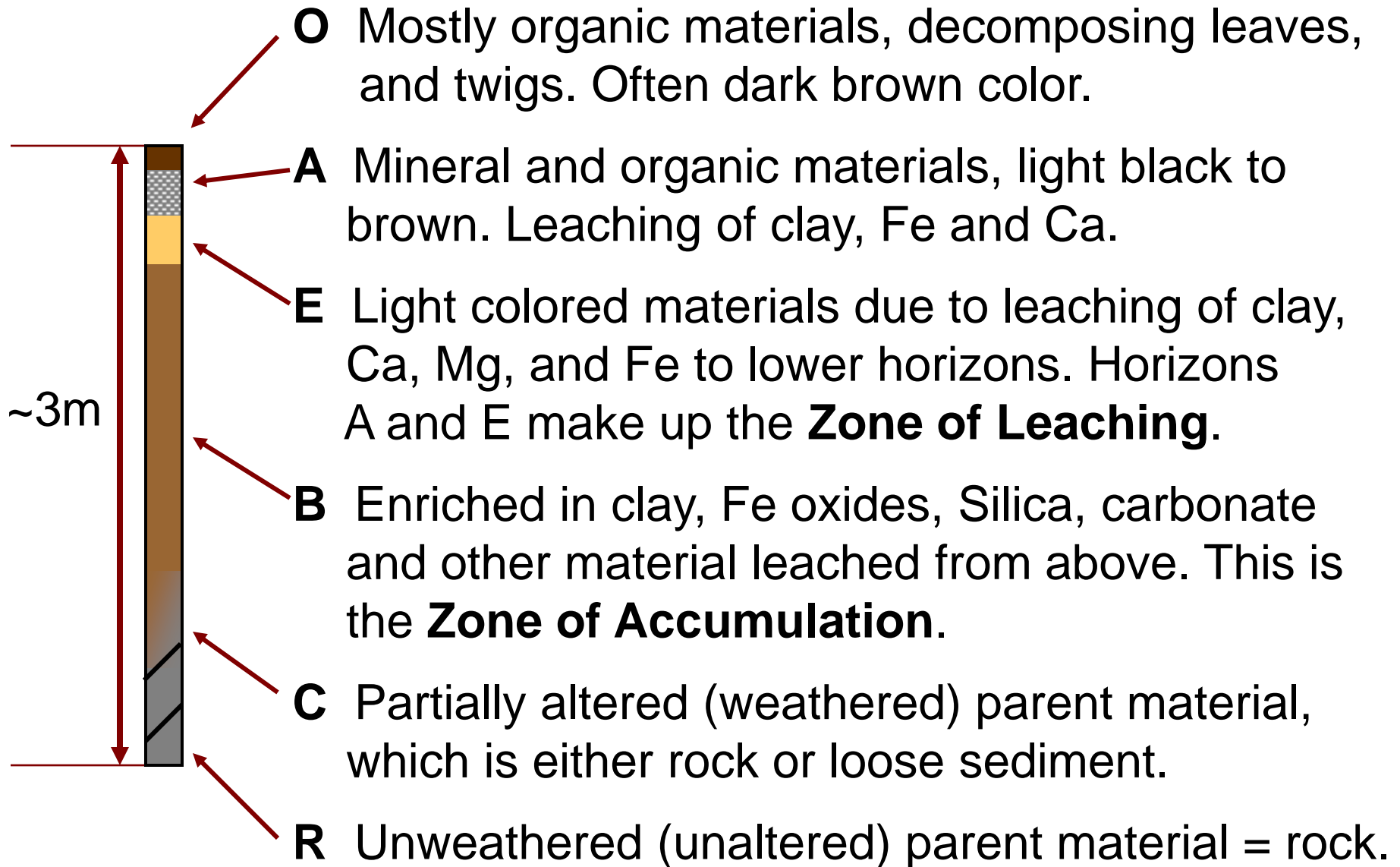
Profil Tanah (2 dimensi)

Horizon



Pedon (3 dimensi)

Soil Horizons



Karakterisasi Morfologi Tanah

Perlu informasi:

- **Warna**
- **Tekstur Tanah**
- **Struktur Tanah**
- **Konsistensi**
- **Pori**

Setiap horison pada seluruh profil tanah

Warna Tanah

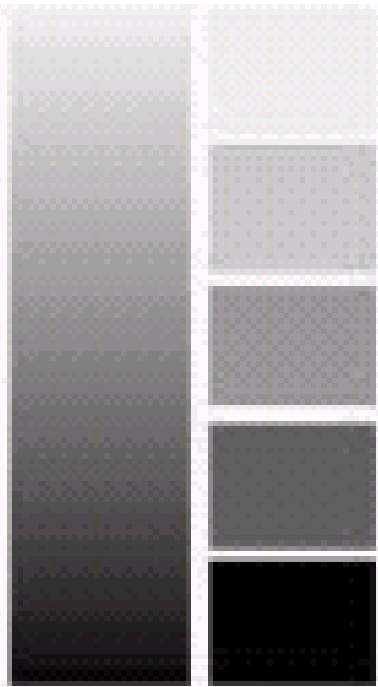
- **Sifat tanah yang paling mudah dilihat dan mudah ditetapkan**
- **Tidak banyak berpengaruh langsung pada tanah, tetapi merupakan indikator sifat tanah**
- **Warna tanah merupakan indikasi sbb:**
 - **Kandungan bahan organik; makin banyak bahan organik, warna makin gelap**
 - **Warna tanah dan Temperatur: tanah berwarna gelap lebih banyak menyerap panas, maka cepat panas dengan suhu yang tinggi**
 - **Warna tanah dan bahan induk: umumnya bahan induk warna gelap akan membentuk tanah berwarna gelap**

Penetapan Warna

- Warna tanah ditetapkan dengan Soil Colour Chart System yang dirancang oleh guru seni pada thn 1905
- Suatu warna ditentukan oleh 3 parameter:
 - Hue = H (spektrum warna dominan)
 - Value = V (kecerahan-kegelapan; putih-hitam)
 - Chroma = C (kemurnian atau intensitas warna)
- Warna tanah dicerminkan sebagai H V/C
 - Misalnya 10YR 3/2

Penetapan Warna:

- Warna tanah ditetapkan pada kandungan air tanah standar; kering (daerah arid), lembab (daerah humid)
- Penetapan warna tanah perlu dibandingkan pada berbagai kondisi intensitas dan kualitas cahaya
- Pada suatu horizon dapat dijumpai lebih dari satu warna (warna dominan adalah warna yang meliputi lebih 50% volume tanah)

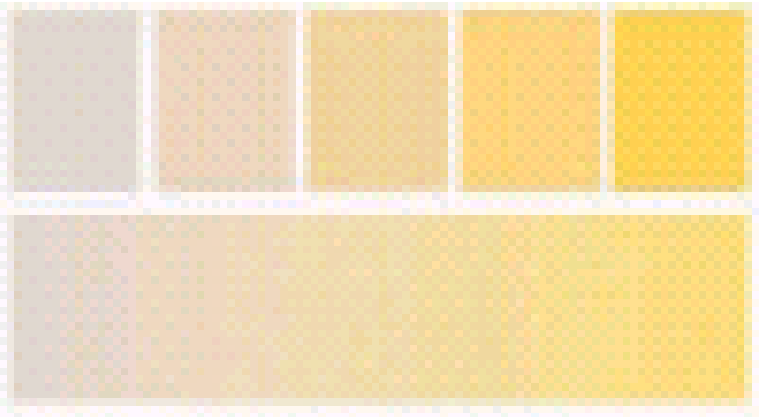


Value:

- menunjukkan kecerahan suatu warna
- Berkisar dari 0 (hitam) sampai 10 (putih)

Chroma:

- menunjukkan derajat perubahan warna dari warna netral pada value yang sama
- batas bawah adalah 0, tapi tidak ada batas atas
- dalam tanah, Chroma jarang melampaui 8



Munsell Color Chart

- **Great description of hue-value-chroma**

Hue - halaman
Value - baris
Chroma - kolom



Warna Tanah

← Bahan Organik – gelap – value rendah

Logam tereduksi – Gley

← Hue biru – hijau & Chroma - rendah

Besi yang teroksidasi
(Hue kemerahan & Chroma tinggi)

Lapisan liat silikat diselimuti okside besi (Hue : kekuningan)



● Hubungan warna tanah dan Drainase

- **Drainase Tanah:** adalah lamanya kondisi tergenang / jenuh air, bukan merupakan ukuran berapa cepat air terbangung dari tanah
- **KLAS Drainase tanah**
 - Drainase baik Tidak ada warna kelabu pada horizon B
 - Drainase sedang..... Warna kelabu atau mottle pada bagian bawah horizon B
 - Drainase agak jelek..... Warna kelabu pada bagian atas horizon B
 - Drainase jelek..... Warna kelabu di seluruh horizon B

Partikel Tanah

adalah butiran-butiran tunggal dari bagian mineral tanah
partikel = zarah = separat

Nama Partikel		Ukuran (mm)	
PASIR	Pasir sangat kasar	2,0 - 1,0	
	Pasir Kasar	1,0 - 0,5	
	Pasir Sedang	0,5 - 0,25	
	Pasir Halus	0,25 - 0,10	
	Pasir Sangat Halus	0,10 - 0,05	
DEBU	Debu	0,05 - 0,002	
LIAT	Liat	< 0,002	

Pasir – bisa dilihat dengan mata telanjang

Debu – bisa dilihat dengan mikroskop

Liat – hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron

TEKSTUR TANAH

Pengertian kualitatif

Menggambarkan sifat berat atau ringannya tanah apabila diolah :

- Ditetapkan dengan cara merasakan (*by-feeling*)

Pengertian kuantitatif

Perbandingan jumlah (massa) partikel pasir, debu dan liat dalam bagian mineral tanah :

- Ditetapkan dengan penentuan ukuran partikel tanah

TEKSTUR mencerminkan ukuran partikel tanah yang dominan

Penetapan Tekstur Tanah

- *Feel method* – kualitatif → di lapangan, untuk orang yang sudah berpengalaman lama di lapangan
- Metode Hidrometer / Sedimentasi – ayakan
 - di laboratorium
 - Pasir ditetapkan dengan ayakan
 - Sedimentasi ditetapkan untuk partikel ukuran $< 20 \mu\text{m}$
 - Distribusi ukuran partikel (pasir, debu, Liat), dipisahkan dari bahan organik (dengan H_2O_2), di dispersi dengan natrium heksametafosfat

Menetapkan Kelas Tekstur dengan perasaan (by-Feel)

Ball	Ribbon	Ribbon Length (cm)	Wet Feel			Textural Class
			Gritty	Smooth	Niether	
No						Sand
Yes	No					Loamy Sand
	Yes	2.5	yes			Sandy loam
				yes		Silt loam
					yes	Loam
		2.5 to 5.0	yes			Silty clay
				yes		Silty clay loam
					yes	Clay loam
		5.0	yes			Sandy clay
				yes		Silty clay
					yes	Clay

Metode Hidrometer

- Velositas pengendapan (V) berbanding dengan kuadrat diameter partikel (d)
- Partikel lebih besar, mengendap lebih cepat
- Densitas air (karena suspensi debu dan liat) menahan hidrometer

Stokes Law

$$V = kd^2$$

HUKUM STOKES

Menjelaskan kecepatan jatuhnya partikel dalam media cair

Kecepatan jatuhnya partikel sebanding dengan pangkat dua jari-jarinya :

$$V = \frac{2(ds - df) * g * r^2}{9 \eta}$$

V = velocity of particle, cm/sec

ds & df = particle and fluid densities, g/cm³

η = viscosity, poise

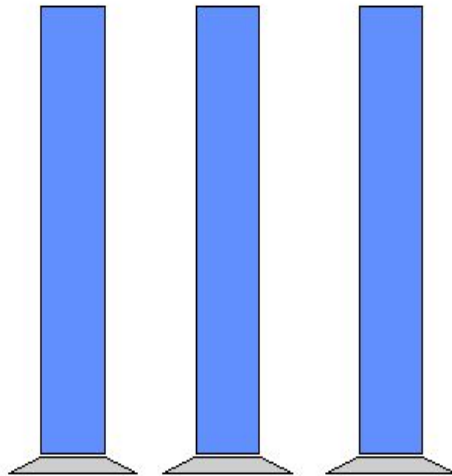
g = acceleration of gravity, cm/sec²

r = radius of particle, cm

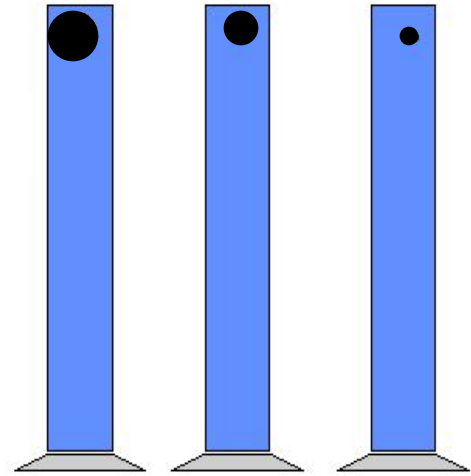
HUKUM STOKES

Kecepatan jatuhnya partikel sebanding dengan pangkat dua jari-jarinya

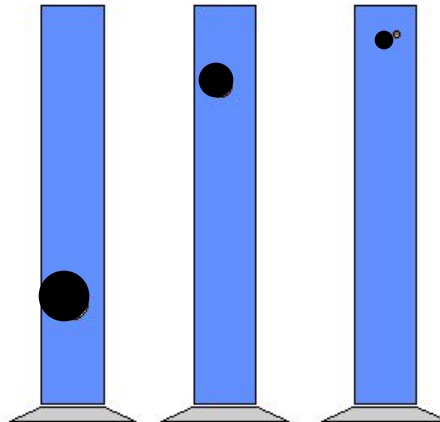
Percobaan



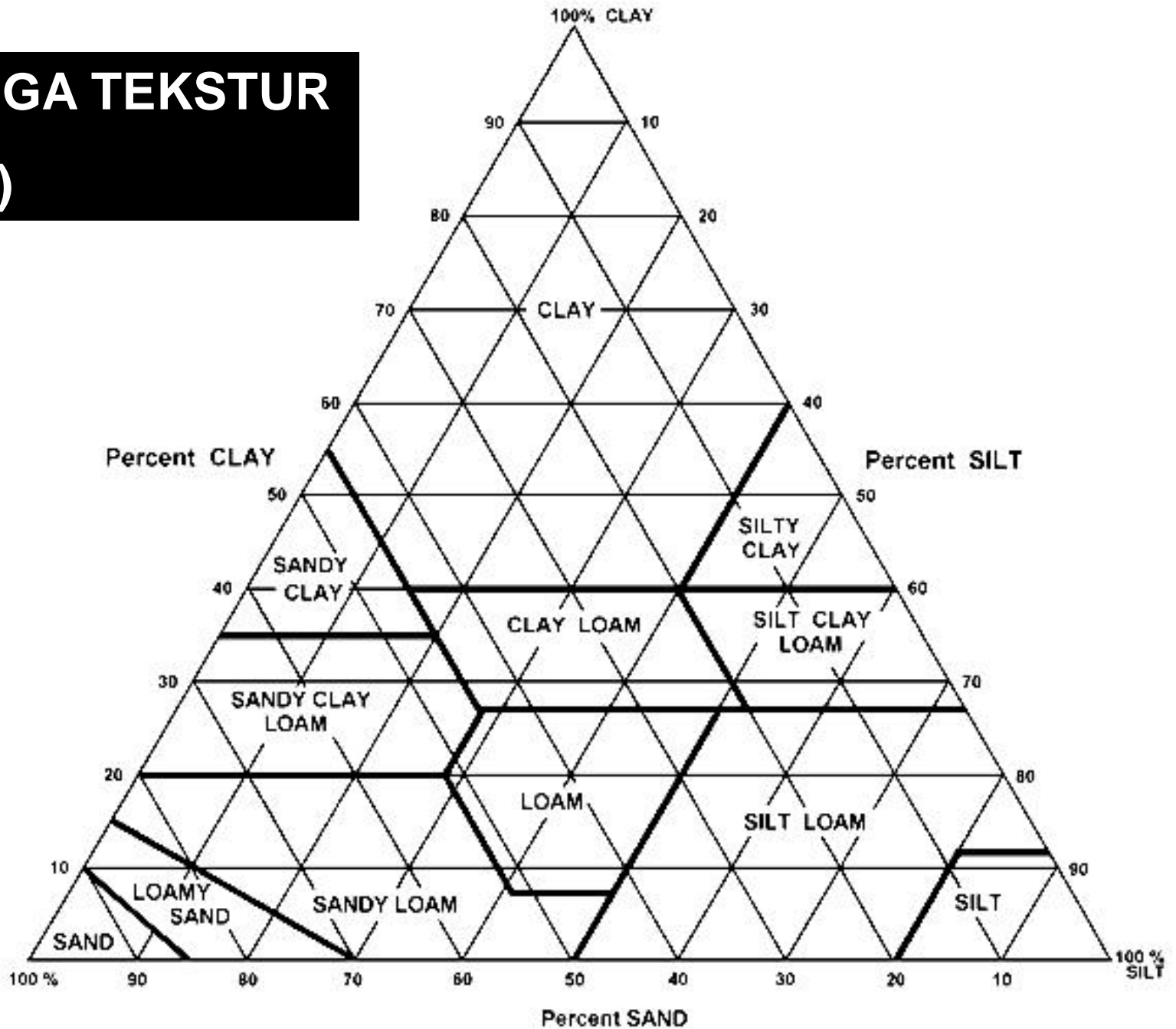
Waktu = nol



Waktu = t



SEGITIGA TEKSTUR (USDA)



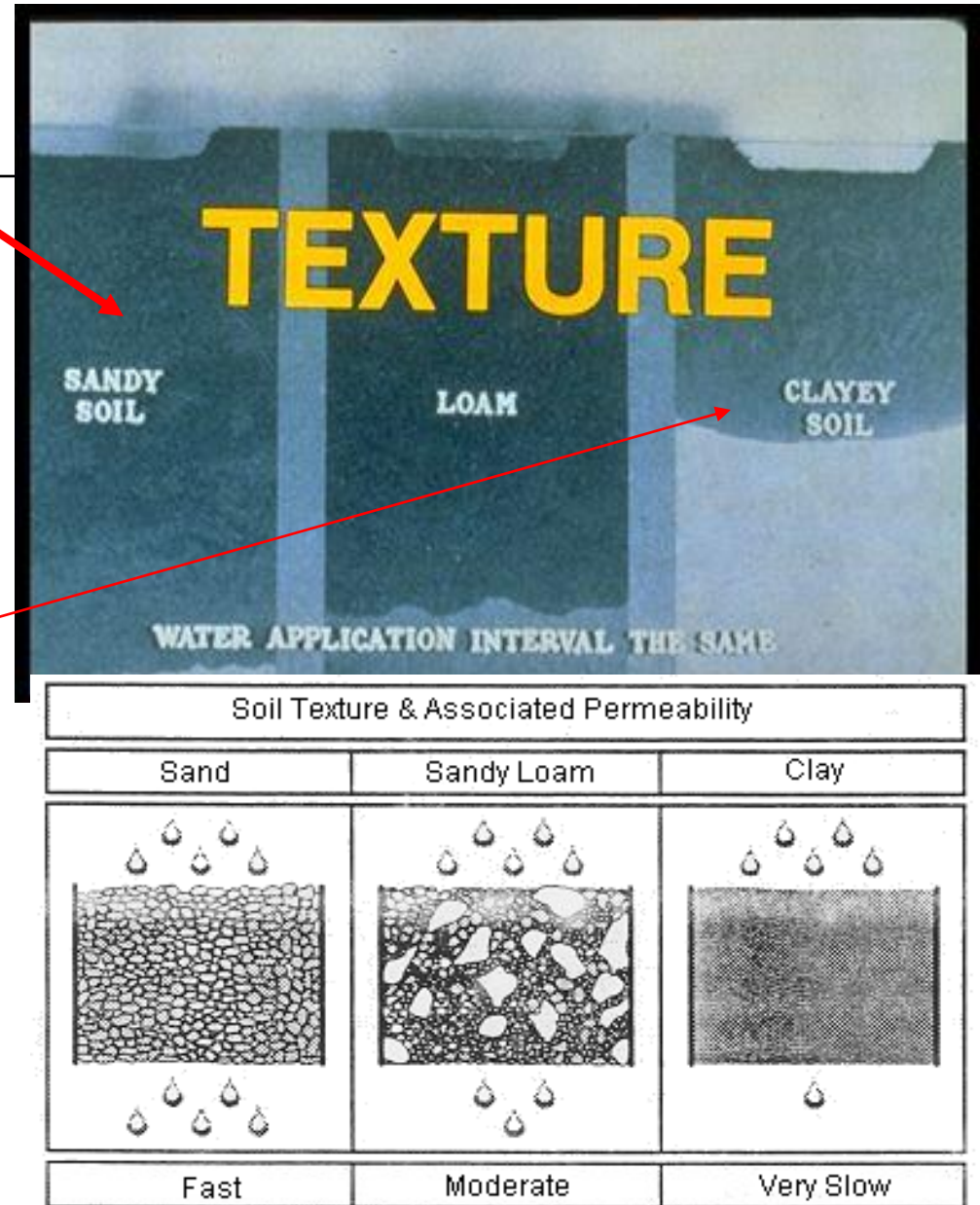
Tekstur Tanah = %pasir, debu & liat dalam tanah

- Tekstur tanah adalah sifat fisika tanah yang sangat penting
- Mengetahui tekstur tanah saja sudah dapat memberikan informasi tentang
 1. Potensi aliran air,
 2. Kapasitas Menahan Air,
 3. Potensi Kesuburan,
 4. Kesesuaian untuk berbagai penggunaan perkotaan

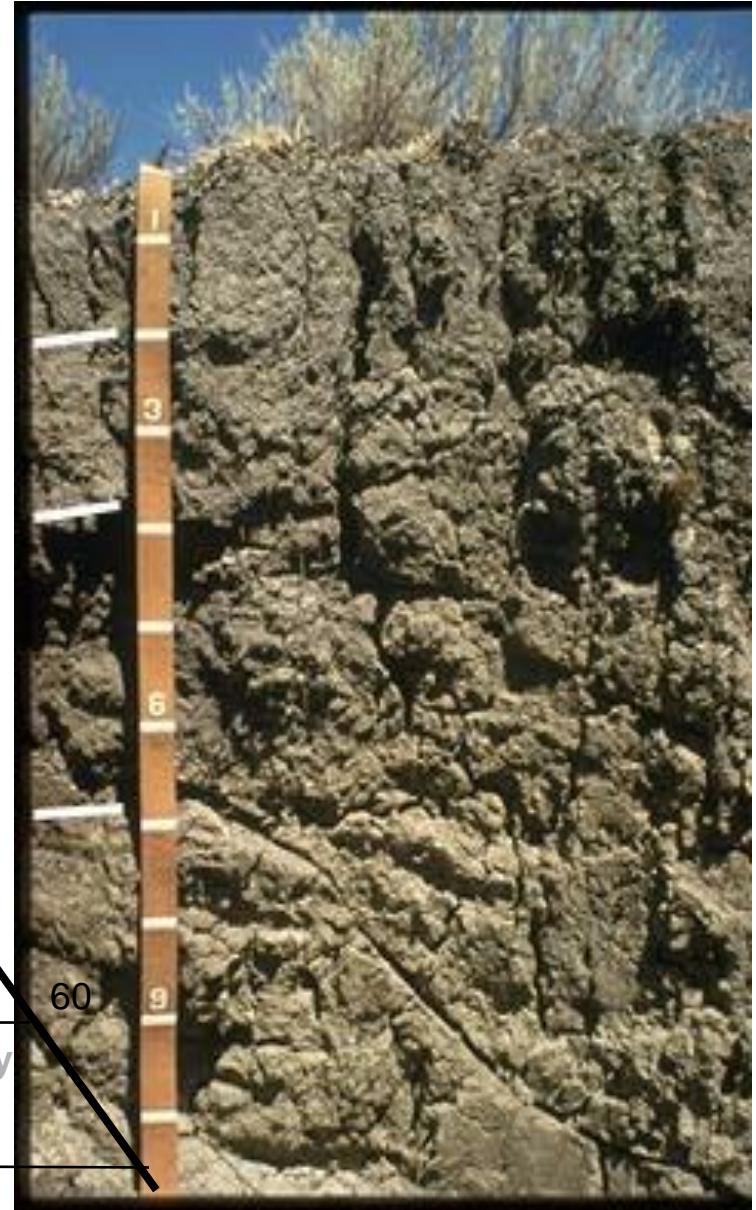
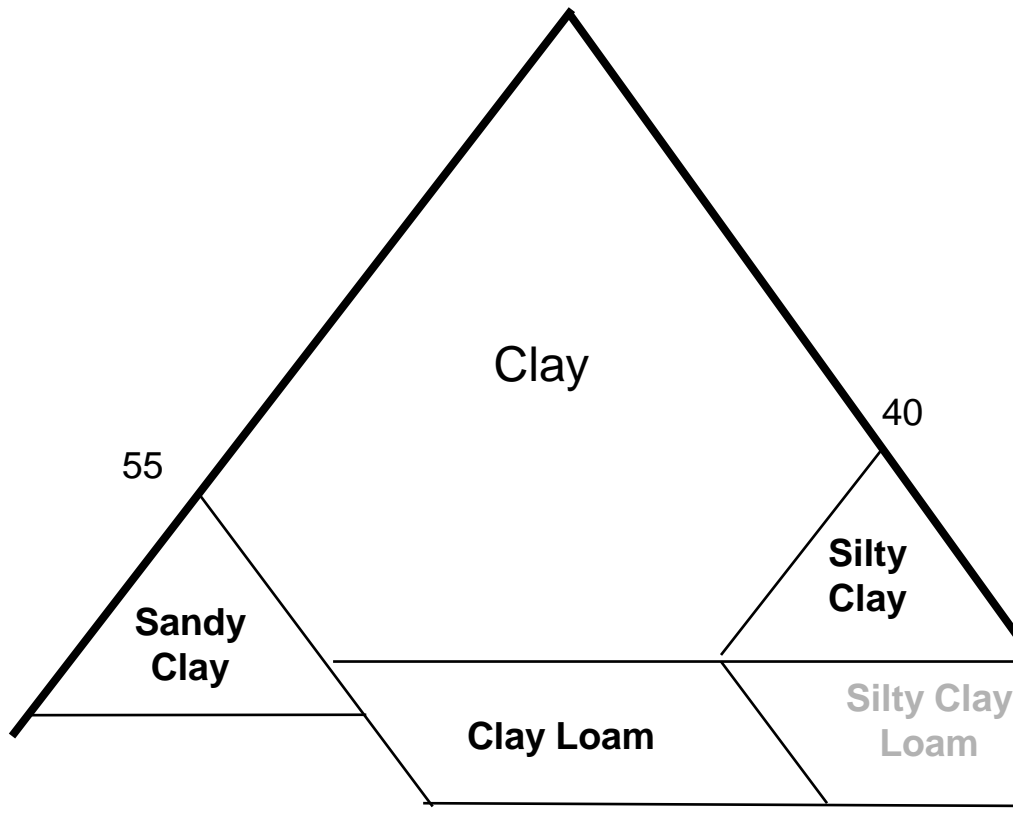
Permeabilitas

Tanah berpasir memiliki transmisi air yang cepat dan retensi air yang rendah

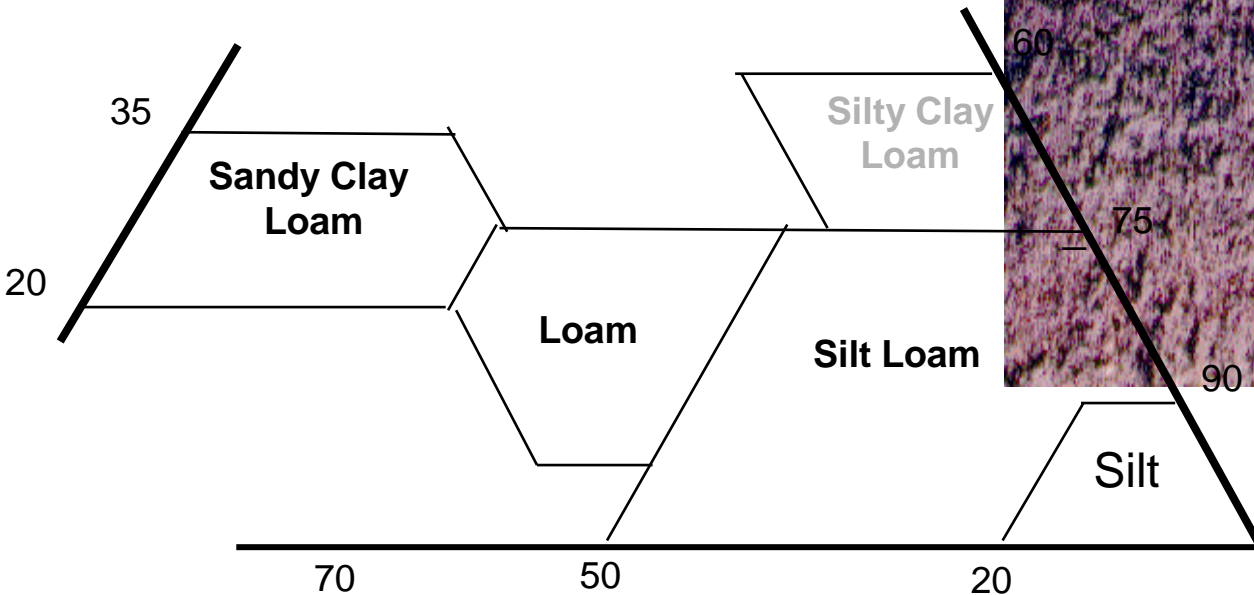
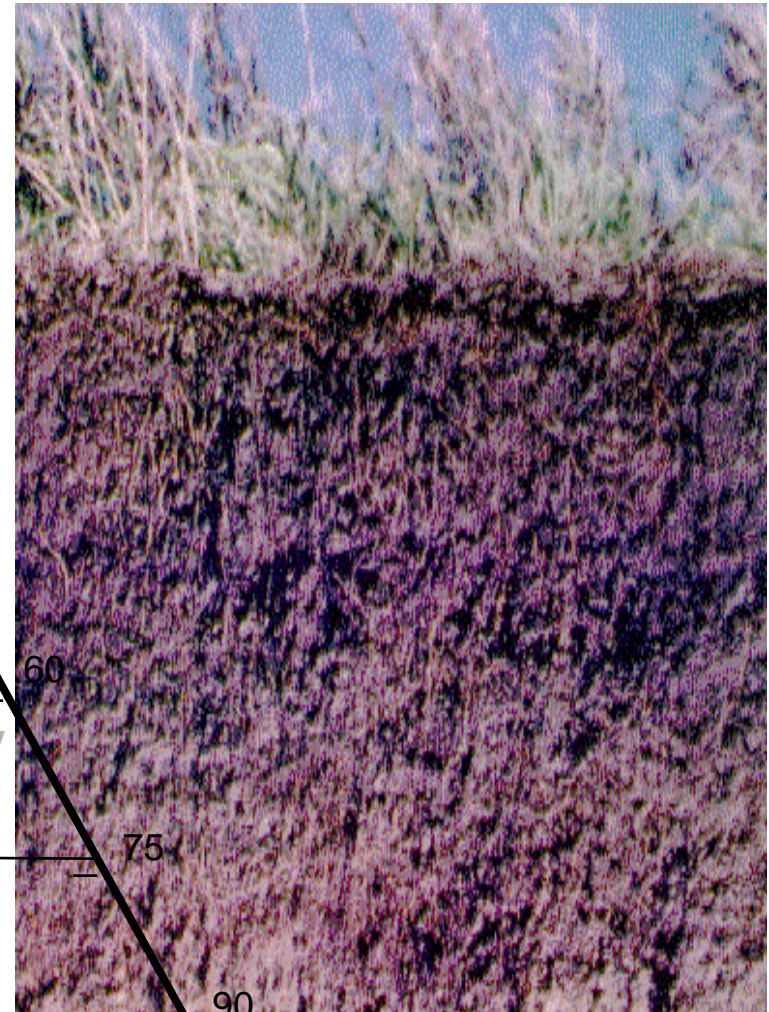
- Tanah berliat memiliki transmisi air yang lambat dan retensi air yang tinggi



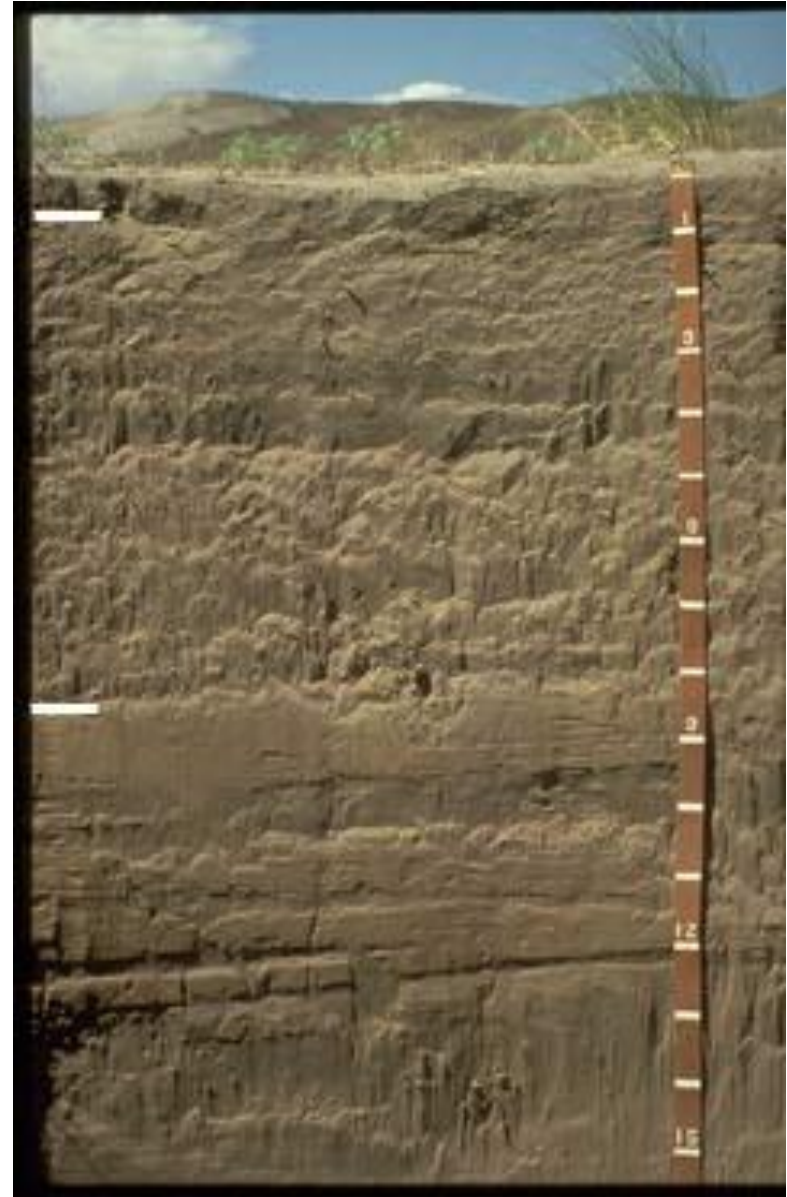
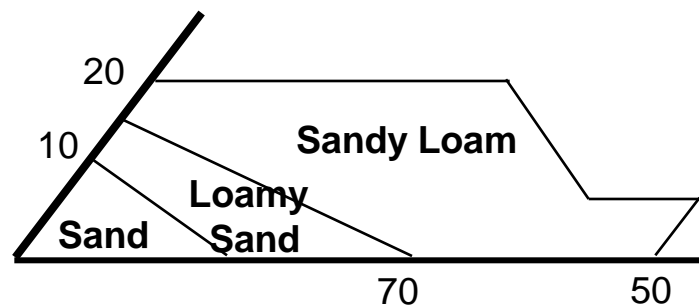
Tanah Berliat (fine textured)



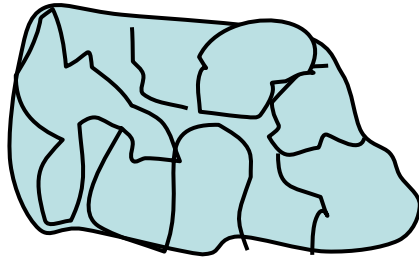
Tanah Berdebu/Berlempung (medium textured)



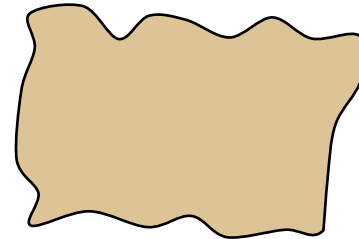
Tanah Berpasir (coarse textured)



Luas Permukaan



vs.



butiran kasar

agregat dari partikel-partikel halus

Permukaan Jenis Tanah

- **Permukaan Jenis (specific surface)**
 - Luas permukaan/massa ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$)
- **Penting** - terkait dengan sejumlah reaksi fisika, kimia dan biologi yang terjadi di permukaan partikel

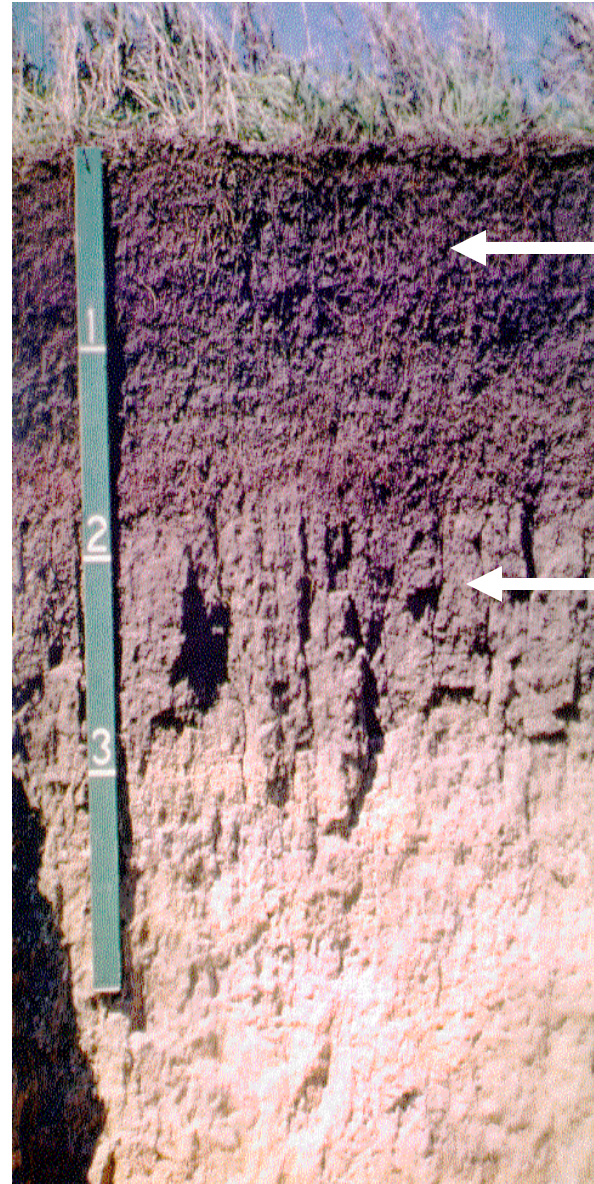
Pengaruh Tekstur pada Lingkungan Tanah

- Pergerakan dan retensi air
- Pergerakan udara tanah
- Serapan hara dan bahan pencemar (pollutans)
- Mudah tidaknya tanah diolah

Struktur Tanah

Penyebab dan Akibat

(proses bisa dipelajari di laboratorium)



granular

prismatik

Struktur Tanah

“... **struktur** berkaitan dengan susunan partikel tanah primer menjadi gumpalan yang disebut *agregat* atau *peds*”

- Agregat, peds, atau clods adalah partikel sekunder
- Struktur dikelompokkan berdasar :
 - Bentuk (gumpal, pipih , kubus, prisma)
 - Ukuran (kasar, sedang, halus)
 - Kemantapan (kuat, sedang, lemah)

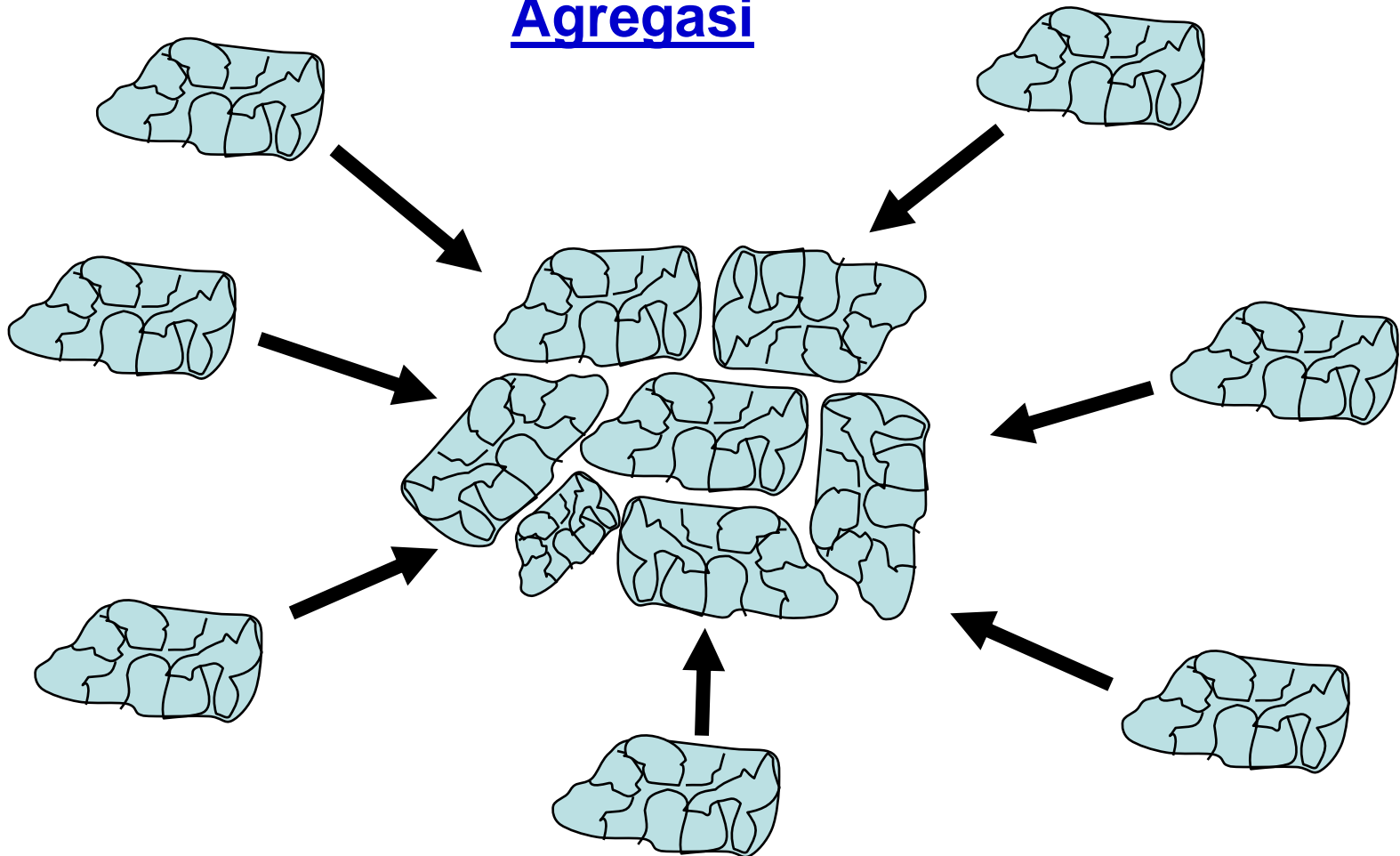
Pembentukan Struktur



Pembentukan Struktur

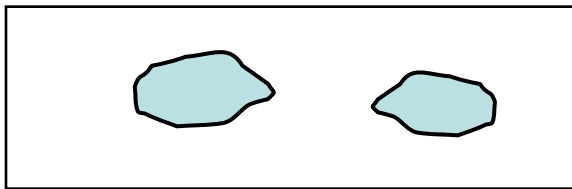
“perekat” organik dan anorganik

Agregasi



Struktur Tanah

Horizon Permukaan



Bulat/bola



Granular

Pengelolaan yang jelek

Granular

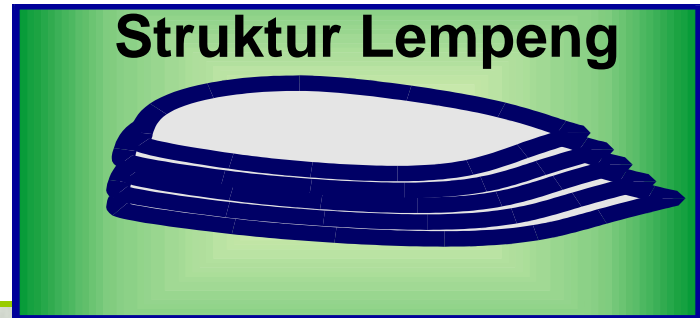


Masif



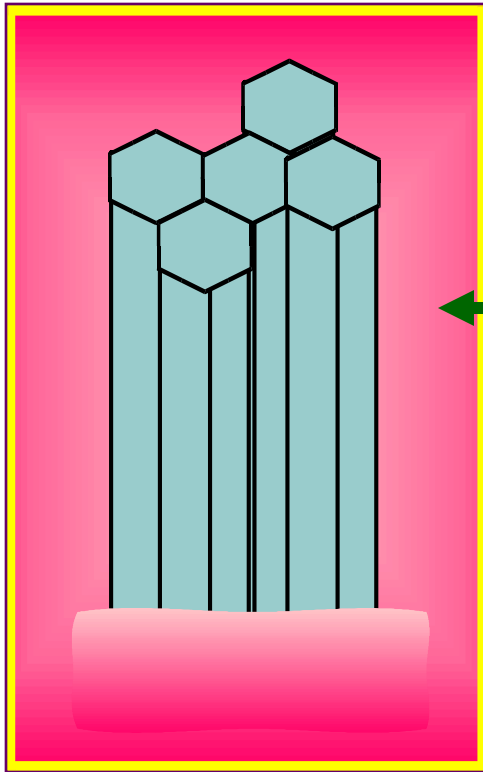
Pemadatan Horizon Permukaan

tekanan

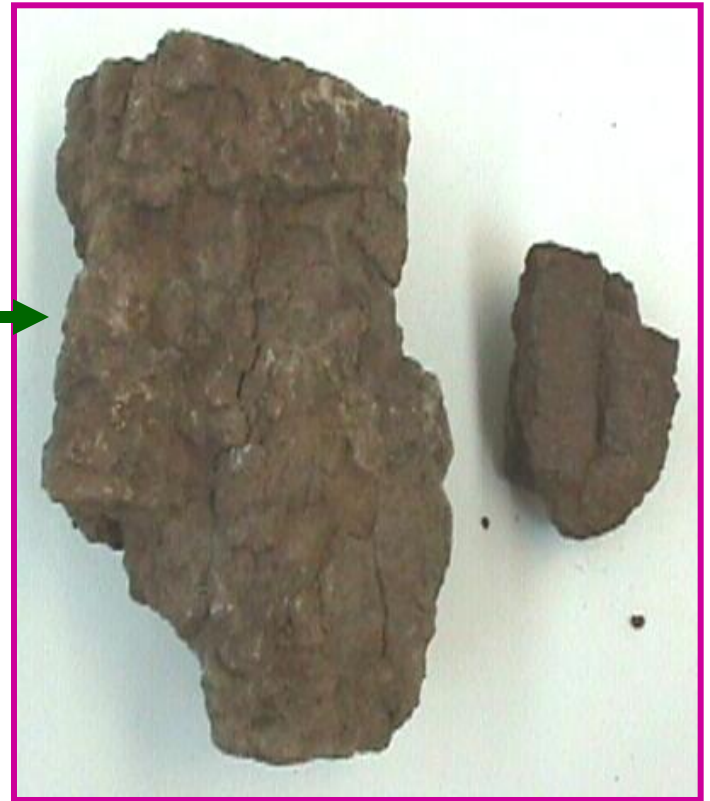


Struktur

Lapisan Bawah



Prismatik

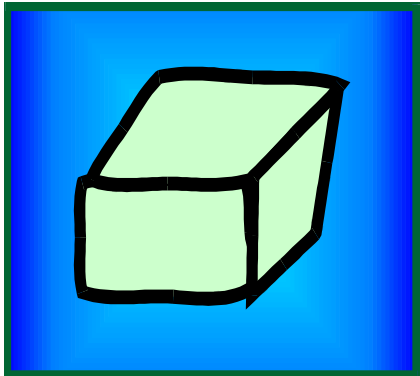


Pertambahan panjang ke arah vertikal

•tekanan lateral > tekanan vertikal

Struktur Kubus (blocky)

(horizon bawah permukaan)



Struktur tanah

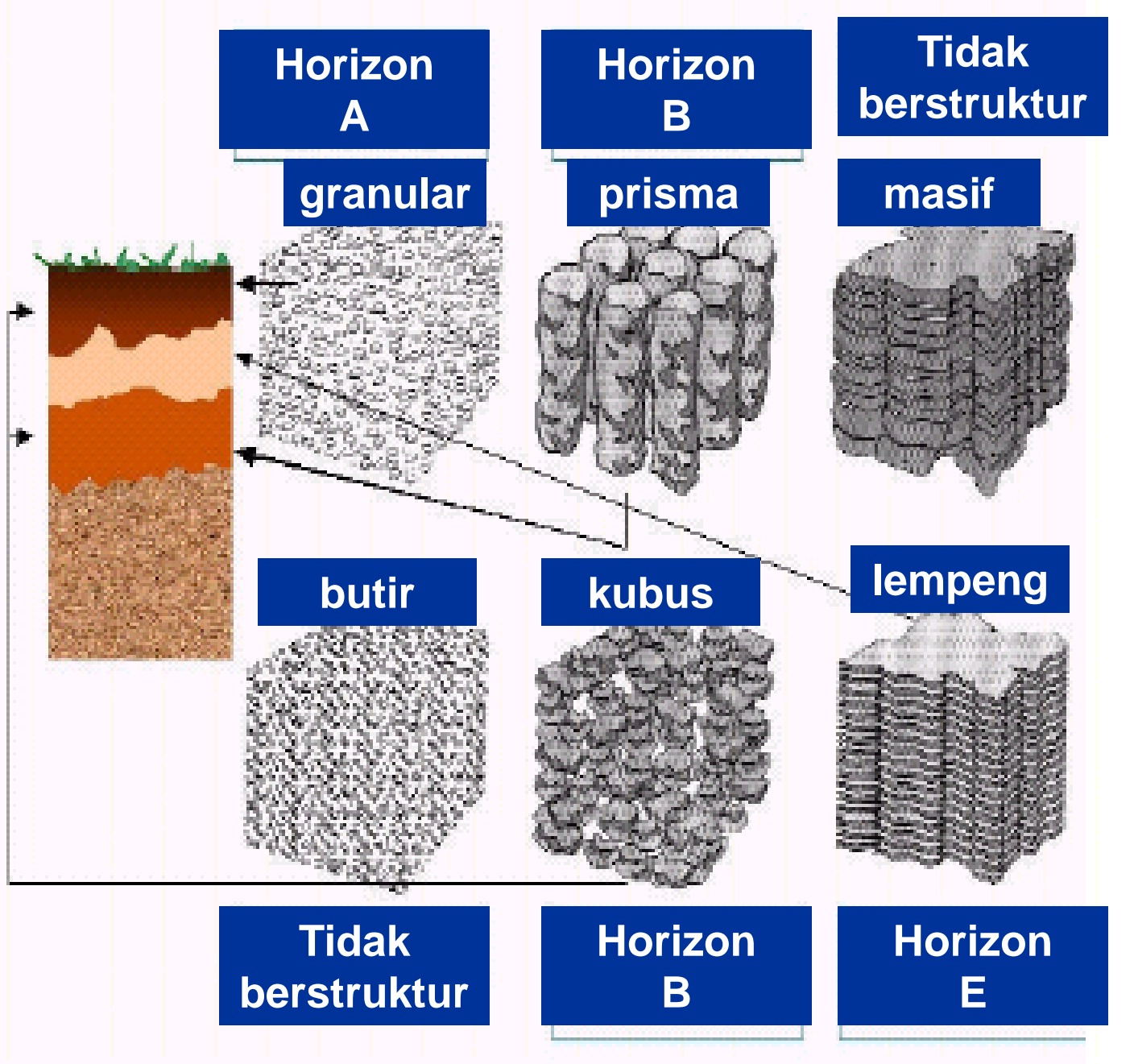
- **Pentingnya struktur tanah**
 - Meningkatkan infiltrasi air, jadi mengurangi limpasan permukaan (runoff) dan erosi serta meningkatkan jumlah air tersedia untuk tanaman
 - Meningkatkan daya perkecambahan biji, pertumbuhan akar, dan kedalaman perakaran.
 - Meningkatkan permeabilitas
- **Mempertahankan Struktur Tanah**
 1. Olah tanah pada kandungan air yang sesuai
 2. Tidak mengolah tanah jika terlalu basah, merusak agregat
 3. Menambahkan pupuk dan kapur yang sesuai. Pertumbuhan tanaman yang baik membantu perkembangan struktur tanah yang baik

Struktur Tanah

- **Mempertahankan Struktur Tanah**
 3. **Menanam rumput dan legumes. Biomasa organik tanaman tersebut dapat membantu menstabilasi agregat**
 4. **Pertumbuhan legum juga akan merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah, termasuk jamur yang dengan hifanya bisa menstabilasi ped**
 5. **Mempertahankan atau menambah kandungan bahan organik tanah**

5 Tipe dasar struktur Tanah

- **Prisma (Prismatic):** sumbu vertikal tidak lebih panjang dari sumbu horizontal.
 - Jika bagian atas datar, disebut prismatic
 - Jika bagian atas bulat disebut columnar
- **Butir (Granular):** Ped bulat dan porous, spheroidal. Struktur umum pada horizon A
- **Tidak berstruktur:** tidak ada agregasi
 - Butir tunggal, lepas-pasir
 - Masif-mampat tanpa agregat



Tipe Struktur Tanah

Struktur tanah di lapangan



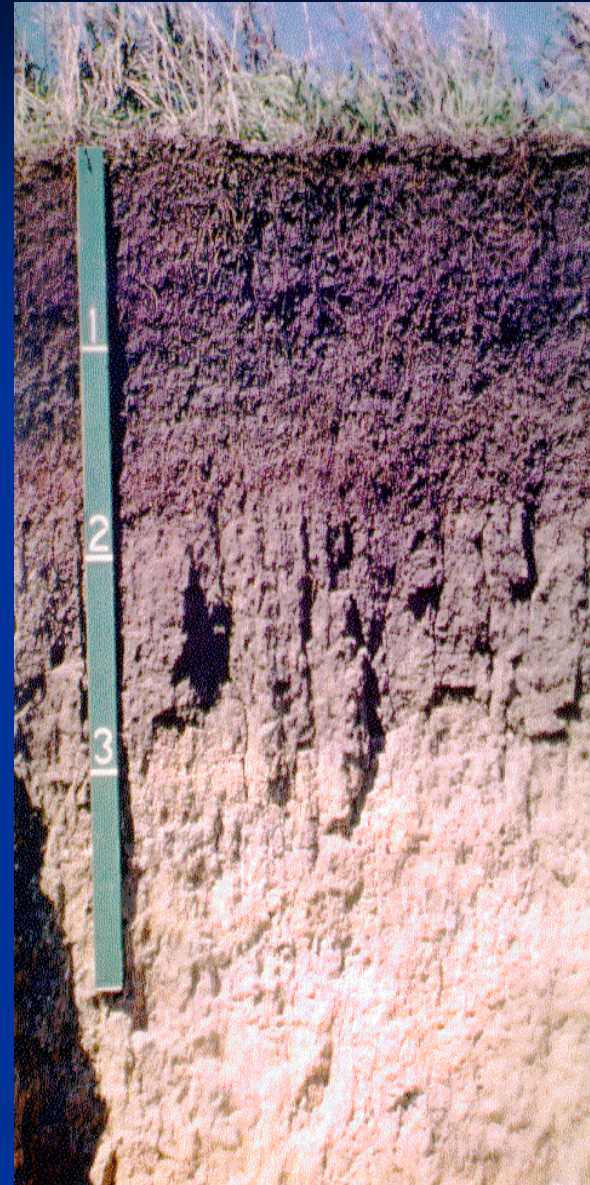
Lempeng



Kubus



Prisma



granuler

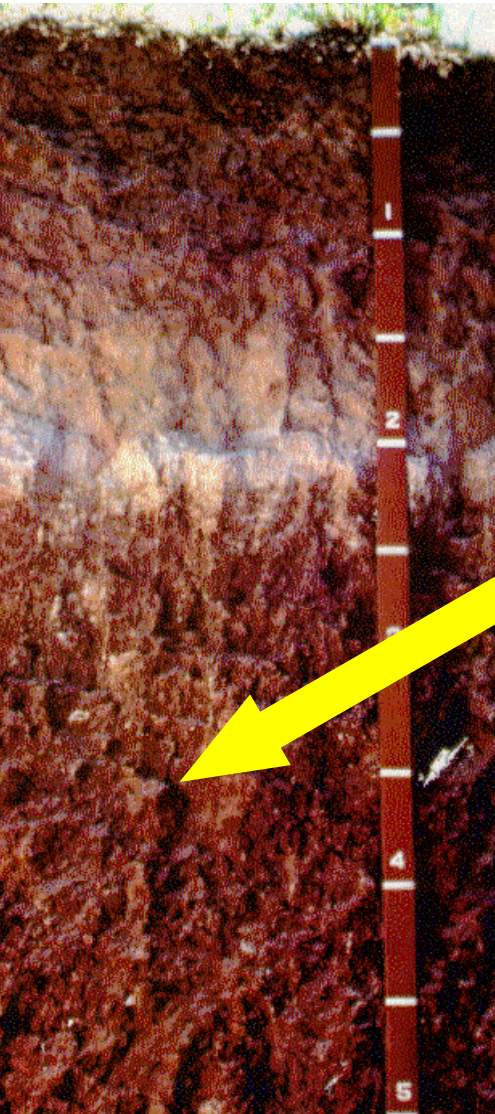
prisma

Mempertahankan Struktur Tanah

1. Olah tanah pada kandungan air yang sesuai
2. Tidak mengolah tanah jika terlalu basah, merusak agregat
3. Menambahkan pupuk dan kapur yang sesuai. Pertumbuhan tanaman yang baik membantu perkembangan struktur tanah yang baik
4. Menaman rumput dan legumrow grasses and legumes. Biomasa organik tanaman tersebut dapat membantu menstabilasi agregat
5. Pertumbuhan legum juga juga akan merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah, termasuk jamur yang dengan hifanya bisa menstabilasi ped
6. Mempertahankan atau menambah kandungan bahan organik tanah

Kerapatan Tanah (Soil Density)

Berat Isi (kerapatan isi)



Tanah Organik

$${}^b\rho \approx 0.8 \text{ Mg m}^{-3}$$

**Lapisan bawah
yang mampat**

$${}^b\rho \approx 1,7 \text{ Mg m}^{-3}$$



Inceptisol, Sumberjaya

(Foto: M van Noordwijk)

Bulk Density (Berat Isi)

$$\rho_b = \frac{\text{mass of oven - dry soil}}{\text{volume bulk soil}} = \frac{Mg}{m^3}$$

Berat Isi menggunakan *bulk volume*

- Volume padatan tanah dan ruangan pori
- Tergantung bagaimana susunan partikel

Particle Density (Berat Jenis Padatan)

$$\rho_b = \frac{\text{mass of oven - dry soil}}{\text{volume soil particles}} = \frac{Mg}{m^3}$$

Berat jenis partikel menggunakan *volume padatan*

- Tidak tergantung berat isi tanah
- Tergantung komposisi mineralogi
- Nilai umumnya 2.65 - 2.7 Mg m⁻³

Nilai BI yang umum

Nilai berikut dijumpai pada tanah yang masih alami atau tanah pertanian yang tidak mengalami pemadatan

Tekstur	Berat Isi (Mg m^{-3})
Berpasir	1,5-1,8
Berlempung	1,3-1,6
Berliat	1,1-1,4

Fakta mengenai Berat Isi

- **Tanah berpasir memiliki BI yang agak tinggi**
 - Dipengaruhi oleh volume mineral dan cara tersusunnya (*packing*)
- **Bahan organik menurunkan BI**
 - Histosols memiliki BI kurang dari 1 Mg m^{-3} (g cm^{-3})
- **Tanah yang terdiri dari campuran berbagai ukuran partikel bisa memiliki BI tinggi**
 - Campuran kerikil halus dan liat dapat dimampatkan sampai memiliki BI $\sim 2 \text{ Mg m}^{-3}$
- **Nilai BI umumnya bertambah besar pada lapisan lebih dalam**

Tanah itu Berat !

- **Hitunglah massa sebidang tanah kering**
 - **Satu hektar lapisan olah**
 - **tebal lapisan olah = 15 cm**
 - **$\rho \approx 1.20 \text{ Mg m}^{-3}$**

$$\begin{aligned} \text{Berat 1 ha} &= 10^4 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 1,2 \text{ Mg m}^{-3} \\ &= 180 \text{ Mg} = 180 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perlu berapa truk ???



Salah satu Aplikasi BI

- untuk menghitung kebutuhan pupuk atau air untuk tiap-tiap hektar tanah, yang didasarkan pada berat tanah per hektar.
- Contoh:
 - Jika telah diketahui dosis pupuk N yang dianjurkan untuk suatu tanah adalah 100 kg N/ha dalam bentuk Urea). Kandungan N dalam urea adalah 46%, berat isi tanah adalah 1,1 g/cm³, untuk 20 cm lapisan olah.
 - Berapakah dosis pupuk Urea yang diperlukan untuk percobaan pot dengan menggunakan 10 kg tanah lapisan olah tersebut di atas?,

Salah satu Aplikasi BI

- **Jawaban:**
 - Volume tanah 1 hektar = 20 cm (tinggi lapisan olah) x 100.000.000 cm² (luas 1 hektar):
2000.000.000 cm³;
 - berat tanah lapisan olah seluas 1 hektar adalah: BI x volume = 1,1 x 2000.000.000 g = 2200.000.000 g atau 2.200.000 kg.;
 - Jika 1 ha (2.200.000 kg) digunakan 100 kg N, maka untuk 10 kg tanah dalam pot diperlukan $(10/2.200.000) \times 100 \text{ kg} = 0,4545$ gram N yang setara dengan 0,988 g Urea.

POROSITAS

$$\phi = \frac{\text{volume of pore space}}{\text{bulk volume of soil}} = \frac{m^3}{m^3}$$

$$\phi = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}$$

Nilai BI dan Porositas

Tekstur Tanah	Berat Isi (Mg m^{-3})	Porositas ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
Berpasir	1,5-1,8	0,4 – 0,3
Berlempung	1,3-1,6	0,5 – 0,4
Berliat	1,1-1,4	0,6 – 0,5

Berat Jenis Partikel (BJ)

- BJ= berat partikel tanah dibagi volume partikel tanah
- BJ tanah umumnya 2.65 g/cm^3

Contoh:

Kolom tanah = 300 cm^3 = volume tanah (partikel tanah + ruang pori)

Ruang pori = 165 cm^3 , (hanya volume ruang pori)

Padatan = 135 cm^3 , (volume partikel tanah)

Berat tanah = 358 g

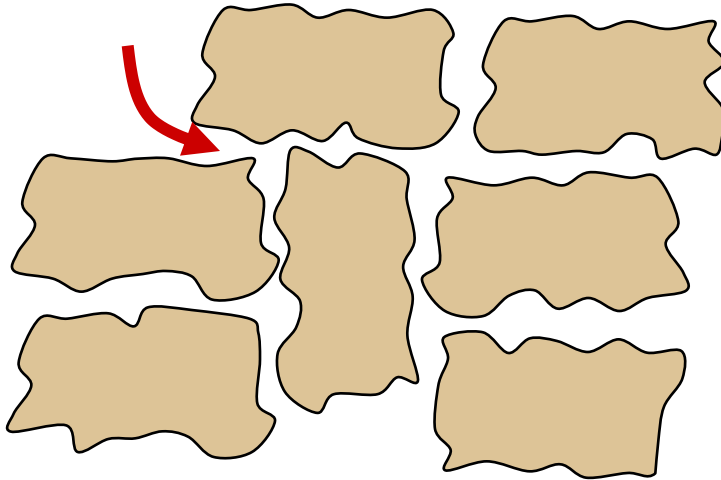
$\text{BJ} = \text{berat tanah} \div \text{vol padatan} = 358 \text{ g} \div 135 = 2.65 \text{ g/cm}^3$

$\text{BI} = \text{berat tanah} \div \text{vol tanah} = 358 \div 300 = 1.19 \text{ g/cm}^3$

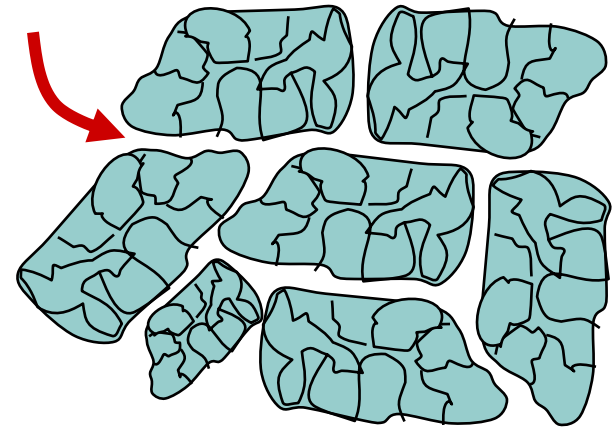
$\text{Porositas} = \text{ruang pori} \div \text{vol tanah} = 165 \div 300 \times 100 = 55\%$

Ruang Pori Makro (macropores)

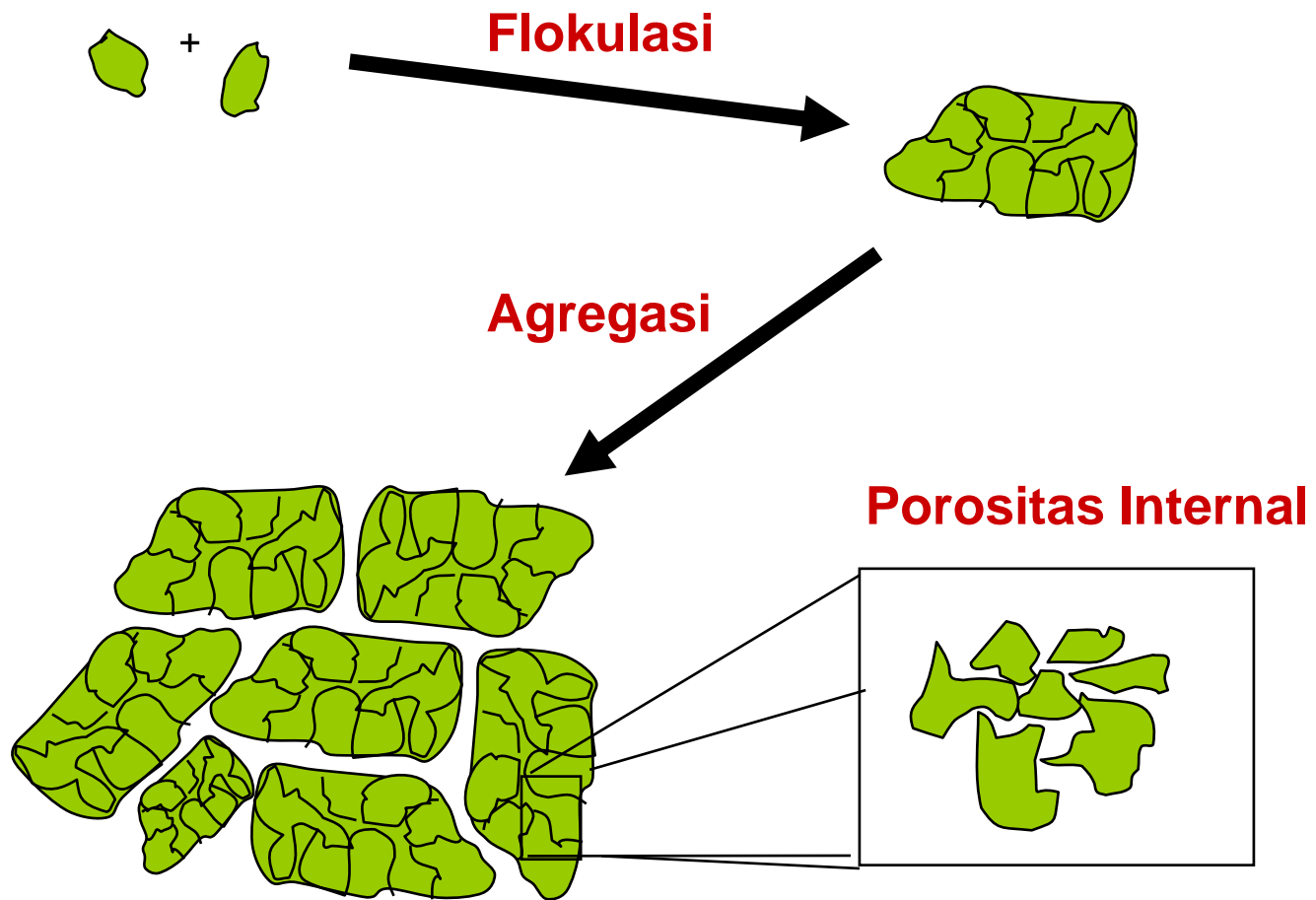
Pasir yang homogen



Agregat Liat



Ruang Pori Mikro (Micropores)



KONSISTENSI

Menggambarkan kekuatan kohesi dan adhesi antar partikel dalam berikatan satu sama lain. Besarnya kekuatan ini berbeda jika kadar air tidak sama.

Konsistensi menjelaskan kekuatan ikatan antar partikel tanah jika mendapat tekanan pada tingkat kelembaban yang berbeda → ditentukan dalam kondisi :

- Basah
- Lembab
- Kering

Konsistensi Tanah

- Dinyatakan dalam tiga tingkat kelembaban tanah
 1. **BASA**
 - Kelekatan (tidak lekat, agak lekat, lekat, sangat lekat)
 - Plastisitas (tidak plastis, agak plastis, plastis, sangat plastis)
 2. **LEMBAB**
 - Sangat rapuh, rapuh, teguh, sangat teguh
 3. **KERING**
 - Lepas, lunak, agak keras, keras, sangat keras, amat sangat keras

Konsistensi Tanah

- **Konsistensi mengindikasikan**
 - Jumlah dan tipe mineral liat
 - Kondisi pengolahan tanah
 - Potensial untuk pemadatan
- **Penetapan**
 - Dengan jari tangan-meremas agregat atau menekan tanah dengan jari tanah
 - Penetrometer – mengamati seberapa keras tanah, hal ini sama dengan pengaruh akar tanaman.
 - Tanah memiliki konsistensi sangat lemah, hanya ada gaya kecil diantara partikel. Maka roda mobil mudah menekan pasir dan terjebak dalam pasir

KONSISTENSI

Konsistensi mencerminkan :

- 1. Jumlah dan jenis mineral liat yang dominan**
- 2. Kondisi kemudahan tanah bisa diolah**
- 3. Potensi terjadinya pemadatan (compaction)**

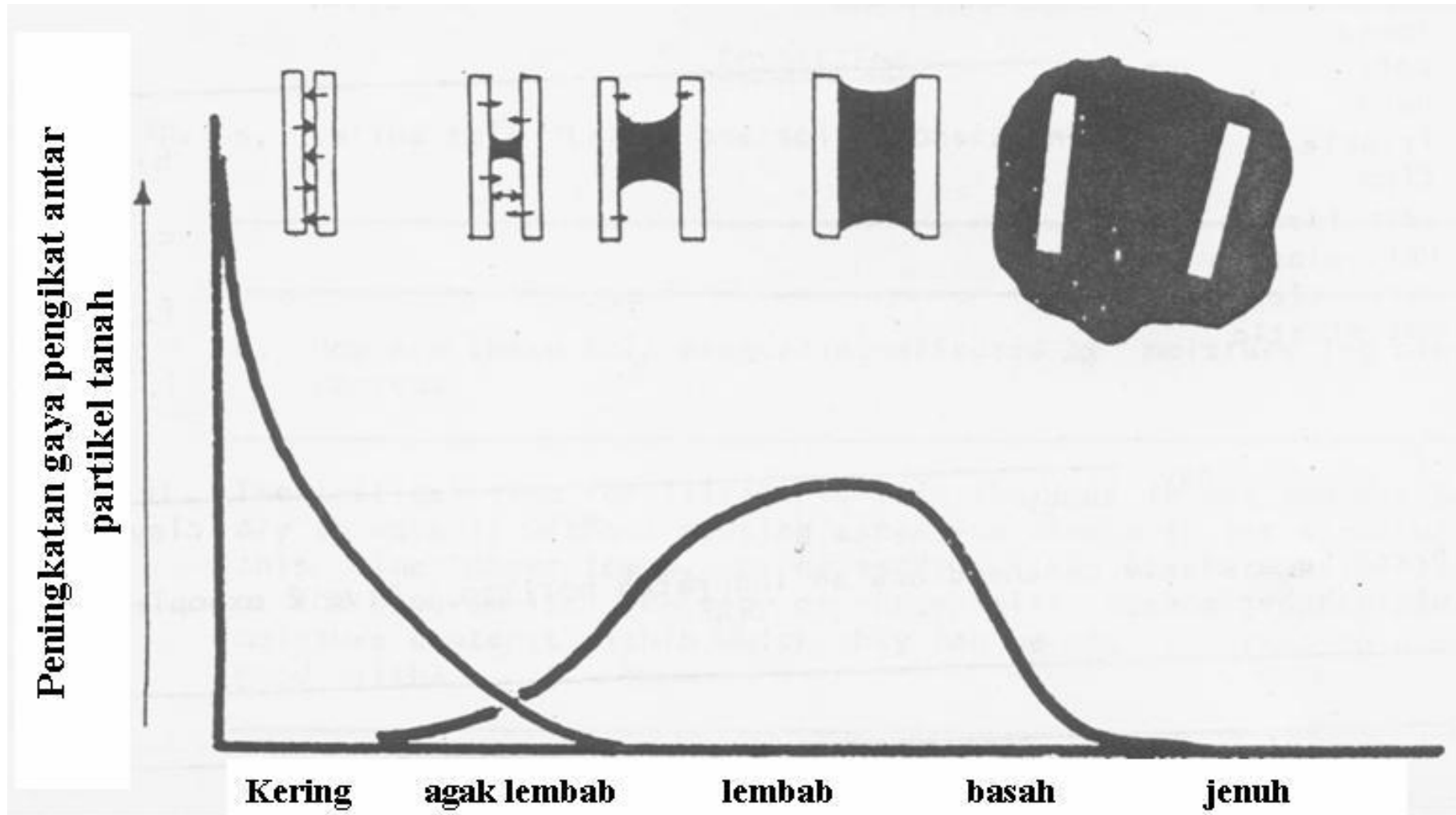
KONSISTENSI TANAH

Besarnya gaya kohesi dan adhesi yang mengikat partikel dalam sebuah agregat

Konsistensi tanah memberikan indikasi :

- di mana zona yang bisa menghambat pertumbuhan akar atau perkecambahan**
- di mana mungkin terjadi lapisan mampat seperti hardpans**

Hubungan antara gaya pengikat partikel tanah dengan kandungan air pada tanah lempung berliat





REFLEKSI

Mana mungkin mempelajari TANAH
hanya di atas meja (laboratorium) ?????



Mempelajari TANAH harus sering ke LAPANGAN

