

MATERI 10

GEOLOGI LINGKUNGAN

PEDOSFER

PEDOSFER

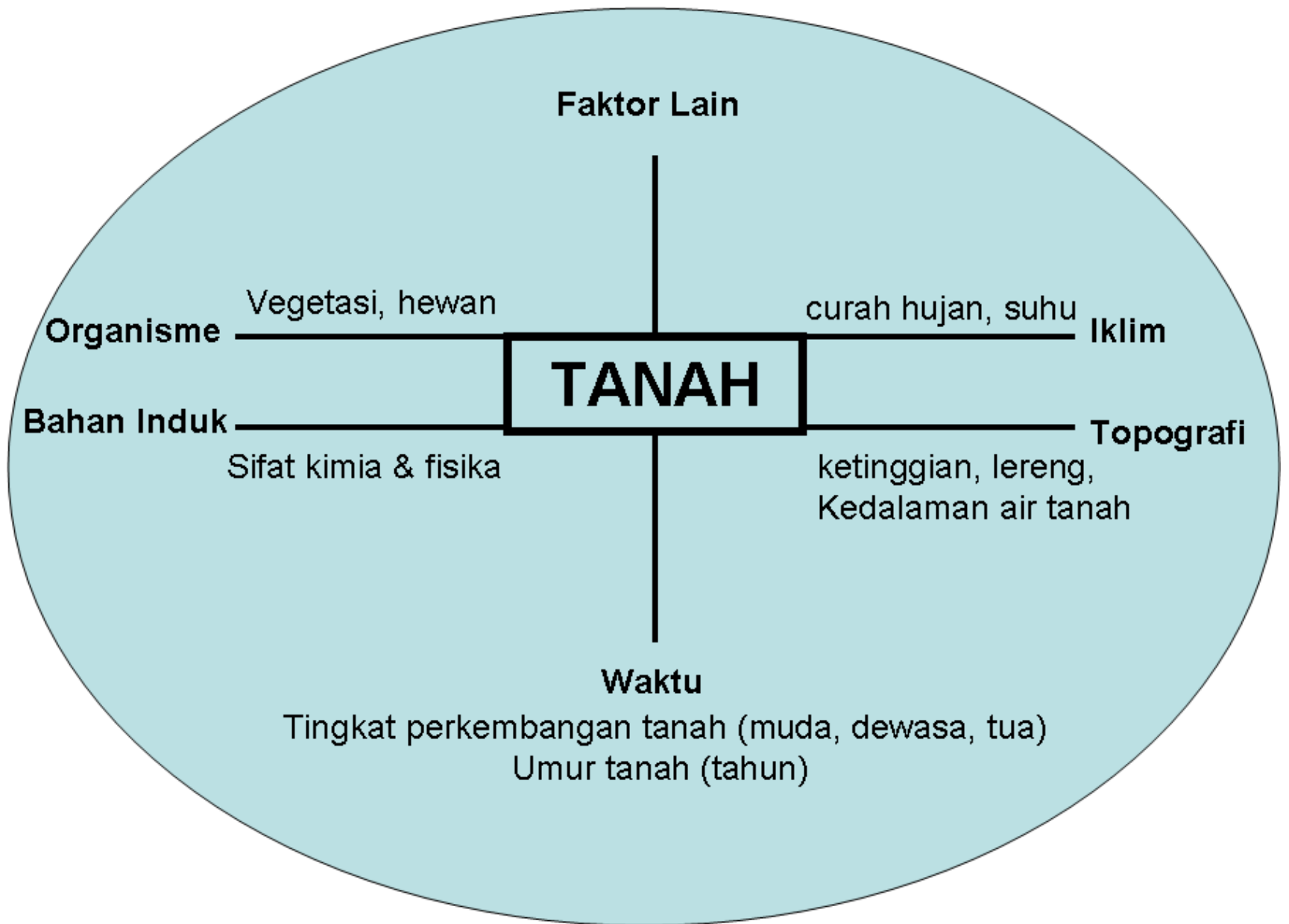
- Pedosfer adalah lapisan paling atas dari permukaan bumi tempat berlangsungnya proses pembentukan tanah. Secara sederhana pedosfer diartikan sebagai lapisan tanah yang menempati bagian paling atas dari litosfer.
- Tanah berasal dari bebatuan keras yang mengalami pelapukan. Pelapukan merupakan proses disintegrasi batuan. Batuan yang tadinya menyatu menjadi rapuh dan akhirnya hancur menjadi tanah.
- Tanah (*soil*) adalah suatu wujud alam yang terbentuk dari campuran hasil pelapukan batuan, bahan anorganik, bahan organik, air, dan udara yang menempati bagian paling atas dari litosfer.
- Proses pelapukan terdiri dari tiga macam: pelapukan fisik atau mekanik, pelapukan kimiawi, pelapukan biologis.

FAKTOR PEMBENTUK TANAH

- Ada beberapa faktor penting yang mempengaruhi proses pembentukan tanah, antara lain iklim, organisme, bahan induk, topografi, dan waktu. Faktor-faktor tersebut dapat dirumuskan dengan rumus sebagai berikut:

$$T = f (i, o, b, t, w)$$

Keterangan T=tanah, i=iklim, o=organisme, b=bahan induk, t=topografi, w=waktu,



Faktor Lain

Vegetasi, hewan

curah hujan, suhu

Organisme

Iklim

TANAH

Bahan Induk

Topografi

Sifat kimia & fisika

ketinggian, lereng,
Kedalaman air tanah

Waktu

Tingkat perkembangan tanah (muda, dewasa, tua)

Umur tanah (tahun)

Faktor Iklim

- Unsur-unsur iklim yang mempengaruhi proses pembentukan tanah terutama ada dua, yaitu suhu dan curah hujan.
- Suhu akan berpengaruh terhadap proses pelapukan bahan induk. Apabila suhu tinggi, maka proses pelapukan akan berlangsung cepat sehingga pembentukan tanah akan cepat pula.
- Curah hujan akan berpengaruh terhadap kekuatan erosi dan pencucian tanah, sedangkan pencucian tanah yang cepat menyebabkan tanah menjadi asam (pH tanah menjadi rendah).

- Merupakan faktor yang paling aktif dalam proses pembentukan tanah, mempengaruhi reaksi kimia, dan aktivitas flora dan fauna.

SUHU	<p>Reaksi cepat (fisik) Pelapukan mekanik cepat Proses kehilangan lambat Perkembangan terhambat</p>	<p>Reaksi cepat (kimia fisik) Pelapukan kimia / mekanik cepat Proses kehilangan cepat Perkembangan cepat</p>
	<p>Reaksi lambat Pelapukan mekanik lambat Proses kehilangan lambat Perkembangan terhambat</p>	<p>Reaksi lambat Pelapukan kimia cepat Proses kehilangan cepat Perkembangan agak cepat</p>
	CURAH Hujan	

Iron and Al-oxide Rich



Oxisols

Iklm Tropis

Curah hujan tinggi

Suhu tinggi

Pelapukan batuan/mineral cepat
Penambahan bahan organik
cepat, demikian juga
dekomposisinya
Pencucian unsur hara relatif
tinggi

Basah- Panas

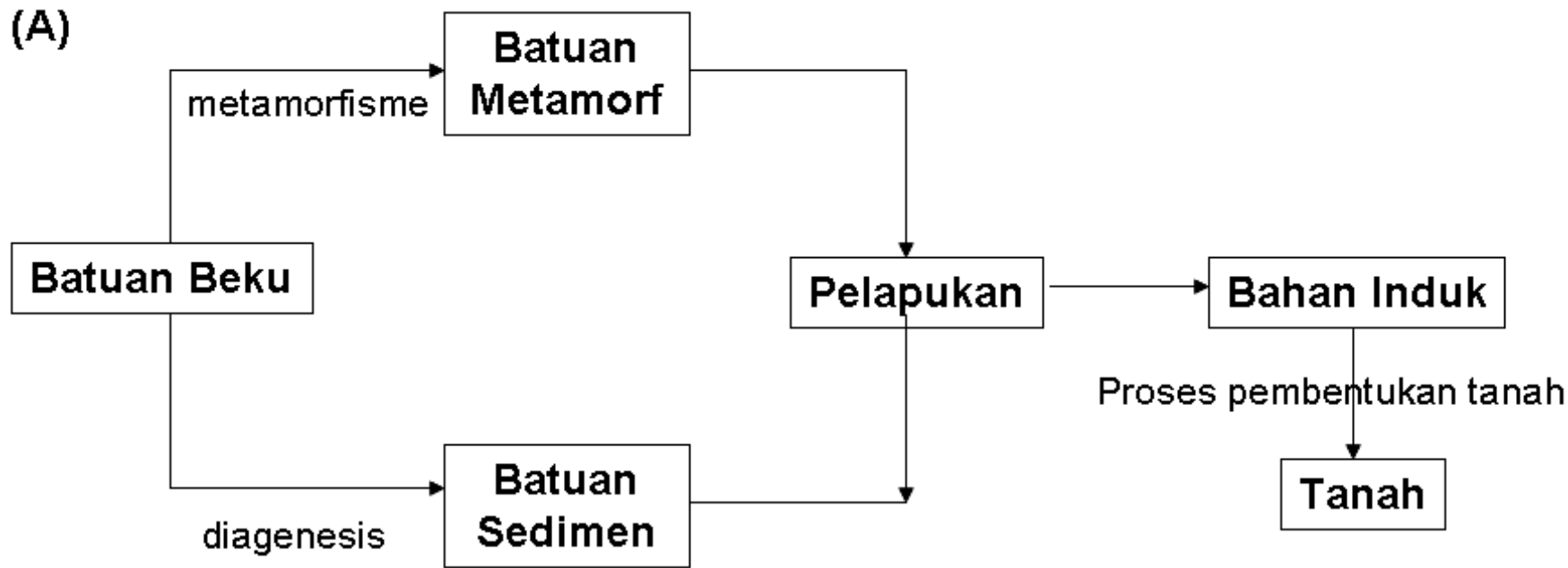
Faktor Organisme (Vegetasi, Jasad renik/mikroorganisme)

- Organisme sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah dalam hal:
- Membuat proses pelapukan baik pelapukan organik maupun pelapukan kimiawi.
Pelapukan organik adalah pelapukan yang dilakukan oleh makhluk hidup (hewan dan tumbuhan), sedangkan pelapukan kimiawi adalah pelapukan yang terjadi oleh proses kimia seperti batu kapur larut oleh air.
- Membantu proses pembentukan humus. Tumbuhan akan menghasilkan dan menyisakan daun-daunan dan ranting-ranting yang menumpuk di permukaan tanah. Daun dan ranting itu akan membusuk dengan bantuan jasad renik/mikroorganisme yang ada di dalam tanah

- Pengaruh jenis vegetasi terhadap sifat-sifat tanah sangat nyata terjadi di daerah beriklim sedang seperti di Eropa dan Amerika. Vegetasi hutan dapat membentuk tanah. Vegetasi hutan dapat membentuk tanah hutan dengan warna merah, sedangkan vegetasi rumput membentuk tanah berwarna hitam karena banyak kandungan bahan organis yang berasal dari akar-akar dan sisa-sisa rumput.
- Kandungan unsur-unsur kimia yang terdapat pada tanaman berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah. Contoh, jenis cemara akan memberi unsur-unsur kimia seperti Ca, Mg, dan K yang relatif rendah, akibatnya tanah di bawah pohon cemara derajat keasamannya lebih tinggi daripada tanah di bawah pohon jati.

Faktor Bahan Induk Tanah

- Bahan induk terdiri dari batuan vulkanik, batuan beku, batuan sedimen (endapan), dan batuan metamorf.
- Batuan induk itu akan hancur menjadi bahan induk, kemudian akan mengalami pelapukan dan menjadi tanah.
- Tanah yang terdapat di permukaan bumi sebagian memperlihatkan sifat (terutama sifat kimia) yang sama dengan bahan induknya.



- Bahan induknya masih terlihat misalnya tanah berstruktur pasir berasal dari bahan induk yang kandungan pasirnya tinggi.
- Susunan kimia dan mineral bahan induk akan mempengaruhi intensitas tingkat pelapukan dan vegetasi di atasnya.
- Bahan induk yang banyak mengandung unsur Ca akan membentuk tanah dengan kadar ion Ca yang banyak pula sehingga dapat menghindari pencucian asam silikat dan sebagian lagi dapat membentuk tanah yang berwarna kelabu. Sebaliknya bahan induk yang kurang kandungan kapurnya membentuk tanah yang warnanya lebih merah.

- Tanah yang berasal dari bebatuan beku asam dan batu-pasir yang melapuk sangat lambat akan bertekstur berpasir kasar dengan liat yang didominasi tipe 1: 1 kaolinit dan berkejunahan-basa rendah >> tanah miskin
- Jika berasal dari bebatuan beku basa dan bebatuan sedimen >> mudah lapuk >> bertekstur halus dengan liat yang didominasi 2 : 1 montmorillonit dan berkejunahan basa tinggi >> tanah relatif subur
- Rhyolit >> lambat lapuk >> bertekstur halus >> tanah muda bertekstur halus ➤ Granit, basalt, gabbro >> mudah lapuk >> bertekstur kasar >> tanah muda bertekstur kasar

- Tekstur tanah yang berasal dari mineral sulit lapuk seperti pasir kuarsa akan tetep terlihat meskipun tanah tua
- Dari bahan induk asal batu kapur murni yang keras akan terbentuk tanah-tanah yang berpasir dangkal (terra rosa)
- Sebaliknya jika berasal dari batuan kapur tidak murni >> mudah lapuk >> bersolum agak dalam dan bertekstur halus

BAHAN INDUK

Tanah yg terbentuk



Granit	Rhyolit
Syenit	Trachyt
Granodiorit	Dacit
Diorit	Andesit
Gabro	
Peridotit	Basalt
Dunit	

Sulit dilapuk

Tekstur kasar
Masam
Unsur Hara ↙



Mudah dilapuk

Tekstur halus
Basa
Unsur Hara ↗

Sulit dilapuk

Mudah dilapuk

Bahan Induk Terangkut: Prinsip Erosi dan Pengendapan

- Aliran air partikel tanah dan fragmen batuan (sedimen)
- Jika air mengalir cepat maka membawa partikel besar dan sedimen lebih banyak.
- Jika aliran menjadi lambat, partikel besar diendapkan dulu.

Bahan diendapkan air

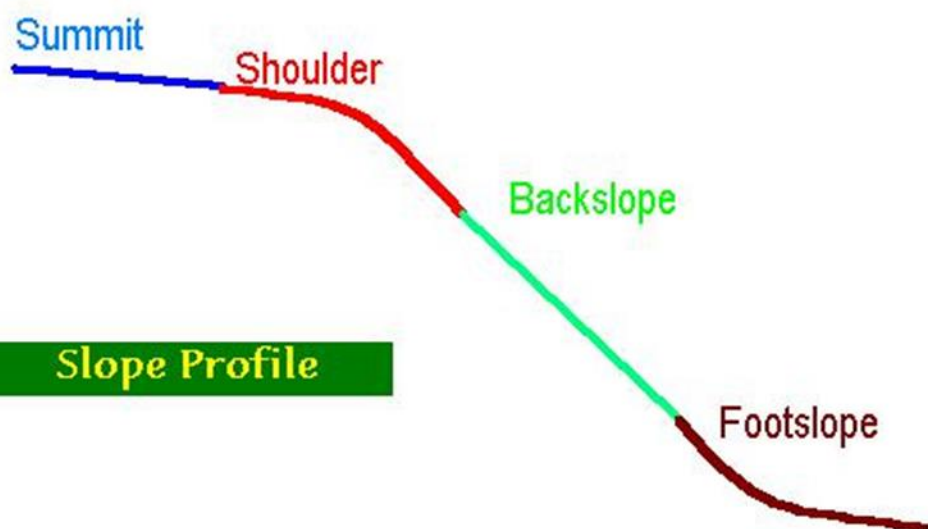
- Endapan Aluvial: Terbentuk akibat aliran air terhenti sehingga sedimentasi terjadi cepat, banyak terjadi di daerah pegunungan, air dan semi arid.
- Dataran banjir dan Teras: Teras mencerminkan sisa dataran banjir yang lebih tua, aliran sungai telah memotong menjadi dataran banjir baru dalam bentuk teras.
- Delta: Terbentuk jika sedimen halus yang dibawa sungai diendapkan pada daerah perairan yang luas (misal danau) tanah subur.

Colluvium: bahan diendapkan akibat gravitasi, pada lereng curam; tanah longsor

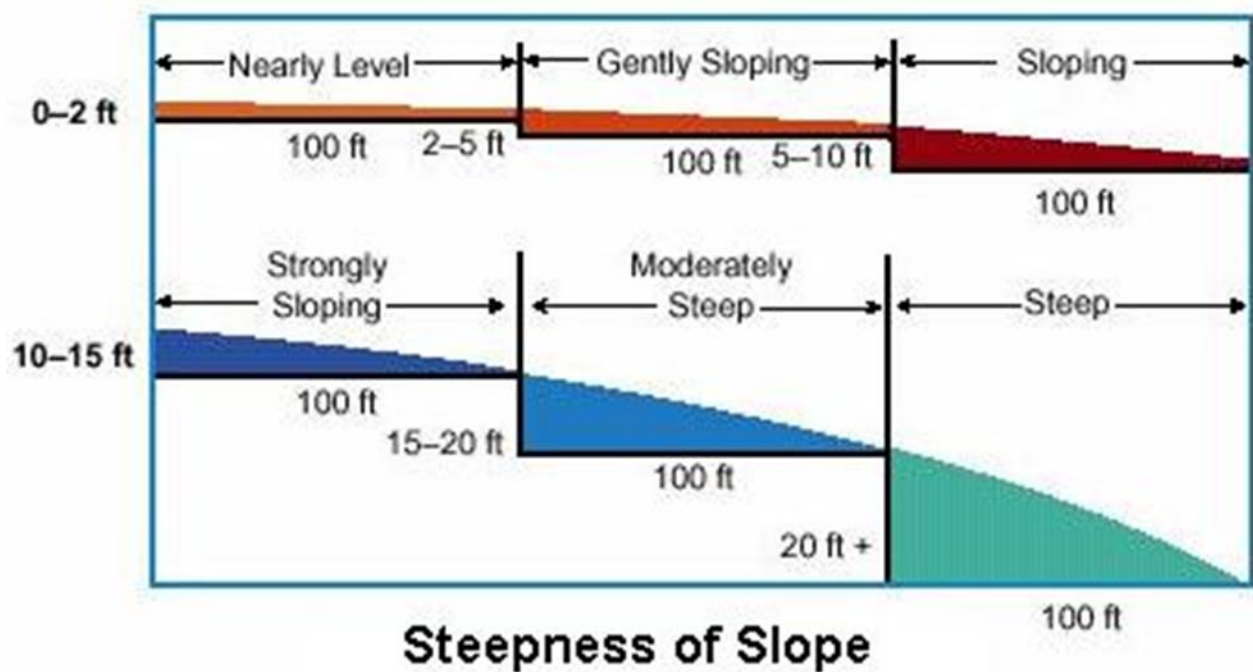
Faktor Topografi

Keadaan relief suatu daerah akan mempengaruhi:

- Tebal atau tipisnya lapisan tanah : Daerah yang memiliki topografi miring dan berbukit lapisan tanahnya lebih tipis karena tererosi, sedangkan daerah yang datar lapisan tanahnya tebal karena terjadi sedimentasi.
- Sistem Drainase : Daerah yang drainasenya jelek seperti sering tergenang menyebabkan tanahnya menjadi asam



Slope Profile



- Perbedaan tinggi atau bentuk wiyah suatu daerah, termasuk perbedaan kecuraman atau bentuk lereng
- Pengaruh Topografi dalam proses genesis dan perkembangan profil tanah :
 - a) Jumlah air hujan yang dapat meresap/disimpan oleh massa tanah
 - b) Kedalaman air tanah
 - c) Besarnya erosi air yang dapat terjadi
 - d) Arah pergerakan air yang membawa bahan-bahan terlarut dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah

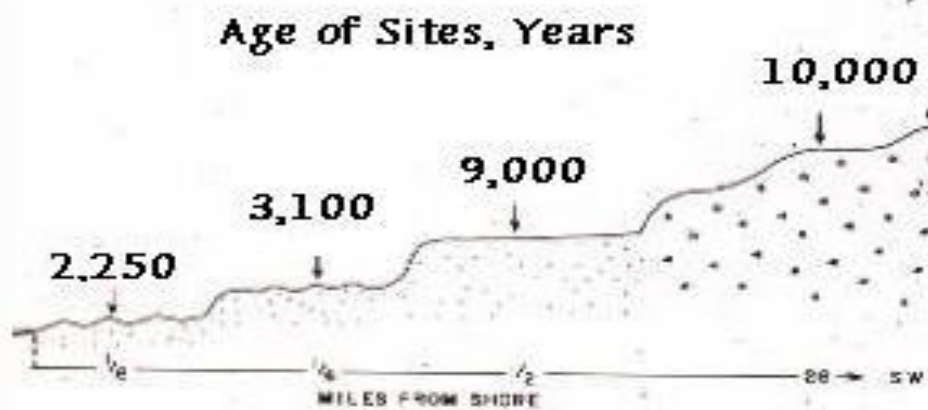
- Sifat-sifat tanah yang dipengaruhi oleh topografi :
- a. Ketebalan solum dan BO pada horizon O
- b. Kadar BO pada horizon O dan air tanah
- c. Warna, temperatur dan taraf perkembangan horizon
- d. Reaksi tanah dan kadar garam mudah larut
- e. Jenis dan taraf perkembangan lapisan padas
- f. Sifat bahan induk tanah

Faktor Waktu

- Tanah merupakan benda alam yang terus menerus berubah, akibat pelapukan dan pencucian yang terus menerus. Oleh karena itu tanah akan menjadi semakin tua dan kurus. Mineral yang banyak mengandung unsur hara telah habis mengalami pelapukan sehingga tinggal mineral yang sukar lapuk seperti kuarsa.
- Karena proses pembentukan tanah yang terus berjalan, maka induk tanah berubah berturut-turut menjadi tanah muda, tanah dewasa, dan tanah tua.

- **Tanah Muda** ditandai oleh proses pembentukan tanah yang masih tampak pencampuran antara bahan organik dan bahan mineral atau masih tampak struktur bahan induknya. Contoh tanah muda adalah tanah *aluvial*, *regosol* dan *litosol*.
- **Tanah Dewasa** ditandai oleh proses yang lebih lanjut sehingga tanah muda dapat berubah menjadi tanah dewasa, yaitu dengan proses pembentukan horison B. Contoh tanah dewasa adalah andosol, latosol, grumosol.

- **Tanah Tua** proses pembentukan tanah berlangsung lebih lanjut sehingga terjadi proses perubahan-perubahan yang nyata pada horizon-horison A dan B. Akibatnya terbentuk horizon Contoh tanah pada tingkat tua adalah jenis *tanah podsolik* dan *latosol tua (laterit)*
- Lamanya waktu yang diperlukan untuk pembentukan tanah berbeda-beda. Bahan induk vulkanik yang lepas-lepas seperti abu vulkanik memerlukan waktu 100 tahun untuk membentuk tanah muda, dan 1000 – 10.000 tahun untuk membentuk tanah dewasa



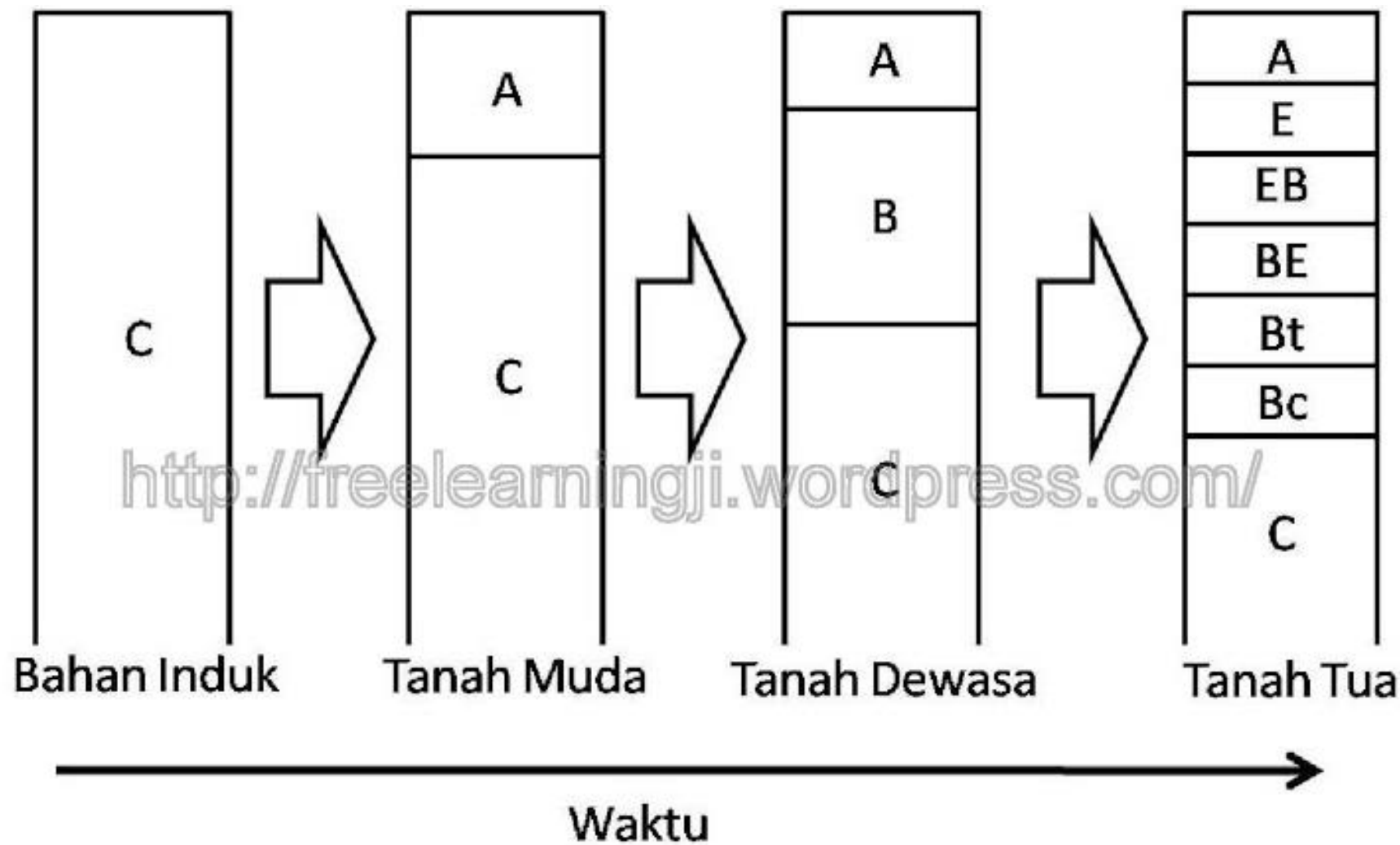
The sequence of soils to match the age of the lake terraces is the following:



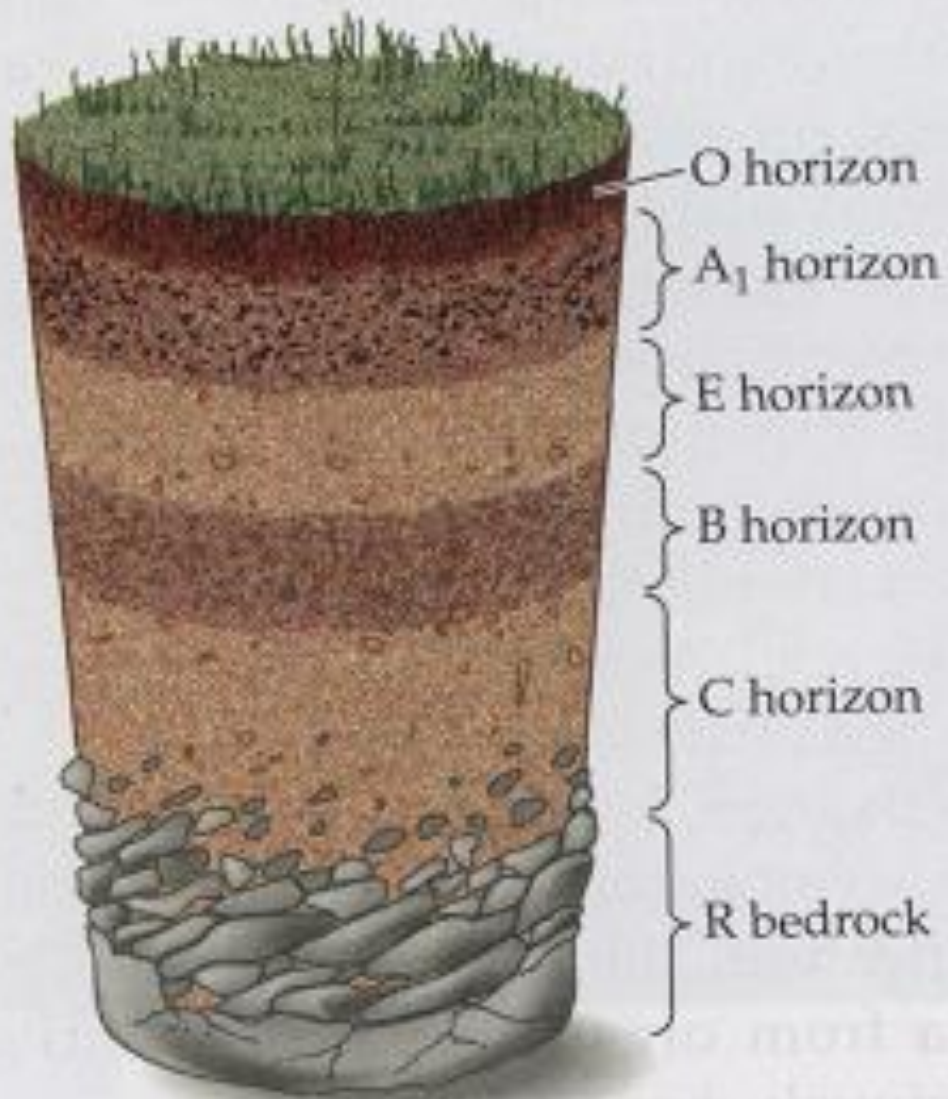
- Waktu akan menentukan jenis dan sifat-sifat tanah
- Mohr dan van Baren membedakan fase pembentukan tanah, yaitu :
 - 1) Awal : belum terjadi pelapukan; Regosol muda
 - 2) Juvenil : Mulai pelapukan, sebagian besar masih asli; Regosol tua
 - 3) Viril : laju peapuka optimum ; kebanyakan bebatuan mulai terpecah; mineral sekunder telah terbentuk; kadar liat tinggi; Latosol Coklat
 - 4) Senil : Proses pelapukan lanjut; kecepatan pelapukan menurun; mineral tahan lapuk masih bertahan; Latosol Merah
 - 5) Akhir : berakhirnya proses pelapukan; Laterit

Profil Tanah

- Profil tanah atau penampang tanah adalah bidang tegak dari suatu sisi pedon yang mencirikan suatu lapisan-lapisan tanah, atau disebut (Horizon Tanah). Setiap horizon tanah memperlihatkan perbedaan, baik menurut komposisi kimia maupun fisiknya.
- Perbedaan horizon tanah terbentuk karena dua faktor yaitu pengendapan yang berulang-ulang oleh genangan air atau pencucian tanah (*leached*) dan karena proses pembentukan tanah.
- Proses pembentukan horizon-horizon tersebut akan menghasilkan benda alam baru yang disebut tanah. Horizon-horizon yang menyusun profil tanah berturut-turut dari atas ke bawah adalah horizon O, A, B, C, dan D atau R (Brf Rock).



Gambar. Ilustrasi sederhana, perkembangan profil tanah berdasarkan waktu



Tabel. Gambar Profil Tanah Beserta Deskripsi Tiap Horizon

PROFIL TANAH		NAMA LAMA	DESKRIPSI	
Solum	Horizon organik	O ₁	Horizon organik fibris (tingkat pelapukan rendah)	
		O ₂	Horizon organik hemis (tingkat pelapukan sedang)	
		O ₃	Horizon organik Sapris (tingkat pelapukan tinggi)	
	Horizon Mineral	A	A1	Horizon mineral di permukaan, campuran bahan mineral dan organik
		Horizon Ekuviasi	E	A2
	AB		B1	Peralihan dari Hor. A ke B, atau E ke B
	BA		B1	Peralihan dari Hor. B ke A, atau B ke E
	Horizon Iluviasi	B	B2	Horizon <i>iluviasi</i> (Penimbunan): Bt=liat; Bc=silica; Bg=gypsum; Bw=pengembangan struktur dan/atau lapisan aluminium dan besi oksida, yang memberikan warna yg lebih gelap, atau warna merah gelap; Bh=bahan organik; Bs=besi dan aluminium; Bo=konsentrasi residu besi dan aluminium; Bk=karbonat.
			B3	Peralihan dari Horizon B ke C
		BC	B3	Peralihan dari Horizon C ke B
CB		B3	Peralihan dari Horizon C ke B	
Bahan Induk, lunak	C	C	Bahan induk (regolit)	
	R	R	Batuan induk	

Solum Tanah

- Solum tanah adalah kedalaman lapisan tanah dari permukaan hingga bahan induk tanah.
- Solum tanah adalah penampang tanah dimulai dari horizon A hingga horizon B
- Kedalaman solum tanah sangat bervariasi tergantung perkembangan tanah, mulai dari 5 cm – 10 an m
- Kegunaan mengetahui solum tanah adalah bahwa ketebalan solum tanah sangat menentukan perkembangan akar, bila solum tanah tipis maka perkembangan akar akan terhambat dan sebaliknya

Tata nama horizon & sifatnya

Horizon O yaitu : Horizon organik tanah-tanah mineral :

- (1) terbentuk di atas tanah mineral
- (2) Didominasi oleh bahan organik yg segar atau sebag telah terdekomposisi
- (3) Mengandung >30% B.O. jika fraksi lempung > 50%, atau >20% B.O. jika tidak mengandung fraksi lempung

Horizon A : lapisan mineral yg terdiri atas :

- (1) horizon dimana B.O. terakumulasi
- (2) horizon yg kehilangan lempung, Fe, Al, (horizon eluviasi) shg tinggal mineral 2x yg resisten seperti kuarsa
- (3) transisi antara horison B & C

Horizon B memiliki 1 atau lebih sifat-sifat seperti di bawah ini :

- 1) Merupakan horizon illuviasi (hor. Pengendapan) lempung, silikat, Fe, Al, atau humus yg berasal dr Hor. A
- 2) Adanya akumulasi sesquioksida dari lempung silikat, karena terlindungnya karbonat-karbonat atau garam-garam terlarut
- 3) Adanya *coating* (mantel) mineral-mineral sesquioksida (senyawa-senyawa oksida dan hidroksida dari Fe dan Al.) yg berwarna gelap, atau kemerahan
- 4) Mulai terbentuknya struktur granuler, gumpal atau prisma karena adanya proses alterasi yaitu terbentuknya lempung-lempung silikat ataupun pembebasan oksida-oksida

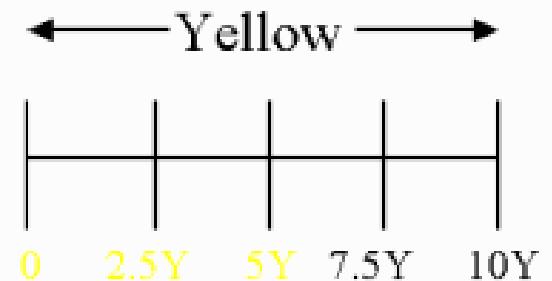
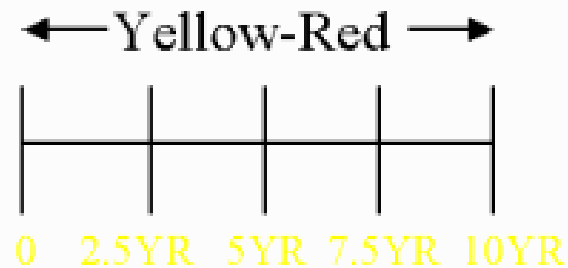
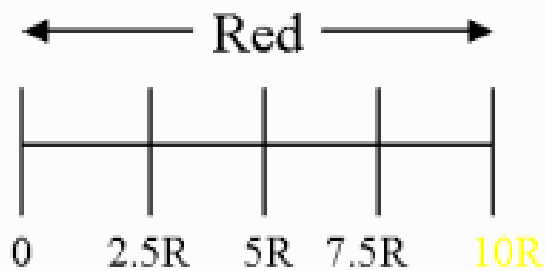
HORIZON C :

- Merupakan lapisan mineral yg sifat-sifatnya masih menyerupai bahan induknya . Atau batuan induk yang telah mengalami pelapukan
- HORIZON R : Lapisan batuan induk

Warna Tanah

- Warna tanah merupakan petunjuk untuk beberapa sifat tanah. Faktor penyebab adanya perbedaan warna permukaan tanah pada umumnya terjadi karena perbedaan kandungan bahan organik. Semakin tinggi kandungan bahan organik, berarti semakin gelap warna tanah.
- Warna tanah disusun oleh tiga jenis variabel, yaitu sebagai berikut.
 - a) Hue, menunjukkan warna spektrum yang paling dominan sesuai dengan panjang gelombangnya.
 - b) Value, menunjukkan gelap terangnya warna sesuai dengan banyaknya sinar yang dipantulkan.
 - c) Chroma, menunjukkan kemurnian atau kekuatan dari warna spektrum.

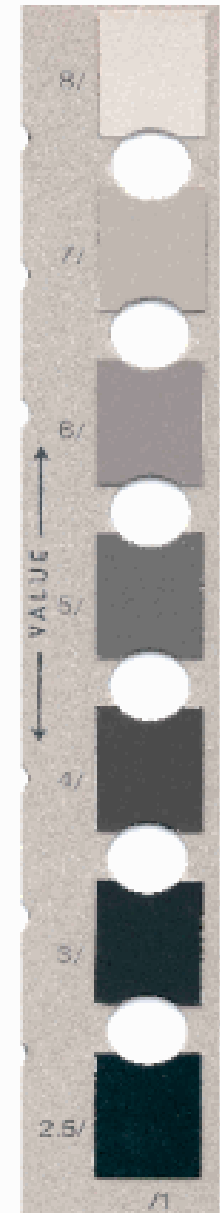
Hue -Dominant spectral wavelength



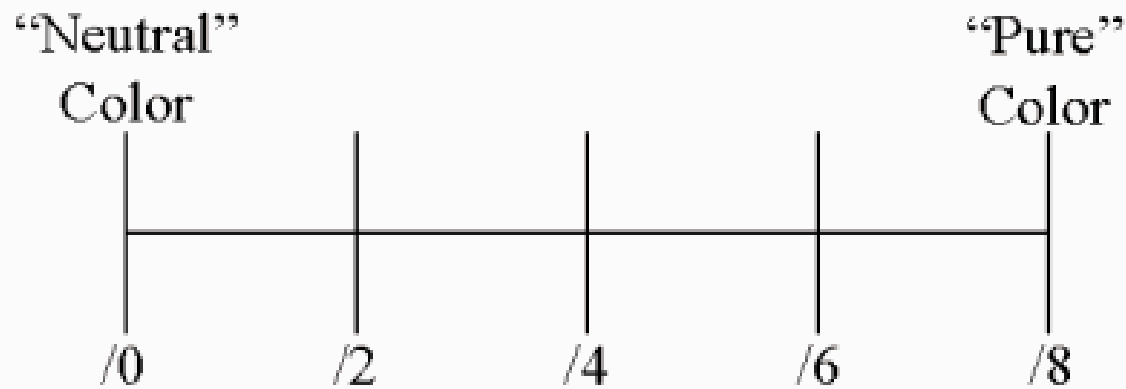
Value

The Lightness
or Darkness of
Color

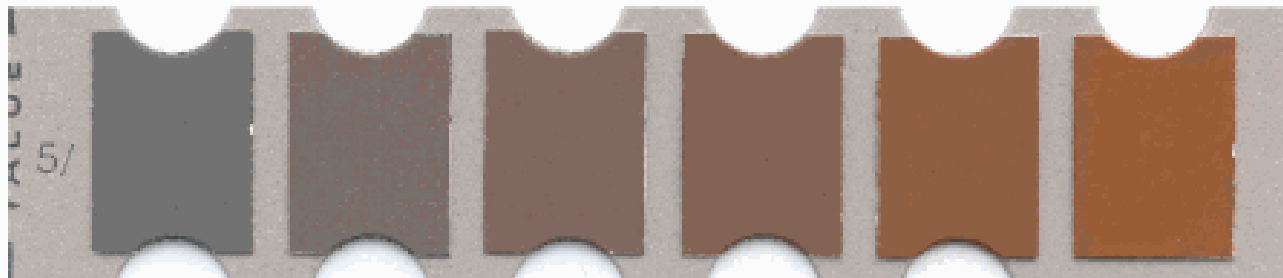
- 10/0 - Pure White
- 5/0 - “Gray”
- 0/0 - Pure Black



Chroma



Increasing strength of color 



 Increasing grayness

- Warna tanah dapat ditentukan dengan membandingkan warna baku pada buku Munsell Soil Colour Chart dengan warna tanah. Warna tanah akan berbeda apabila tanah dalam keadaan basah, lembap, atau kering. Di dalam penentuan warna tanah perlu dicatat bagaimana kondisi tanah tersebut apakah dalam keadaan basah, lembap, atau kering.

Soil Color

- The munsell color book is used to document color in a standard notation.
- **Hue:** Dominant spectral color.
- **Value:** The degree of light/dark of a color in relation to a neutral gray scale.
- **Chroma:** Strength of hue.

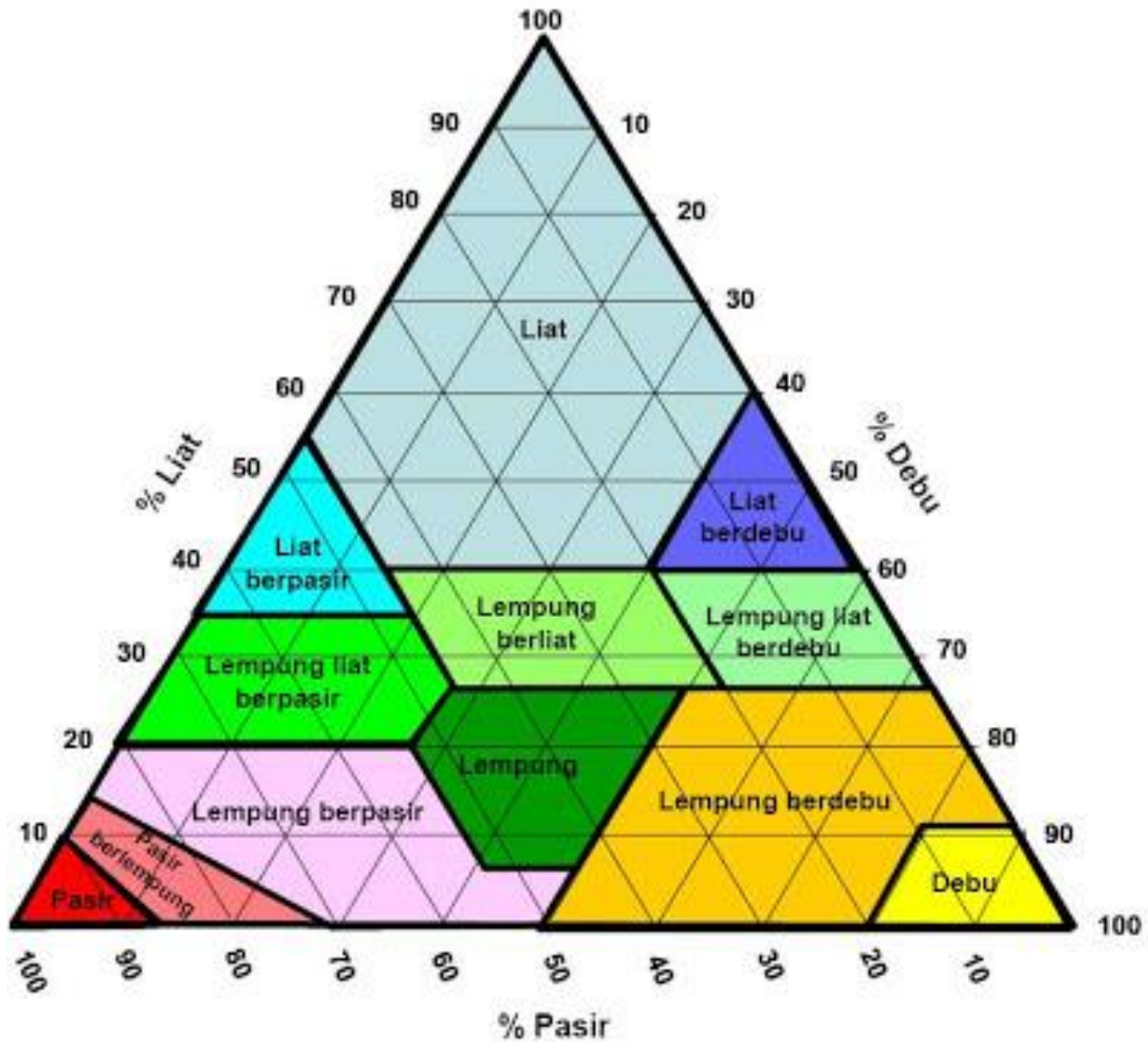


Struktur Tanah

- Struktur tanah merupakan gumpalan-gumpalan kecil dari tanah akibat melekatnya butir-butir tanah satu sama lain. Struktur tanah memiliki bentuk yang berbeda-beda yaitu sebagai berikut.
 - a) Lempeng (Platy), ditemukan di horizon A.
 - b) Prisma (Prosmatic), ditemukan di Horizon B pada daerah iklim kering.
 - c) Tiang (Columnar) ditemukan di horizon B pada daerah iklim kering.
 - d) Gumpal Bersudut (Angular Blocky) ditemukan pada horizon B di daerah iklim basah.
 - e) Gumpal Membulat (Sub Angular Blocky) ditemukan pada horizon B pada daerah iklim basah.
 - f) Granuler (Granular) ditemukan pada horizon A.
 - g) Remah (Crumb), ditemukan pada horizon A.

Tekstur Tanah

- Tekstur Tanah menunjukkan kasar dan halusnya tanah yang didasarkan atas perbandingan banyaknya butir-butir pasir, debu, dan liat di dalam tanah. Untuk menentukan tekstur tanah terdapat 12 kelas dalam segi tiga tekstur tanah.



Gambar 1. Segitiga tekstur

Permeabilitas

- Permeabilitas tanah adalah cepat atau lambatnya air meresap ke dalam tanah melalui pori-pori tanah baik ke arah horizontal maupun ke arah vertikal. Cepat atau lambatnya permeabilitas air ini sangat ditentukan oleh tekstur tanah. Semakin kasar tekstur tanah semakin cepat perembesan air, sebaliknya tanah dengan tekstur halus perembesan airnya semakin lambat.

Jenis-jenis Tanah di Indonesia

1. Litosol

- Tanah litosol merupakan jenis tanah berbatu-batu dengan lapisan tanah yang tidak begitu tebal. Bahannya berasal dari jenis batuan beku yang belum mengalami proses pelapukan secara sempurna. Jenis tanah ini banyak ditemukan di lereng gunung dan pegunungan di seluruh Indonesia.

2. Aluvial

- Jenis tanah ini masih muda, belum mengalami perkembangan, berasal dari bahan induk aluvium, tekstur beraneka ragam, belum terbentuk struktur, konsistensi dalam keadaan basah lekat, pH bermacam-macam, dan kesuburannya berkisar antara sedang hingga tinggi. Penyebarannya di daerah dataran aluvial sungai, dataran aluvial pantai, dan daerah cekungan (depresi).

3. Regosol

- Tanah ini merupakan endapan abu vulkanik baru yang memiliki butir kasar. Penyebaran terutama pada daerah lereng gunung api. Tanah ini banyak terdapat di daerah Sumatra bagian timur dan barat, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara.

4. Andosol/Tanah Gambut

- Jenis tanah ini berasal dari bahan induk organik, seperti dari hutan rawa atau rumput rawa. Ciri dan sifat: tidak terjadi diferensiasi horizon secara jelas, ketebalan lebih dari 0,5 meter, warna cokelat sampai kehitaman, tekstur debu lempung, tidak berstruktur, konsistensi tidak lekat-agak lekat, kandungan organik lebih dari 30% untuk tanah tekstur lempung dan lebih dari 20% untuk tanah tekstur pasir, umumnya bersifat sangat asam (pH 4.0), dan kandungan unsur hara rendah.

5. Latosol

- Latosol tersebar di daerah beriklim basah, curah hujan lebih dari 300 mm/tahun, dan ketinggian tempat berkisar 300–1.000 meter. Tanah ini terbentuk dari batuan gunung api kemudian mengalami proses pelapukan lanjut.

6. Grumosol

- Tanah ini merupakan tanah mineral yang memiliki perkembangan profil, agak tebal, tekstur lempung berat, struktur granular di lapisan atas dan gumpal sampai pejal di lapisan bawah, konsistensi jika basah sangat lekat dan plastis. Namun, jika kering sangat keras dan tanah retak-retak, kejenuhan basa, permeabilitas lambat, dan peka erosi. Penyebarannya di daerah iklim subhumid, dengan curah hujan kurang dari 2500 mm/tahun.

7. Podsol

- Jenis tanah ini berasal dari batuan induk pasir. Penyebaran di daerah beriklim basah, topografi pegunungan, misalnya di daerah Kalimantan Tengah, Sumatra Utara, dan Papua Barat. Kesuburan tanah rendah.

8. Andosol

- Jenis tanah ini merupakan jenis tanah dengan kandungan mineral yang telah mengalami perkembangan profil, solum agak tebal, warna agak coklat kekelabuan sampai hitam, kandungan organik tinggi, tekstur geluh berdebu, struktur remah, konsistensi gembur dan bersifat licin berminyak agak asam, kejenuhan basa tinggi dan daya absorpsi sedang, kelembapan tinggi, permeabilitas sedang, serta peka terhadap erosi.