

Jati Diri Tanah

Dr. Ir. Syaiful Anwar

Dr. Ir. Dyah Tjahyandari S. Mappl. Sc.



PENDAHULUAN

Apakah yang dimaksud dengan tanah? Apa pula yang dimaksud dengan lahan? Jawaban yang mungkin akan Anda dapatkan dari masyarakat akan berbeda-beda, bergantung dari kalangan mana. Hal ini dapat dimengerti karena tanah dan lahan memiliki multifungsi atau kegunaan yang sangat luas. Tanah merupakan komponen lahan, bagian dari ruang daratan dan lingkungan hidup, yang merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa. Tanah memiliki banyak fungsi dalam kehidupan. Tanah merupakan sumber daya alam yang pokok karena melalui tanah dapat dicukupi kebutuhan dasar manusia seperti bahan pangan, sandang, serat, kayu, hingga bahan obat-obatan. Selain mempunyai fungsi produksi, tanah juga berfungsi sebagai ruang hidup, sebagai penjaga kelestarian sumber daya hutan, sumber daya air dan lingkungan hidup. Dikarenakan banyaknya fungsi tanah bagi kehidupan, tidak jarang terjadi konflik antar berbagai penggunaan yang berbeda.

Pada awalnya, pengetahuan tentang tanah lebih difokuskan kepada tujuan pertanian. Dengan berjalannya waktu, pengetahuan tentang tanah juga digunakan untuk tujuan keteknikan dan pelestarian lingkungan hidup. Ilmu tanah adalah ilmu yang mempelajari tanah mulai dari faktor-faktor pembentuk tanah, proses pembentukannya, sifat-sifat tanah baik kimia, fisik maupun biologi, tata nama dan penyebaran jenis-jenis tanah.

Akhir-akhir ini sering terdapat kerancuan akan pengertian antara tanah dan lahan. Dalam Modul 1 ini, Anda akan mempelajari Jati Diri Tanah. Pada Kegiatan Belajar 1 Anda akan mempelajari pengertian tanah dan lahan baik secara ilmiah maupun dalam konsep budaya Indonesia. Pada Kegiatan Belajar 2, Anda akan mempelajari berbagai faktor dan proses yang mempengaruhi pelapukan dan pembentukan tanah. Pada Kegiatan Belajar 3, Anda akan mempelajari komponen-komponen penyusun tanah beserta fungsinya.

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan secara rinci dapat menjelaskan antara lain:

1. pengertian tanah dan lahan secara ilmiah,
2. konsep tanah dalam sistem budaya Indonesia,
3. bahan induk asal terbentuknya tanah,
4. proses pelapukan dan pembentukan tanah, dan
5. berbagai komponen penyusun tanah.

Kompetensi khusus dari modul ini adalah Anda diharapkan dapat menjelaskan jati diri tanah yang meliputi pengertian konsep tanah dan lahan, pengertian tanah dalam sistem budaya Indonesia, proses pembentukan tanah, dan komponen penyusun tanah.

KEGIATAN BELAJAR 1**Pengertian Tanah dan Lahan**

☉ Dalam kehidupan sehari-hari, kita semua berhubungan sangat erat dengan tanah. Akan tetapi, cara pandang masing-masing orang terhadap tanah belum tentu sama, tergantung kepentingannya. Bagi kebanyakan orang, tanah adalah benda yang mengakibatkan kotor misalnya pada kaki, pakaian, kendaraan, dan lain-lain. Tanah juga merupakan hamparan permukaan tempat bekerja, seperti bagi petani, ahli bangunan, ahli pertambangan, dan lain-lain.

Tanah tidak dapat dipisahkan dengan peradaban manusia. Manusia sudah sangat bergantung pada tanah sejak dari peradaban paling kuno sekalipun, di mana manusia mengambil makanan dari tumbuh-tumbuhan yang tumbuh pada tanah, dan dari hewan yang hidup di atasnya. Bahkan sampai saat ini sebagian besar penduduk dunia masih menggantungkan hidupnya dari bertani. Daya dukung tanah dalam pertanian ditentukan oleh tingkat kesuburan tanah tersebut. Sebaliknya, tanah yang baik bagi pertanian sebagian akan bergantung pada pengelolaan pertanian yang dilakukan oleh manusia.

A. KONSEP TANAH DAN LAHAN**1. Konsep Tanah (*Soil*)**

Ilmu pengetahuan tentang tanah terutama berkembang pada abad XIX. Pandangan tentang tanah ini dikembangkan kira-kira tahun 1870 di Rusia oleh Dokuchaiev (1946-1903). Dokuchaiev mendapatkan bahwa terdapat perbedaan tanah dari satu tempat ke tempat lain. Namun demikian didapatkan juga tanah yang mirip di satu tempat dengan tanah di tempat lain yang terpisah. Pada masing-masing tubuh tanah yang berbeda tersebut, terdapat suatu morfologi yang khas pada penampang vertikalnya (profil tanah yang terdiri dari horison-horison tanah).

Dokuchaiev pada masa itu telah mendefinisikan bahwa tanah adalah benda alami berdimensi tiga (lebar, panjang dan dalam) terletak di bagian paling atas kulit bumi dan mempunyai sifat-sifat yang berbeda dari bahan di bawahnya (Arsyad, 2006). Dalam hal ini morfologi yang khas pada tubuh tanah adalah sebagai hasil dari evolusi berbagai faktor-faktor alami

pembentuk tanah ($S = \text{soil}$) yang meliputi iklim ($cl = \text{climate}$), jasad hidup atau biotik ($o = \text{organism}$), bahan induk ($p = \text{parent material}$), dan umur relatif tanah ($t = \text{time}$; muda, matang, atau lanjut). Secara matematis digambarkan sebagai berikut.

$$S = f(\text{cl}, o, p, t)$$

Persamaan matematis proses pembentukan tanah ini kemudian menjadi terkenal sejak dirumuskan dan dilengkapi oleh Jenny (1941), di mana terdapat *5 faktor utama pembentukan tanah*, yaitu 4 faktor sebagaimana dikemukakan oleh Dokuchaiev ditambah satu faktor lagi, yaitu faktor topografi ($r = \text{relief}$), ditunjukkan dengan persamaan berikut.

$$S = f(\text{cl}, o, r, p, t)$$

Kelima faktor ini merupakan faktor keadaan sistem tanah sebagai suatu ekosistem yang terbuka. Sebagai ekosistem yang terbuka, maka terdapat aliran masuk dan aliran keluar energi dan bahan ke dan dari ekosistem tanah. Aliran energi yang masuk meliputi radiasi matahari, pemindahan panas, dan pemindahan entropi dari sumber panas di luar ekosistem tanah. Aliran energi yang keluar dari ekosistem tanah meliputi radiasi panas dan pemantulan cahaya. Aliran bahan yang masuk ke ekosistem tanah meliputi gas-gas, cairan, padatan (termasuk padatan yang terlarut atau terdispersi dalam air maupun udara), dan jasad hidup. Bahan-bahan ini akan dapat juga mengalir keluar ekosistem tanah.

Kata tanah memiliki beberapa definisi yang dapat ditemukan dalam berbagai literatur. Namun demikian secara umum *definisi tanah* adalah tubuh alam yang tersusun dari padatan (bahan mineral dan organik), cairan dan gas, yang terjadi di permukaan bumi, menempati ruang, dan *dicirikan oleh dua hal* yaitu:

- a. memiliki horison atau lapisan yang dapat dibedakan dari bahan asalnya sebagai hasil dari proses-proses penambahan, penghilangan, translokasi, dan transformasi energi dan bahan; dan
- b. memiliki kemampuan menyokong atau menopang pertumbuhan tumbuhan.

Berdasarkan kepada definisi tanah tersebut, maka telah berkembang adanya dua cara pendekatan pengembangan keilmuan tanah, yaitu pedologi dan edafologi. Melalui pendekatan pedologi, maka ilmu tanah dikembangkan dengan memandang tanah sebagai tubuh alam yang teratur yang dibentuk secara biokimia oleh evolusi berbagai faktor pembentuk tanah. Secara edafologi, maka ilmu tanah dikembangkan dengan memandang tanah sebagai media pertumbuhan tumbuh-tumbuhan.

a. Tanah sebagai Tubuh Alam yang Teratur (Pedologi)

Sebagai tubuh alami yang teratur, maka setiap tanah yang berbeda mempunyai profil khas sebagai dasar untuk mengklasifikasikannya. Profil tanah adalah penampang vertikal tanah yang terdiri dari lapisan-lapisan mendatar berbeda yang masing-masing disebut sebagai horison. Secara keseluruhan, profil tanah yang lengkap terdiri dari lima horison, dan diberi kode dari atas ke bawah sebagai horison O, A, B, C dan R. Berbagai horison ini selanjutnya dapat dipilah lagi menjadi beberapa lapisan sesuai dengan perkembangan profil tanah yang bersangkutan.

b. Tanah sebagai Media untuk Pertumbuhan Tumbuh-tumbuhan (Edafologi)

Tanah merupakan media alami tempat tumbuh berbagai tumbuh-tumbuhan atau tanaman. Sebagai media tempat pertumbuhan tumbuh-tumbuhan ini, maka tanah di antaranya terutama berfungsi sebagai:

- 1) tempat berjangkaunya akar tumbuh-tumbuhan sehingga dapat mendukung tegaknya tumbuh-tumbuhan;
- 2) penyedia sebagian besar kebutuhan air tumbuh-tumbuhan dalam bentuk air tanah; dan
- 3) penyedia sebagian unsur-unsur hara esensial yang dibutuhkan tumbuh-tumbuhan, termasuk oksigen yang dibutuhkan untuk respirasi.

Secara langsung tanah memberikan kehidupan bagi tumbuh-tumbuhan yang kemudian dimanfaatkan oleh kehidupan lain termasuk manusia. Tanah adalah juga sebagai salah satu komponen lingkungan hidup utama di samping air dan udara. Dengan demikian, tanah memberikan jasa kepada manusia berupa pangan, sandang, papan, obat-obatan, energi dan lingkungan.

2. Konsep Lahan (*Land*)

Selain istilah tanah (*soil*), terdapat juga istilah lain berkenaan dengan tubuh alami di permukaan bumi (litosfir) ini, yaitu *lahan*. Tanah perdefinisi memiliki pengertian yang lebih terbatas dibanding dengan lahan. Tanah sebagaimana telah diuraikan di atas, perdefinisi hanya mengacu pada tubuh alami di permukaan bumi yang memiliki karakteristik yang khas dan sebagai tempat tumbuh tumbuh-tumbuhan. Dalam pengertian ini, tanah tidak terkait dengan vegetasi di atasnya ataupun penggunaannya. Lahan memiliki definisi yang lebih luas, mencakup tidak hanya tanah tetapi termasuk berbagai atribut fisik seperti penyediaan air, tumbuh-tumbuhan yang ada di atasnya, dan hal-hal lain termasuk dalam kaitannya dengan kegiatan dan hasil kegiatan manusia di atasnya. Dalam pengertian ini, maka dikenal berbagai istilah lahan seperti lahan hutan (*forestland*), padang rumput (*grassland*), lahan kering (*dryland* atau *upland*), lahan basah (*wetland*), lahan gambut (*peatland*), sawah, ladang, lahan gundul (*bare land*), dan lahan marginal (*marginal land*). Pada suatu lahan tertentu dapat terdiri dari beberapa jenis tanah.

Dalam kamus bahasa Indonesia, lahan adalah suatu wilayah daratan yang ciri-cirinya merangkum semua tanda pengenal biosfer, atmosfer, tanah, geologi, timbunan (relief), hidrologi, populasi tumbuh-tumbuhan dan hewan, serta hasil kegiatan manusia masa lalu dan masa kini, yang bersifat mantap atau mendaur.

Definisi lahan menurut Dent dan Young (1981) adalah bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat aktivitas manusia. Secara keilmuan, definisi ini yang menjadi patokan utama.

3. Manfaat Penggunaan Tanah dari Masa ke Masa

Dalam sejarah peradaban manusia, peradaban yang besar seperti di Mesir (Delta Sungai Nil) dan Mesopotamia (Dataran Aluvial Sungai Eufрат dan Sungai Tigris) sekitar 5000 tahun SM, berhubungan dengan kualitas tanah yang baik bagi kegiatan pertanian di wilayah tersebut. Selanjutnya, keruntuhan peradaban yang besar tersebut juga berhubungan dengan rusaknya tanah sehingga tidak dapat lagi mendukung kegiatan pertanian. Sejak peradaban pertanian berkembang, konsep pemanfaatan penggunaan

tanah yang paling penting adalah *sebagai media alami bagi pertumbuhan tumbuh-tumbuhan*. Seiring dengan perkembangan peradaban, maka akhir-akhir ini konsep manfaat penggunaan tanah bagi kehidupan telah semakin berkembang tidak hanya terbatas untuk pertanian. Manfaat penggunaan utama selain untuk pertanian adalah *sebagai tempat pendirian berbagai fasilitas/bangunan*. Tidak jarang bahwa hanya sebagai akibat pertimbangan ekonomi maka manfaat penggunaan untuk mendirikan fasilitas/bangunan mengorbankan manfaat penggunaan untuk pertanian. Selain itu terdapat manfaat penggunaan tanah lainnya, termasuk *sebagai tempat tersimpannya sejarah kebumihan dan peradaban manusia*.

4. Tanah sebagai Komponen Lingkungan

Tanah, air dan udara merupakan tiga komponen lingkungan utama, baik untuk lingkungan hidup maupun tak hidup. Ketiga komponen lingkungan ini saling berinteraksi satu sama lain. Degradasi atau kerusakan pada salah satu komponen, akan berdampak negatif bagi komponen yang lainnya ataupun turunannya. Tanah akan memberikan kehidupan pada tumbuh-tumbuhan. Tanah dan tumbuh-tumbuhan bersama-sama secara alamiah mengatur siklus air. Tumbuhan yang hidup di tanah akan memberikan kehidupan pada hewan dan manusia. Tumbuhan yang hidup akan membersihkan atau menyegarkan udara. Keberhasilan pertumbuhan tumbuh-tumbuhan ditentukan tidak hanya oleh tanah, tetapi ketersediaan air, terutama air tanah. Kerusakan pada komunitas tumbuhan akan merusak tanah, atau sebaliknya juga dapat terjadi. Kerusakan tanah dan atau tumbuhan di atasnya akan merusak fungsi tanah dalam siklus air. Degradasi atau kerusakan tanah akan menurunkan daya dukung tanah terhadap kehidupan. Tanah senantiasa berhubungan dengan komponen lingkungan lainnya dan dengan kehidupan.

B. KONSEP TANAH DALAM BUDAYA INDONESIA

1. Pengertian Tanah Bagi Masyarakat Indonesia Secara Umum

Menurut Arsyad (2006), tanah merupakan istilah tertua dalam perbendaharaan Bahasa Indonesia yang mempunyai 3 makna. Makna pertama yang merupakan makna tradisional menunjukkan bahwa tanah merupakan media alami pertumbuhan tumbuh-tumbuhan. Pernyataan *tanah subur* terkait dengan makna pertama, di mana tanah dinilai berdasarkan kualitasnya untuk mendukung pertumbuhan tumbuh-tumbuhan. Makna kedua

mengandung arti bahwa tanah adalah hasil hancuran iklim berasal dari batuan atau bahan organik, dan tanah diperlakukan sebagai bahan galian atau tambang dan bahan bangunan. Dalam hal ini, tanah dinilai dalam satuan berat atau volume (pikul, ton, m³). Makna ketiga, tanah dipandang sebagai ruangan atau hamparan di permukaan bumi tempat manusia melakukan berbagai kegiatan. Dalam makna ketiga ini tanah dinilai berdasarkan luas (depa, tombak, ha, m²). Dari ketiga makna yang umum bagi masyarakat Indonesia ini, makna pertama dan kedua sesuai dengan makna tanah (*soil*), sedangkan makna ketiga sesuai dengan makna lahan (*land*) yang berlaku dalam ilmu pengetahuan tentang tanah dan lahan.

2. Peranan dan Kepemilikan Tanah dalam Perspektif Budaya Indonesia

Tanah dalam perspektif budaya Indonesia dapat berarti *soil* atau *land* sebagaimana ditunjukkan adanya ketiga makna yang dipahami atau berlaku bagi masyarakat Indonesia secara umum. Tanah bersama-sama dengan air (seperti ungkapan *tanah-airku*) dan berbagai tumbuh-tumbuhan dan hewan yang terdapat di atasnya dipandang sebagai bagian yang sangat penting dalam mendukung dan menentukan *kehidupan* manusia dan makhluk lainnya (seperti ungkapan *tanah tumpah darahku*). Begitu pentingnya tanah dalam memberikan kelimpahan bagi kehidupan, membuat tanah dalam perspektif budaya berbagai daerah di Indonesia dipandang sebagai *seorang ibu* yang penuh dengan belas kasih tanpa pamrih (seperti ungkapan *ibu pertiwi*).

Berkaitan dengan pentingnya peran tanah dalam mendukung kehidupan, maka terdapat nilai-nilai budaya hukum adat berbagai daerah di Indonesia mengandung makna untuk dapat melindungi tanah dari kerusakan. Bahkan terdapat nilai-nilai yang menganggap bahwa tanah memiliki roh dan kekuatan, di mana apabila ada manusia yang melakukan kerusakan terhadap tanah, maka tanah akan menghukum si perusak dengan menelannya (seperti ungkapan *ditelan bumi*).

Implikasi utama dari pentingnya peran tanah bagi kehidupan adalah berkaitan dengan kepemilikan akan tanah. Dalam perspektif budaya Indonesia, tanah lebih *disepakati* oleh hukum adat sebagai *milik komunal* dibandingkan dengan *milik pribadi*, apalagi perseorangan. Tanah dimiliki secara bersama dalam bentuk *tanah ulayat* atau *tanah adat*. Berdasarkan hukum pertanahan nasional Indonesia, tanah ulayat atau tanah adat ini diakui (sebagai bagian dari *hak ulayat dan yang serupa itu dari masyarakat hukum*

adat) sepanjang pada kenyataannya masih ada. Hal ini sesuai dengan ketentuan Pasal 3 Undang-undang No.5 tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-pokok Agraria. Subjek hak ulayat ini adalah masyarakat hukum adat, baik berdasarkan kesamaan tempat tinggal maupun keturunan, dan dikenal juga dengan berbagai istilah lain seperti suku, marga, dati, nagari, atau dusun.

Berikut adalah petikan Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional No.5 tahun 1999 tentang Pedoman Penyelesaian Masalah Hak Ulayat Masyarakat Hukum Adat, Pasal 1, berkenaan dengan definisi Hak Ulayat dan Tanah Ulayat:

Hak ulayat dan yang serupa itu dari masyarakat hukum adat (untuk selanjutnya disebut hak ulayat) adalah kewenangan yang menurut hukum adat dipunyai masyarakat hukum adat tertentu yang merupakan lingkungan warganya untuk mengambil manfaat dari sumber daya alam, termasuk tanah, dalam wilayah tersebut bagi kelangsungan hidup dan kehidupannya, yang timbul dari hubungan secara lahiriah dan batiniyah turun temurun dan tidak terputus antara masyarakat hukum adat tersebut dengan wilayah yang bersangkutan.

Tanah ulayat adalah bidang tanah yang di atasnya terdapat hak ulayat dari suatu masyarakat hukum adat tertentu.

Hak ulayat mengandung 2 unsur hukum terhadap tanah ulayat, yaitu *perdata* dan *publik*. *Secara hukum perdata* maka hak kepemilikan atas tanah ulayat adalah hak kepemilikan bersama para warga masyarakat hukum adat yang bersangkutan. Tanah ulayat dipercaya mula-mula berasal dari peninggalan nenek moyang mereka dan merupakan karunia dari suatu kekuatan gaib, sebagai pendukung utama kehidupan dan penghidupan serta lingkungan seluruh warga masyarakat hukum adat yang bersangkutan. *Secara hukum publik*, kewenangan untuk mengelola dan mengatur peruntukan, penggunaan, dan penguasaan tanah ulayat baik dalam hubungan dengan masyarakat warganya sendiri ataupun *orang luar* adalah oleh masyarakat hukum adat itu sendiri, yang biasanya dilimpahkan kepada *ketua* atau *tetua* adat sesuai dengan ketentuan hukum adatnya. Dalam hal ini ketua atau tetua tersebut merupakan petugas hukum adatnya dalam melaksanakan kewenangan berbagai hal yang bersangkutan dengan hak ulayat.

Setiap anggota dari ulayat atau orang luar tertentu memiliki hak untuk menggunakan dan memiliki kewajiban untuk memelihara tanah ulayat atau tanah adat tersebut sesuai dengan hukum adat yang berlaku spesifik bagi tiap-tiap ulayat atau adat yang bersangkutan. Hak atas penggunaan tersebut tidak berlaku abadi, tetapi terdapat batasan di mana haknya dapat hilang misalnya dikarenakan tidak dilaksanakannya kewajiban untuk memelihara dengan baik, atau membiarkan tanah tidak terurus. Dalam hal tanah tidak digunakan bahkan ditinggalkan tidak terurus, maka tanah kembali lagi menjadi hak ulayat atau hak adat, atau kembali kepada kelompoknya. Secara tidak langsung adalah tabu apabila tanah menjadi hak milik pribadi, apalagi dalam keadaan tidak dimanfaatkan.

C. TANAH DAN PERTANAHAN DI INDONESIA MASA KINI

Pasal 1 ayat 2 UU Pokok Agraria (UU No.5 Tahun 1960) menyatakan bahwa *Bumi, air, ruang angkasa dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya di seluruh wilayah Indonesia adalah karunia Tuhan Yang Maha Esa kepada Bangsa Indonesia*. Ayat ini mengandung arti bahwa tanah adalah sesuatu yang dikaruniakan Tuhan Yang Maha Esa kepada Bangsa Indonesia, di mana generasi sekarang ini mewarisinya dari generasi sebelumnya dan generasi sekarang ini wajib memeliharanya dengan baik untuk kemudian mewariskannya kepada generasi mendatang.

Tanah sebagai unsur negara merupakan perekat Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Hubungan bangsa Indonesia dengan tanah adalah hubungan yang bersifat abadi dan seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan kesatuan tanah air dari seluruh rakyat Indonesia. Oleh karena itu tanah perlu diatur dan dikelola secara nasional untuk menjaga keberlanjutan sistem kehidupan berbangsa dan bernegara.

Secara nasional, tanah diakui sebagai kekayaan nasional dan modal dasar pembangunan dalam berbagai dimensi dan nilai. Berbagai dimensi dan nilai pertanahan di antaranya menyangkut ekonomi, politik, sosial, budaya, ekologi, pertahanan, keamanan, dan hukum. Permasalahan pertanahan akan menyangkut berbagai aspek yang terkait dengan dimensi dan nilai-nilai tanah yang tersebut. Permasalahan pertanahan juga telah berkembang menjadi masalah lintas sektoral dan lintas wilayah, sehingga pengelolannya harus dilaksanakan secara komprehensif.

Dalam pengelolaan pertanahan diperlukan kebijakan secara nasional yang berfungsi sebagai pedoman operasional di daerah untuk menjaga kesatuan dan kepastian hukum pertanahan. Di antara pengelolaan tanah yang penting adalah pengelolaan *hak atas tanah*. Didamping tanah ulayat dan tanah negara, terdapat empat hak atas tanah yaitu *hak milik*, *hak guna usaha*, *hak guna bangunan* dan *hak pakai*. Di Indonesia, badan yang mengurus pedoman operasional pertanahan adalah Badan Pertanahan Nasional (BPN). Badan pertanahan ini mempunyai tugas merumuskan dan menetapkan kebijakan di bidang:

1. Pengaturan peruntukan, persediaan dan penggunaan tanah.
2. Pengaturan hubungan hukum antara orang-orang dengan tanah.
3. Pengaturan hubungan-hubungan hukum antara orang-orang dan perbuatan-perbuatan hukum yang berkaitan dengan tanah.

Pengaturan dan pengelolaan pertanahan tidak hanya ditujukan untuk menciptakan ketertiban hukum, termasuk di dalamnya untuk menyelesaikan masalah, sengketa, dan konflik pertanahan. Pengaturan dan pengelolaan pertanahan harus selalu ditujukan untuk meningkatkan kemakmuran rakyat. Maka dari itu kebijaksanaan nasional di bidang pertanahan perlu disusun dengan memperhatikan aspirasi dan peran serta masyarakat guna dapat memajukan kesejahteraan umum.



LATIHAN

Untuk dapat memperdalam pemahaman Anda terhadap materi ini, kerjakanlah latihan di bawah ini!

- 1) Jelaskan perbedaan antara konsep tanah dan lahan!
- 2) Jelaskan dengan kata-kata Anda sendiri, apa peranan dan kepemilikan tanah dalam perspektif budaya tradisional Indonesia!

Petunjuk Jawaban Latihan

Pengertian tanah berbeda dengan pengertian lahan. Lahan memiliki pengertian yang lebih luas dari lahan.

Dalam perspektif budaya Indonesia, tanah sangat erat kaitannya dengan kehidupan. Tanah lebih dikenal sebagai milik komunal.



RANGKUMAN

Dalam kehidupan manusia, terdapat dua pengertian berkenaan dengan tubuh alami di permukaan bumi, yaitu tanah dan lahan. Pengertian tanah berbeda dengan lahan. Terdapat dua konsep tanah, yaitu (1) pedologi: tanah dipandang sebagai tubuh alam yang teratur, dan (2) edafologi, di mana tanah dipandang sebagai media untuk pertumbuhan tumbuh-tumbuhan. Sedangkan yang dimaksud dengan lahan adalah bagian daratan dari permukaan bumi, sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaannya. Dengan demikian pengertian lahan lebih luas daripada tanah. Manfaat paling penting penggunaan tanah dalam peradaban manusia adalah untuk kegiatan pertanian, yaitu sebagai media alami bagi pertumbuhan tumbuh-tumbuhan. Manfaat penggunaan tanah lainnya mulai dari tempat pendirian fasilitas/bangunan, sampai sebagai tempat tersimpannya sejarah kebumihan dan peradaban manusia. Tanah juga merupakan satu dari tiga komponen utama lingkungan (tanah, air dan udara).

Secara umum dalam masyarakat Indonesia, istilah tanah dapat berarti tanah atau lahan. Dalam perspektif budaya (tradisional) Indonesia, tanah memberikan kehidupan bagi manusia maupun bentuk kehidupan lainnya. Tanah merupakan warisan dari nenek-moyang yang harus digunakan, dijaga dan dipelihara, dan kemudian diwariskan kepada generasi selanjutnya. Kepemilikan tanah lebih bersifat komunal yang dikenal dengan istilah tanah ulayat atau tanah adat.

Tanah sebagai unsur negara merupakan perekat Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Tanah diakui sebagai kekayaan nasional dan merupakan modal dasar pembangunan. Pengaturan dan pengelolaan pertanahan harus ditujukan untuk menciptakan ketertiban hukum dan untuk meningkatkan kemakmuran rakyat.

**TES FORMATIF 1** _____

Pilih satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Definisi tanah adalah tubuh alam yang tersusun dari
 - A. bahan mineral
 - B. bahan organik
 - C. bahan cair
 - D. semua benar

- 2) Pernyataan mana yang benar adalah
 - A. lahan adalah bagian dari tanah
 - B. tanah adalah bagian dari lahan
 - C. lahan adalah sama dengan tanah
 - D. tanah mencakup lahan

- 3) Lembaga yang mengurus mengenai peraturan pertanahan di Indonesia adalah
 - A. Badan Perencanaan Daerah
 - B. Balai Penelitian dan Pengembangan Tanah
 - C. Badan Pertanahan Nasional
 - D. Badan Lingkungan Hidup

- 4) Ilmu tanah yang mempelajari tanah sebagai media tumbuh tumbuhan disebut
 - A. pedologi
 - B. edafologi
 - C. morfologi
 - D. mineralogi

- 5) Ilmu tanah yang mempelajari tanah sebagai tubuh alami yang memiliki keteraturan disebut
 - A. pedologi
 - B. edafologi
 - C. morfologi
 - D. mineralogi

- 6) Menurut Jenny (1941), lima faktor utama pembentuk tanah adalah
 - A. iklim, jasad hidup, hidrologi, bahan induk, waktu
 - B. iklim, jasad hidup, topografi, bahan induk, waktu

- C. curah hujan, jasad hidup, topografi, batuan asal, waktu
 D. curah hujan, iklim, topografi, bahan induk, waktu
- 7) Dalam perspektif budaya Indonesia, kepemilikan tanah bersifat komunal (masyarakat umum) yang dikenal dengan sebutan
 A. tanah bengkok
 B. tanah desa
 C. tanah ulayat
 D. tanah negara
- 8) Pada tanah milik komunal tersebut, maka
 A. tidak semua orang boleh menggunakannya
 B. penggunaan tanah bersifat abadi
 C. tanah setelah digunakan lama akan menjadi hak milik
 D. bila tidak digunakan lagi, akan kembali menjadi milik komunal
- 9) Tanah ulayat
 A. hanya dapat digunakan oleh masyarakat ulayat yang bersangkutan
 B. dapat digunakan masyarakat pendatang
 C. tidak dapat digunakan oleh masyarakat pendatang
 D. tidak ada pilihan yang benar
- 10) Pengaturan dan pengelolaan pertanahan di Indonesia
 A. ditujukan untuk menciptakan ketertiban hukum
 B. ditujukan untuk meningkatkan kemakmuran rakyat
 C. keduanya benar
 D. keduanya salah

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

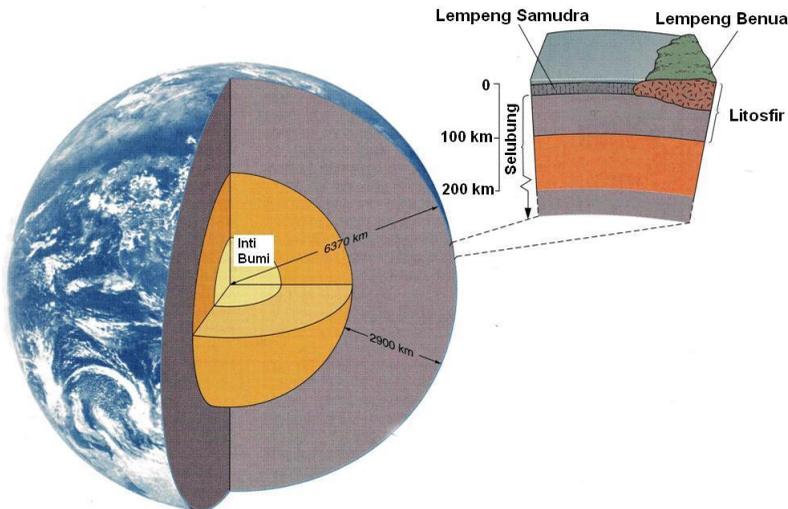
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Proses Pembentukan Tanah

Bumi terdiri dari banyak lapisan, mulai dari yang berada di lapisan paling dalam yang disebut dengan inti bumi, kemudian lapisan-lapisan batuan hingga akhirnya lapisan tanah yang terletak di permukaan bumi. Bagian atas dari lapisan batuan atau litosfer ditutupi oleh dua jenis lempeng, yaitu lempeng samudra dan lempeng benua (Gambar 1.1). Kedua lempeng ini akan bergerak mendesak satu sama lain. Pergerakan lempeng ini akan menghasilkan lahan-lahan baru, dan sebaliknya lahan-lahan lama dihancurkan.



Gambar 1.1.
Bagian-bagian dari Lapisan Bumi

Pembentukan tanah dimulai dari terjadinya proses *pelapukan bahan induk* melalui serangkaian proses fisik seperti peningkatan atau penurunan suhu, pembekuan, pengeringan, aliran air atau angin. Sejalan dengan waktu juga terjadi pelapukan batuan melalui berbagai proses kimia dan atau biologi. Proses pembentukan tanah selanjutnya terjadi di mana *tanah yang sedang dalam proses pembentukan* mengalami perubahan-perubahan akibat penambahan, pengurangan atau translokasi bahan-bahan sehingga terbentuk

penampang vertikal tanah dengan morfologi yang khas. Pada tahap ini, maka tanah mengalami perkembangan profil tanah.

A. FAKTOR-FAKTOR PEMBENTUKAN TANAH

Tanah menyebar di permukaan bumi sesuai dengan perubahan faktor-faktor pembentuknya. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dalam kaitannya dengan faktor-faktor pembentuk tanah. Jenny (1941) menggambarkan hubungan sifat-sifat tanah dengan faktor pembentuknya secara matematika, yaitu:

$$S = f(\text{cl, o, r, p, t})$$

Keterangan:

S = tanah

cl = iklim

o = organisme

r = topografi

p = bahan induk, dan

t = waktu

Faktor-faktor lain dapat saja mempunyai peran penting dalam pembentukan tanah tetapi bersifat lokal. Faktor-faktor itu kemudian terlibat dalam proses-proses pelapukan bahan induk dan pembentukan tanah yang mencakup proses-proses fisik, kimia, dan biologi.

1. Iklim

Faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah adalah suhu dan curah hujan (ketersediaan air). Secara umum kondisi panas dan lembab akan mempercepat proses pembentukan tanah. Setiap kenaikan suhu sebesar 10°C, maka akan terjadi peningkatan kecepatan reaksi dua kali lipat. Daerah Indonesia terutama bagian barat memiliki intensitas hujan yang relatif tinggi. Curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan proses pelapukan batuan dan pencucian berjalan lebih cepat. Pelapukan (*weathering*) adalah proses perubahan bahan induk tanah di bawah kondisi suhu, kelembaban dan aktivitas biologi yang bervariasi menjadi bentuk yang lebih stabil. Adapun pencucian adalah proses terbawanya bahan-bahan

terlarut atau partikel halus tanah bersama pergerakan air ke lapisan bawah tanah. Pencucian terutama terjadi terhadap unsur-unsur tanah yang bersifat basa. Akibat pencucian, terbentuk tanah yang memiliki kadar unsur hara lebih rendah dan bereaksi masam. Di daerah Indonesia bagian timur, intensitas curah hujan relatif rendah. Proses pelapukan dan pencucian akan berjalan lebih lambat sehingga terbentuk tanah yang bereaksi lebih netral dengan kandungan hara yang relatif lebih tinggi.

2. Organisma atau Jasad Hidup

Jasad hidup yang meliputi tumbuh-tumbuhan (vegetasi), hewan dan manusia mempengaruhi proses pembentukan tanah. Tumbuh-tumbuhan mempengaruhi proses pembentukan tanah melalui penyediaan bahan organik, menghindarkan kerusakan tanah oleh erosi, dan mempengaruhi iklim mikro. Tanaman legum dapat menyumbang nitrogen ke dalam tanah, karena memiliki bintil akar yang dapat menambat N dari udara. Tanah yang berkembang di bawah vegetasi rumput akan memiliki lapisan atas (*topsoil*) yang lebih hitam dan lebih gembur dibandingkan dengan tanah di bawah vegetasi lain. Hal ini disebabkan karena vegetasi rumput dapat menyumbangkan lebih banyak sisa-sisa bahan organik dibandingkan vegetasi lainnya. Pencucian unsur hara lebih intensif terjadi di bawah vegetasi hutan berdaun jarum seperti pinus, cemara dibandingkan dengan di bawah hutan berdaun lebar.

Pengaruh hewan terhadap proses pembentukan tanah terutama karena aktivitas fauna tanah. Cacing tanah dan rayap membantu pembentukan pori makro (besar) dan meso (sedang) yang lebih banyak di dalam tanah. Jasad hidup mikro (mikrob) tanah membantu penyediaan unsur hara melalui proses dekomposisi. Dekomposisi adalah istilah pelapukan untuk bahan organik.

Manusia melalui aktivitasnya dalam kegiatan pertanian seperti pengolahan, pemupukan, penambahan bahan organik dan pengairan akan mempengaruhi proses pembentukan tanah. Pada pengolahan tanah pertanian secara intensif, akan mempercepat erosi tanah dan dalam jangka panjang dapat mengakibatkan pemadatan tanah. Pemadatan tanah akan semakin mudah terjadi apabila tidak dilakukan penambahan bahan organik ke tanah. Pembuatan bangunan dan jalan yang menutup permukaan tanah dengan semen dan beton akan mengurangi kemampuan tanah menyerap air.

3. Topografi (*Relief*)

Topografi (*relief*) adalah keadaan tinggi-rendahnya permukaan tanah, termasuk di dalamnya kecuraman, bentuk dan aspek lereng (arah utara, selatan, barat, atau timur berkaitan dengan penyinaran matahari). Topografi mempengaruhi proses pembentukan tanah melalui pengaruhnya terhadap faktor iklim, dapat mempercepat atau memperlambat. Kondisi topografi yang dapat menyebabkan suhu, kelembaban dan ketersediaan air yang optimum bagi pembentukan tanah akan mempercepat proses pembentukan tanah.

Setiap daerah memiliki topografi berbeda-beda, ada yang bergunung, berbukit, bergelombang dan ada yang datar. Di daerah berlereng lebih curam, erosi akan berjalan cepat sehingga akan terbentuk tanah yang dangkal. Sebaliknya di daerah relatif datar dengan aerasi baik seperti di kaki lereng, akan terbentuk tanah yang dalam. Topografi mempengaruhi ketebalan solum tanah, tingkat perkembangan horison tanah, jumlah air yang masuk ke dalam tanah, kedalaman air tanah, dan laju erosi.

4. Bahan Induk

Bahan induk merupakan bahan asal pembentuk tanah. Sebagian sifat-sifat tanah akan ditentukan oleh sifat-sifat bahan induk asalnya. Tanah yang baru terbentuk, memiliki sifat yang dekat dengan sifat bahan induknya. Sebaliknya, pada tanah yang telah berkembang lanjut, sifat-sifat bahan induk masih dapat dilihat.

Asal bahan induk utama tanah adalah batuan. Selain itu terdapat bahan induk organik yang akan membentuk tanah gambut. Karakteristik utama batuan yang mempengaruhi proses pembentukan tanah adalah sifat fisik batuan (struktur dan tekstur batuan) dan sifat kimia batuan (komposisi kimia dan mineral batuan). Batuan yang kompak atau keras (seperti batuan beku) akan melapuk lebih lambat dari batuan yang lepas-lepas atau lunak (seperti batuan sedimen). Batuan yang bersifat masam umumnya akan mengalami pelapukan dan perkembangan yang lebih cepat dari batuan yang bersifat basa. Bahan induk tanah ini akan diuraikan lebih rinci pada bagian lain dari kegiatan belajar ini.

5. Waktu

Proses pembentukan tanah memerlukan waktu yang sangat panjang, sejak dimulainya pelapukan batuan atau bahan organik. Proses ini terus berlanjut hingga sekarang, sehingga tanah merupakan tubuh alam yang

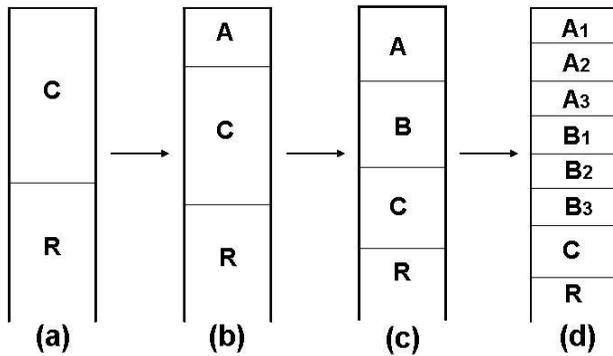
dinamik. Bersama dengan waktu, proses pelapukan dan pencucian terus terjadi sehingga secara alami semakin tua tanah akan semakin miskin tanah tersebut. Bersama waktu, mineral yang mudah lapuk akan habis sehingga akan tertinggal mineral yang sukar lapuk seperti kuarsa. Bersama dengan waktu, profil tanah berkembang dengan pembentukan horison-horison, menghasilkan perbedaan karakteristik antara satu tanah dengan tanah yang lain.

Bersama dengan waktu, maka bahan induk tanah berturut-turut akan berkembang menjadi *tanah muda*, *tanah dewasa*, dan *tanah tua*. Namun demikian, penetapan perkembangan tanah muda, dewasa dan tua ini tidak sepenuhnya menurut waktu mutlak. Dalam hal ini, perkembangan tanah lebih didasarkan pada perkembangan profil tanah (Gambar 1.2). Sebagai contoh, tanah di daerah kutub dan di daerah tropis dari bahan induk yang sama telah mengalami proses pembentukan tanah dalam jangka waktu yang sama. Namun demikian sebagai akibat faktor iklim yang lebih intensif di daerah tropis, tanah di daerah tropis telah tergolong sebagai tanah yang tua, sementara tanah di daerah kutub ternyata masih tergolong tanah muda.

Tanah muda merupakan tanah yang relatif baru mengalami proses pembentukan berupa proses pelapukan dan pencampuran dengan bahan organik, dengan horison A dan C. Sifat tanah banyak mirip dengan bahan-bahan induknya, contohnya adalah Entisol (Aluvial dan Regosol).

Tanah dewasa adalah tanah yang telah memiliki horison yang lengkap, yaitu A, B dan C, namun horison-horison ini masih belum dapat dipilah menjadi sub-sub horison. Contoh tanah dewasa adalah Inceptisol (seperti Latosol dan Andosol), Vertisol, Mollisol dan Alfisol.

Tanah tua adalah tanah yang telah memiliki horison yang lengkap (A, B dan C) dan dapat dibedakan lebih detil menjadi sub-sub horison (misalnya A_1 , A_2 dan A_3). Contoh tanah tua adalah Ultisol (Podsolik) dan Oxisol (Laterit).



Gambar 1.2.

Bahan Induk (a) Tanah Muda (b) Tanah Dewasa (c) dan Tanah Tua (d)

B. BAHAN INDUK DAN BATUAN INDUK

Bahan induk tanah terutama berasal dari batuan dan sering disebut batuan induk (dalam profil tanah diberi simbol R = rock). Bahan induk lain dapat berasal dari bahan mineral yang bersifat tidak padu dan bahan induk organik. Batuan merupakan suatu padatan masif tersusun dari satu atau beberapa mineral. Secara umum batuan dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu batuan beku, batuan endapan (sedimen), dan batuan metamorf (metamorfosa).

1. Batuan Beku

Batuan beku berasal dari pembekuan cairan magma. Diperkirakan batuan beku menyusun 95% dari kerak bumi. Ciri penting dari batuan beku adalah tekstur dan komposisinya. Tekstur batuan beku ditentukan oleh kecepatan pendinginan magma cair sebagai bahan asalnya. Pendinginan yang lambat, jauh di dalam bumi, menghasilkan ukuran kristal yang kasar tekstur yang juga kasar sehingga kasatmata. Sebaliknya, pendinginan yang sangat cepat, misalnya pada aliran lava, menghasilkan tekstur yang halus. Jenis batuan beku ditentukan oleh banyaknya kandungan unsur Si, Al, Fe, Ca, Na, K dan Mg. Jika banyak mengandung unsur Fe, Mg, Ca, dan Si, batuan beku yang terbentuk adalah *gabro* dan *peridotit*. Jika banyak mengandung Si, Al, K dan Na, batuan beku yang terbentuk adalah *granit*.

Batuan beku dikategorikan sebagai batuan masam atau basa berdasarkan kandungan SiO_2 . Semakin tinggi kandungan SiO_2 semakin masam batuan tersebut (Tabel 1.1).

Tabel 1.1.
Klasifikasi Kemasaman Batuan Beku Berdasarkan Kandungan SiO_2

Klasifikasi Batuan Beku	Kandungan SiO_2 (%)
Masam	> 65
Intermedier	52 – 65
Basa	45 – 52
Ultra basa	< 45

Batuan masam banyak mengandung K, Na dan Al, dan berwarna pucat, contohnya granit. Sebaliknya batuan basa banyak mengandung Fe, Ca dan Mg, dan berwarna kelam, contohnya gabro, diabas dan basalt. Batuan basa lebih mudah melapuk dari batuan masam.

2. Batuan Endapan (Sedimen)

Batuan ini terbentuk dari bahan mineral yang di transportasi dan diendapkan oleh air, angin atau es di berbagai permukaan bumi, selanjutnya mengalami pepadatan dan pengerasan. Batuan endapan hanya menyusun sekitar 5% kerak bumi, tetapi menutupi sekitar 75% permukaan daratan bumi. Dalam hal ini, batuan beku menutupi atau berada di atas batuan beku dan batuan metamorfosa.

Lingkungan di mana bahan yang di transportasi oleh air, angin atau es dapat berupa lingkungan daratan, lautan, dan peralihan keduanya. Berikut secara lengkap lingkungan tempat pengendapan bahan (Tabel 1.2).

Tabel 1.2.
Lingkungan Pembentukan Batuan Endapan

Lingkungan Utama	Sub-Lingkungan
Daratan (kontinental)	Fluviatil (sungai) Lakustrin (danau air tawar) Danau air asin Glasial (pengangkutan oleh es) Aeolin (pengangkutan oleh angin)
Peralihan (intermedier)	Delta Estuaria
Lautan (marin)	Pantai Laut dangkal Laut dalam (400 – 500 m) Abisal

Terdapat berbagai cara untuk mengelompokkan batuan endapan. Jenis batuan endapan dapat dikelompokkan menjadi 4 berdasarkan wujud bahan yang diendapkan, yaitu:

- a. endapan klastik;
- b. endapan kimia;
- c. endapan organik; dan
- d. endapan piroklastik.

Batuan endapan klastik berasal dari partikel-partikel padatan yang terangkut dan terendapkan, kemudian mengeras. Atas dasar ukuran partikel penyusunnya, maka batuan endapan klastik dibedakan menjadi konglomerat (partikel penyusun paling kasar), batu pasir (*sandstone*), batu debu, shale, dan batu liat (partikel penyusun paling halus). Batuan endapan kimia berasal dari bahan yang agak terlarut sampai sangat terlarut dalam air, mengalami presipitasi, lalu mengeras. Contoh utama dari kelompok ini adalah berbagai batuan kalsium karbonat (kalsit), magnesium karbonat, dolomit, batu silika (chert dan flint), batu besi (hematit dan siderit), dan berbagai garam klorida dan sulfat dari Na, K dan Mg. Berbagai batuan karbonat, terutama kalsit disebut sebagai batu kapur (*limestone*). Endapan organik tersusun dari bahan-bahan yang berasal dari jaringan jasad hidup. Batuan endapan organik dapat berupa batuan endapan organik berkapur (*shell-sand, coral reef*), batuan endapan organik bersilikat (*diatomae, jasper, chert*), dan batuan endapan

organik berkarbon (batu bara). Endapan piroklastik berasal dari abu vulkanik, contohnya gelas vulkan.

3. Batuan Metamorf (Metamorfosa)

Batuan ini berasal dari batuan beku atau sedimen yang mengalami perubahan bentuk karena adanya perubahan suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Oleh karena suhu dan tekanan yang tinggi ini, kristal penyusun batuan tersebut mengalami rekristalisasi sehingga terbentuk batuan baru. Berbagai kondisi lingkungan juga mempengaruhi pembentukan batuan metamorf, di samping perbedaan tekanan dan suhu. Namun demikian, batuan metamorf dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. batuan metamorf berlembar (*foliated*); dan
- b. batuan metamorf tidak berlembar.

Struktur berlembar (*foliated*) terjadi akibat rekristalisasi dipengaruhi oleh tekanan-tekanan yang berbeda. Batuan metamorf berlembar kasar disebut *gneis*, contohnya granit gneis. Batuan metamorf yang berlembar sedang sampai halus disebut *skis*, contohnya mika skis. Batuan metamorf yang berlembar sangat halus disebut *filit*, contohnya kuarsa filit. Terdapat juga batuan metamorf yang tidak berlembar. Batuan metamorf tidak berlembar dibedakan dan diberi nama atas dasar bahan penyusun utamanya. Contoh batuan metamorf tidak berlembar adalah amfibolit (banyak mengandung hornblende dan plagioklas), kuarsit (berasal dari kuarsa), dan marmer (banyak mengandung kalsit atau dolomit). Batuan metamorf tidak berlembar ada yang mempunyai struktur berbutir, dan disebut *granulit*.

4. Bahan Induk Lain

Selain ketiga jenis batuan tadi terdapat juga abu vulkanik dan bahan organik, sebagai bahan pembentuk tanah. Abu vulkan kadang digolongkan juga sebagai batuan endapan piroklastik. Begitu juga bahan organik sebagai bahan induk tanah kadang digolongkan sebagai batuan endapan organik. Dikarenakan kondisi fisiknya yang tidak padu atau masif, kedua bahan induk ini lebih sering tidak digolongkan sebagai batuan. Abu vulkan adalah bahan letusan vulkan yang disemburkan ke udara dengan ukuran relatif halus. Contoh batuan yang terbentuk adalah batu apung. Bahan induk organik terbentuk di daerah yang memungkinkan terjadinya laju akumulasi bahan organik mati lebih cepat daripada laju dekomposisinya. Hal itu dapat terjadi

di daerah: (1) dataran rendah, daerah depresi, sekitar pantai, daerah pasang surut, atau (2) daerah pegunungan tinggi dengan aktivitas mikroba terhambat. Bahan induk organik menghasilkan tanah organik atau tanah gambut. Secara mendasar, pembentukan tanah organik atau tanah gambut di Indonesia terbentuk dikarenakan akumulasi bahan organik dalam kondisi jenuh air atau tergenang.

C. PROSES PELAPUKAN

Sebagaimana telah diuraikan, proses pembentukan tanah diawali oleh proses pelapukan atau *weathering*. Pelapukan dapat didefinisikan sebagai proses perubahan batuan induk dan bahan induk lainnya ke arah bentuk-bentuk yang lebih stabil. Pelapukan terjadi sebagai akibat adanya kondisi suhu, kelembaban dan aktivitas biologi yang bervariasi di permukaan bumi. Pelapukan akan lebih cepat terjadi apabila kondisi di permukaan bumi (di mana batuan dan bahan induk tersebut berada) berbeda jauh dengan kondisi di mana batuan dan bahan induk tersebut terbentuk (dalam perut bumi atau di dasar laut). Secara lebih rinci pelapukan dapat didefinisikan sebagai disintegrasi dan dekomposisi fisik dan kimia batuan dan bahan induk lainnya, yang terjadi karena mineral yang terkandung di dalamnya berada dalam kondisi tidak stabil di bawah kondisi suhu, tekanan dan kelembaban di lingkungan atmosfer-litosfer di mana saat ini batuan tersebut berada, menjadi bentuk yang lebih stabil pada kondisi tersebut.

Proses pelapukan merupakan awal pembentukan tanah. Dalam pelapukan, batuan atau bahan induk yang keras akan melapuk menjadi bahan-bahan yang lebih lunak dan lepas-lepas dan membentuk bahan yang baru yang disebut *regolit*. Bagian paling atas dari regolit, di mana perubahan yang terjadi paling besar, adalah tanah (mencakup horison A dan B). Dengan demikian, regolit mencakup horison A, B dan C.

Pelapukan dapat terjadi secara fisik, kimia dan biologi. Pada modul ini akan dijelaskan proses pelapukan fisik, pelapukan biologik-mekanik, pelapukan biologi, dan pelapukan kimia. Berbagai pelapukan ini bekerja secara bersama-sama dalam menghancurkan batu-batuan.

1. Pelapukan Fisik

Pelapukan fisik adalah perubahan batuan atau mineral menjadi bentuk yang lebih kecil tanpa mengubah susunan kimia dan mineraloginya.

Pelapukan fisik ini terjadi sebagai akibat pengaruh variasi suhu dan kelembaban batuan (misalnya perbedaan pada siang dan malam hari) sebagai akibat panas (terutama oleh matahari) dan kandungan air batuan. Variasi suhu dan kelembaban ini akan mengakibatkan batuan mengembang dan mengerut berulang, hingga mengakibatkan retakan-retakan dan pecahan-pecahan menjadi partikel yang lebih kecil. Di daerah dingin, air yang memasuki retakan dapat membeku sehingga menghasilkan kekuatan yang dapat memecah batuan. Masuknya air ke dalam retakan akan mengakibatkan terjadinya pelapukan lain, yaitu pelapukan kimia.

2. Pelapukan Biologik-Mekanik

Pelapukan biologik-mekanik terutama disebabkan oleh pertumbuhan akar tumbuh-tumbuhan di celah-celah retakan batuan. Batu-batuan yang retak dapat dimasuki oleh akar-akar tumbuh-tumbuhan. Akar yang masuk ke celah-celah retakan ini akan membesar secara perlahan dan menimbulkan kekuatan mekanik yang akan memecahkan batuan tersebut. Selain terhadap batuan, pelapukan biologik-mekanik ini juga terjadi pada bangunan-bangunan fisik yang ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan.

3. Pelapukan Biologi

Pelapukan batuan secara biologi adalah sebagai akibat pertumbuhan tumbuh-tumbuhan tingkat rendah, yaitu lumut dan ganggang. Lumut dan ganggang dapat dikatakan sebagai tumbuhan perintis karena kemampuannya untuk dapat tumbuh pada permukaan batuan yang keras. Perakaran tumbuh-tumbuhan tingkat tinggi yang telah berjangkar pada batu-batuan juga akan menyebabkan pelapukan biologi melalui eksudasi asam-asam organik dari aktivitas perakarannya.

4. Pelapukan Kimia

Pelapukan kimia adalah perubahan batuan menjadi batuan yang komposisi kimia dan atau mineraloginya berbeda dari keadaan asal. Pelapukan kimia merupakan proses transformasi batuan atau mineral menjadi bentuk ion-ion yang lebih stabil, di mana proses ini berjalan lambat. Pelapukan kimia berlangsung dalam 3 tahap, yaitu:

- a. hilangnya mineral dari batuan;
- b. perilaku atau perubahan mineral dalam batuan; dan
- c. pembentukan bahan baru hasil pelapukan.

Proses-proses kimia yang termasuk ke dalam pelapukan kimia yang utama adalah: hidrasi-dehidrasi, oksidasi-reduksi, hidrolisis, dan pelarutan. Proses pelapukan kimia penting lainnya adalah pertukaran ion, pengendapan, dan khelatisasi.

a. Hidrasi dan Dehidrasi

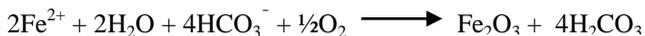
Hidrasi dan dehidrasi adalah proses penambahan atau penghilangan molekul air ke atau dari mineral. Yang patut diperhatikan di sini adalah bahwa molekul air tersebut adalah bagian integral dari mineral, bukan hanya sekedar air yang membasahi. Hasilnya adalah mineral baru. Contoh proses hidrasi dan dehidrasi adalah pada sistem anhidrit-gipsum dan hematit-limonit.

Hidrasi menyebabkan mineral menjadi lebih lunak dan menjadi lebih mudah mengalami pelarutan.



b. Oksidasi, Reduksi, dan Redoks

Oksidasi adalah proses unsur kehilangan elektron, yang menyebabkan meningkatnya valensi positif bagi unsur tersebut. Besi adalah unsur yang biasa teroksidasi dalam tanah atau lingkungan pelapukan. Oksidasi besi memberikan hasil berupa perubahan warna coklat kekuningan hingga merah. Sebagai agen pengoksidasi pada umumnya adalah oksigen yang larut dalam air. Perubahan biotit ke vermiculit adalah salah satu contoh pelapukan terutama karena oksidasi. Contoh reaksi oksidasi:



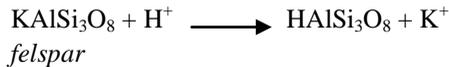
Reaksi reduksi adalah kebalikan dari oksidasi. Reduksi adalah proses unsur menerima elektron, sehingga muatannya berubah. Proses reduksi ini terjadi pada kondisi tanah jenuh air atau anaerob di mana keberadaan oksigen sangat rendah. Di dalam tanah, umumnya terjadi pada Fe^{3+} (feri) yang

membentuk Fe^{2+} (fero) yang mobilitasnya tinggi. Fero memberikan ciri warna tanah kelabu kehijauan atau hijau biru.

Redoks adalah proses reduksi dan oksidasi yang terjadi bergantian dan berulang. Dalam kondisi ini pembentukan mineral dipengaruhi pH dan Eh (potensial redoks). Dalam tanah, unsur yang banyak mengalami redoks adalah besi dan mangan. Reaksi redoks menyebabkan Fe dan Mn lepas dari mineral primer, lalu dapat membentuk karatan atau konkresi dalam horison tanah.

c. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses pelapukan kimia terpenting karena dapat mengakibatkan kehancuran dan modifikasi mineral yang mudah lapuk. Hidrasi adalah reaksi kimia yang terjadi pada mineral akibat bereaksi dengan H^+ yang berasal dari disosiasi air. Dalam hal ini, H^+ dalam larutan tanah dapat melarutkan senyawa-senyawa, baik dalam bentuk mineral sekunder maupun mineral primer, melalui mekanisme penggantian kation penyusun mineral dengan ion H. Adanya penggantian ini menyebabkan kerusakan pada struktur kristal sehingga memudahkan pelepasan kation-kation yang tidak tahan terhadap pelapukan.



d. Pelarutan

Proses pelarutan terutama berperan penting pada bahan induk batu kapur. Selain itu pelapukan juga terjadi pada garam-garam sederhana lain seperti klorida. Proses pelarutan menjadi semakin cepat apabila terdapat CO_2 terlarut dalam air. Reaksinya adalah sebagai berikut.

Pada daerah yang berbahan induk kapur, proses pelapukan menghasilkan geomorfologi *karst* di mana terdapat goa dan sungai bawah tanah.



D. PROSES PEMBENTUKAN TANAH

Sejalan dengan waktu, proses pelapukan bahan induk akan menyediakan unsur-unsur hara dari mineral yang mudah lapuk bagi pertumbuhan dan

kehidupan tumbuh-tumbuhan dan hewan sederhana. Siklus bahan organik dan siklus hara mulai terjadi, sehingga lambat laun terdapat penambahan dan pencampuran bahan organik pada permukaan tanah. Pelapukan menghancurkan dan melarutkan bahan induk (mineral primer), kemudian bahan yang terlarutkan ini akan membentuk padatan baru (mineral sekunder). Selanjutnya terjadilah berbagai proses pembentukan tanah (profil tanah).

Pembentukan tanah melibatkan banyak proses, namun dapat dipilah menjadi 4 kategori, yaitu:

1. Penambahan bahan ke dalam tanah; seperti penambahan bahan organik, endapan, berbagai unsur (C, N, dan S) dan gas (O_2 dan CO_2) dari atmosfer dan dalam air hujan, dan energi dari sinar matahari.
2. Kehilangan bahan dari dalam tanah; seperti kehilangan bahan organik (karena dekomposisi), air (karena evapotranspirasi), unsur hara (karena pencucian, denitrifikasi), dan lapisan tanah permukaan (karena erosi).
3. Perubahan bentuk (transformasi); seperti bahan organik kasar menjadi humus, penghalusan ukuran partikel tanah, pembentukan struktur, pelapukan mineral dan pembentukan mineral sekunder, dan pembentukan konkresi (bahan kasar oksida Fe atau Mn).
4. Perpindahan dalam solum (dari lapisan atas ke lapisan bawah); seperti pemindahan liat, humus, Al, Fe, berbagai unsur hara, garam-garam, dan bahan tanah (oleh hewan tanah seperti rayap).

Berbagai istilah proses pembentukan tanah dan pengertiannya disajikan dalam 1.3.

Tabel 1.3.
Berbagai Istilah dan Penjelasan Sebagian Besar
Proses-proses Pembentukan Tanah

No.	Proses (Kategori)	Penjelasan
1.	Eluviasi (4)	Pemindahan bahan tanah dari satu horison ke horison lain.
2.	Iluviasi (4)	Penimbunan bahan-bahan tanah dalam suatu horison
3.	Pencucian (<i>leaching</i>) (2)	Hilangnya basa-basa atau liat atau aluminium dan lain-lain keluar tanah.
4.	Pengkayaan (<i>enrichment</i>)(1)	Penambahan basa-basa atau unsur hara lainnya ke dalam tanah.
5.	Dekalsifikasi (4)	Pemindahan $CaCO_3$ dari tanah atau horison.
6.	Kalsifikasi (4)	Penimbunan $CaCO_3$ dalam suatu horison.

No.	Proses (Kategori)	Penjelasan
7.	Desalinisasi (4)	Pemindahan garam mudah larut dari tanah atau horison.
8.	Salinisasi (4)	Penimbunan garam mudah larut dalam suatu horison
9.	Dealkalinisasi (<i>solodisasi</i>)(4)	Pencucian ion Na dari tanah atau horison.
10.	Alkalinisasi (<i>solonisasi</i>) (4)	Penimbunan ion Na dalam suatu horison
11.	<i>Lessivage</i> (4)	Pencucian liat secara mekanik dari satu horison ke horison lain. Dapat terbentuk tanah Ultisol (Podsolik) atau Alfisol (Mediteran).
12.	Pedoturbasi (4)	Pencampuran secara fisik atau biologik beberapa horizon tanah yang telah terbentuk. Terjadi pada tanah Vertisol (Grumusol).
13.	Podzolisasi (silikasi) (3, 4)	Pemindahan Al dan Fe dan atau bahan organik dari satu horison ke horison lain secara kimia. Si tidak ikut pindah sehingga pada horison asal konsentrasinya akan meningkat. Dapat terbentuk tanah Spodosol (Podzol).
14.	Desilikasi (feralisasi, laterisasi, latosolisasi) (3, 4)	Pemindahan silika secara kimia keluar dari solum tanah sehingga konsentrasi Fe dan Al secara relatif meningkat. Dapat terbentuk tanah Oxisol (Laterit, Latosol).
15.	Gleisasi (3, 4)	Reduksi besi karena keadaan anaerob (jenuh air) sehingga terbentuk warna kelabu kehijauan dan kebiruan.
16.	<i>Littering</i> (1)	Akumulasi bahan organik di permukaan tanah. Umumnya terjadi pada hutan.
17.	Humifikasi (3)	Perubahan bahan organik kasar menjadi humus.
18.	Melanisasi (1, 4)	Pembentukan warna hitam (gelap) pada tanah karena pencampuran bahan organik dan bahan mineral. Dominan pada lapisan atas (horison A).
19.	Penguraian (3)	Penghancuran bahan mineral dan bahan organik
20.	Sintesis (3)	Pembentukan bahan baru dari hasil penguraian.
21.	Erosi (2)	Kehilangan bahan tanah dari lapisan atas.
22.	Pengendapan (1)	Penambahan bahan di permukaan tanah, biasanya dari erosi.

Keterangan: Angka dalam kurung pada kolom 2 menunjukkan kategori proses, yaitu (1) penambahan bahan ke dalam tanah, (2) kehilangan bahan dari dalam tanah, (3) perubahan bentuk, dan (4) perpindahan dalam solum.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan dengan kata-kata Anda sendiri bagaimana proses pembentukan tanah secara umum!
- 2) Uraikan secara singkat berbagai batuan pembentuk tanah!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Terdapat 5 faktor utama pembentukan tanah. Proses pembentukan tanah diawali oleh proses-proses pelapukan bahan induk tanah. Setelah bahan induk melapuk, selanjutnya terjadi berbagai proses pembentukan tanah yang menghasilkan profil tanah.
- 2) Terdapat 3 batuan pembentuk tanah, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf.



RANGKUMAN

Tanah menyebar di permukaan bumi sesuai dengan perubahan faktor-faktor pembentuknya, yaitu iklim, organisma, topografi, bahan induk, dan waktu. Faktor-faktor itu kemudian terlibat dalam proses pembentukan tanah yang mencakup proses-proses fisik, kimia, dan biologi. Tanah terdiri dari bahan padatan, cair dan gas. Tanah berasal dari bahan induk mineral (batuan) atau bahan induk organik. Secara umum batuan dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

Agar dapat membentuk tanah, batuan induk dan bahan induk organik perlu mengalami pelapukan secara fisik, kimia dan biologi. Proses-proses pelapukan ini dibagi menjadi proses pelapukan fisik, pelapukan biologik-mekanik, pelapukan biologi, dan pelapukan kimia. Berbagai pelapukan ini bekerja secara bersama-sama dalam menghancurkan batu-batuan.

Proses pelapukan akan menyediakan unsur-unsur hara dari mineral yang mudah lapuk bagi pertumbuhan dan kehidupan tumbuh-tumbuhan dan hewan sederhana. Keberadaan tumbuh-tumbuhan dan hewan ini akan mempercepat proses pembentukan profil tanah. Pembentukan tanah melibatkan banyak proses, namun dapat dipilah menjadi 4 kategori,

yaitu: penambahan bahan, kehilangan bahan, perubahan bentuk, dan pemindahan dalam solum.



TES FORMATIF 2

Pilih satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Yang dimaksud dengan batuan beku masam adalah batuan dengan ciri
 - A. $\text{pH} < 7$
 - B. kadar SiO_2 rendah
 - C. $\text{pH} > 7$
 - D. kadar SiO_2 tinggi
- 2) Tanah merupakan fungsi dari
 - A. bahan induk
 - B. warna batuan
 - C. jumlah bahan organik
 - D. kekerasan mineral
- 3) Batuan endapan klastik berasal dari
 - A. pengendapan bahan-bahan yang terlarut
 - B. pengendapan yang disebabkan oleh jasad hidup
 - C. penumpukan bahan organik
 - D. pengendapan partikel-partikel padatan yang terangkut dari tempat lain.
- 4) Berikut ini adalah batuan beku
 - A. marmer
 - B. batu kapur
 - C. granit
 - D. granit gneis
- 5) Kalsit adalah
 - A. CaCO_3
 - B. $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$
 - C. CaSO_4
 - D. CaO

- 6) Tanah gambut terbentuk dari bahan induk
 - A. batu kapur
 - B. batuan beku
 - C. bahan organik
 - D. regolit

- 7) Pecahnya batuan dikarenakan oleh pertumbuhan akar yang berada pada rekahnya termasuk pelapukan secara
 - A. fisik
 - B. kimia
 - C. biologi
 - D. biologik-mekanik

- 8) Di dalam tanah, besi dapat berubah warna dari coklat kekuningan hingga merah menjadi biru kelabu, atau sebaliknya. Hal ini menunjukkan di dalam tanah terjadi reaksi
 - A. eluviasi
 - B. oksidasi dan reduksi (redoks)
 - C. hidrasi
 - D. pelarutan

- 9) Proses perpindahan bahan dari satu horison ke horison lain dalam tanah disebut
 - A. eluviasi
 - B. iluviasi
 - C. pencucian
 - D. pengendapan

- 10) Sedangkan proses hilangnya unsur hara dari dalam tanah disebut
 - A. eluviasi
 - B. iluviasi
 - C. pencucian
 - D. pengendapan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

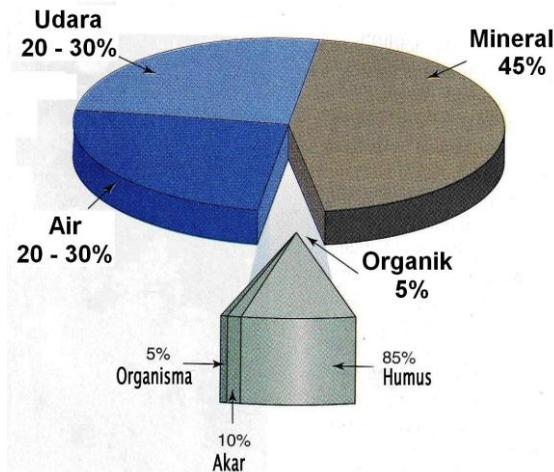
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3

Komponen Tanah

Sebagaimana telah Anda pelajari pada Kegiatan Belajar 2 modul ini, bahwa tanah merupakan benda alami yang terbentuk dari bahan induk sebagai hasil kerja iklim, organisme (jasad hidup) dan topografi (relief) setempat dalam waktu tertentu. Oleh karena itu maka tanah memiliki komposisi penyusun yang beragam, yang terdiri dari 3 fase, yaitu bahan (fase) padatan, cairan dan gas. Secara umum bahan padatan menyusun sekitar 50% bahan tanah, dan 50% lagi berupa cairan dan gas. Bahan padatan terbagi menjadi sekitar 45% bahan mineral dan 5% bahan organik. Bahan cairan (air) dan gas (udara) secara bersama-sama dan bergantian mengisi pori-pori tanah, masing-masing dengan kisaran 20-30%.



Gambar 1.3.

Bahan Penyusun Tanah Secara Umum

Semua bahan tanah ini saling mempengaruhi dan menentukan sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, sifat kimia, maupun sifat biologi tanah. Reaksi-reaksi yang terjadi pada bahan padatan mempengaruhi kualitas udara dan air. Udara dan air melapukkan padatan. Bahan organik dengan kandungan jasad hidupnya mengkatalis banyak reaksi dalam tanah. Dikarenakan semakin

disadari pentingnya jasad renik tanah dalam menentukan kualitas tanah, jasad hidup tanah kadang digolongkan sebagai fase yang keempat, selain dari padatan, cairan dan gas.

A. BAHAN PADATAN TANAH

Bahan padatan pada tubuh tanah dapat dikelompokkan menjadi bahan mineral (anorganik) dan bahan organik. Tidak semua bahan padatan tubuh tanah ini dimasukkan sebagai bahan tanah. Bahan padatan anorganik pada tubuh tanah dapat dibedakan menjadi komponen yang memiliki ukuran > 2 mm dan ukuran ≤ 2 mm. Komponen anorganik yang berukuran > 2 mm yang mencakup kerikil dan batu atau bahan kasar lainnya, tidak digolongkan sebagai bahan tanah. Hanya komponen anorganik yang berukuran ≤ 2 mm yang termasuk sebagai bahan tanah. Berdasarkan kisaran ukurannya, bahan anorganik yang berukuran ≤ 2 mm dapat dipisahkan menjadi pasir, debu dan liat. Demikian pula halnya bahan organik tubuh tanah, tidak semuanya termasuk bahan tanah. Serasah yang terdapat di permukaan tanah, tidak termasuk bahan organik tanah.

1. Bahan Mineral (Anorganik) Tanah

Bahan mineral tanah terutama berada dalam bentuk senyawa anorganik dengan struktur kristalin tertentu yang disebut mineral. Jumlah dan jenis mineral tanah sebenarnya tidak banyak. Bahan mineral tanah dapat dibedakan atas dasar:

- a. ukuran;
- b. tingkat pelapukan; dan
- c. komposisi mineral.

Berdasarkan ukurannya, bahan mineral tanah dibedakan dalam 3 fraksi utama, yaitu:

- 1) fraksi kasar ($2 - 0.05$ mm) yang disebut pasir;
- 2) fraksi halus ($0.05 - 0.002$ mm) yang disebut debu; dan
- 3) fraksi sangat halus (< 0.002 mm atau $< 2 \mu\text{m}$) yang disebut sebagai liat.

Berdasarkan tingkat pelapukannya, bahan mineral tanah dapat dibedakan sebagai:

- 1) mineral primer, dan
- 2) mineral sekunder.

Mineral primer merupakan hasil pelapukan batuan beku, sedimen dan metamorf yang terutama melapuk secara fisik (ukuran menjadi lebih halus) sehingga belum banyak mengalami perubahan komposisi kimiawi. Mineral primer umumnya dijumpai dalam fraksi pasir dan debu, meskipun dapat juga dijumpai pada fraksi liat dari tanah-tanah yang belum terlapuk lanjut atau tanah muda. Mineral primer yang paling banyak dijumpai dalam tanah adalah kuarsa (SiO_2) dan felspar (MAlSi_3O_8) di mana M menunjukkan kombinasi kation Na^+ , K^+ dan Ca^{2+} . Mineral primer lain yang sedikit dijumpai dalam tanah adalah mika, piroksen, amfibol, dan olivin. Mineral sekunder terbentuk setelah batuan mengalami pelapukan melalui reaksi pada suhu rendah (di atas permukaan bumi), atau berasal langsung dari batuan beku yang memang sudah tersusun dari mineral sekunder. Fraksi liat tanah terutama tersusun dari mineral sekunder. Mineral sekunder yang umum dijumpai dalam sistem tanah adalah mineral liat silikat berlapis (seperti kaolinit, haloisit, montmorilonit), berbagai oksida-oksida, mineral belerang dan mineral karbonat.

Pada tingkat pelapukan tanah yang lebih lanjut, selain mineral primer dan mineral sekunder, pada fraksi mineral yang lebih halus akan dapat dijumpai komponen yang disebut sebagai mineral oksida dan hidrous oksida. Mineral ini terbentuk setelah tanah semakin kehilangan silikon (Si) dikarenakan pencucian. Residu fraksi halus tanah kemudian diperkaya oleh oksida dan hidrous oksida dari aluminium, besi, mangan dan titanium yang beragam mulai dari amorf sampai kristalin.

Mineral belerang dan mineral karbonat terbentuk dalam kondisi khusus dalam tanah. Mineral belerang utama dalam tanah adalah pirit (FeS_2) dan gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Pirit merupakan mineral yang dapat terbentuk pada tanah dataran pantai pada kondisi reduktif, sedangkan gipsum banyak terbentuk pada tanah-tanah di daerah semiarid dan arid. Mineral karbonat tanah yang paling banyak dijumpai adalah kalsit (CaCO_3). Kalsit umum dijumpai pada tanah-tanah daerah semiarid dan arid, tetapi kadang-kadang terdapat juga pada lapisan bawah tanah daerah humid yang berkembang dari bahan induk batu kapur.

Dari segi komposisi mineralnya, bahan mineral tanah didominasi oleh mineral liat silikat dan oksida-oksida. Sebagaimana telah diuraikan di atas,

fraksi pasir dan debu terutama tersusun dari mineral primer kuarsa dan felspar. Mineral pada fraksi liat yang terpenting adalah mineral sekunder liat silikat berlapis yang digolongkan sebagai koloid yang sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah. Mineral berukuran liat dan tidak berlapis yang paling penting dalam tanah adalah oksida dan hidrous oksida dari Al dan Fe, dan aluminosilikat amorf seperti alofan.

2. Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah merupakan akumulasi sisa tanaman dan hewan yang telah terdekomposisi dan tercampur dalam tanah. Bahan organik yang dimaksud di sini adalah terutama adalah humus, yang berasal dari dekomposisi jaringan makhluk hidup yang sudah mati. Walaupun dapat juga berasal dari hewan, sumber utama dari komponen organik tanah adalah tanaman. Pada tanah-tanah pertanian, sumber bahan organik juga berasal dari penambahan yang dilakukan oleh petani berupa pupuk kandang, sisa-sisa serasah tanaman yang dibudidayakan, dan sisa-sisa dari gulma.

Humus merupakan senyawa yang tidak mudah hancur, berwarna coklat kehitaman, mempunyai daya menahan unsur hara dan air yang tinggi. Pada umumnya humus berada di lapisan atas tanah atas yang dikenal sebagai horison A. Kandungan bahan organik tanah umumnya berkisar antara 0,5 hingga 5% dan dapat mencapai hampir 100% pada beberapa tanah gambut. Meskipun umumnya jumlahnya lebih rendah dibandingkan bahan mineral (anorganik), bahan organik sering kali sangat menentukan sifat dan ciri tanah.

Bagaimana sisa tanaman atau hewan (bahan organik) ini menjadi bahan organik tanah? Begitu sisa tanaman atau hewan masuk ke dalam tanah, mikroorganisma mulai bekerja dengan mendekomposisi bahan-bahan tersebut baik sebagai sumber makanan maupun energi. Senyawa yang terdapat dalam bahan organik dapat meliputi karbohidrat, protein dan turunannya, lemak, selulosa, lignin, tannin dan lain sebagainya, disebut sebagai bahan non-humus. Hasil akhir dari dekomposisi bahan organik adalah polimer baru yang disebut humus. Selain menghasilkan humus, dekomposisi juga menyisakan senyawa non-humus terutama yang tahan terhadap dekomposisi, seperti selulosa, lignin, dan tanin. Secara bersama-sama, humus dan bahan non-humus sisa dekomposisi ini menyusun bahan organik tanah. Karena sulit dipisahkan, maka semua hasil dekomposisi bahan organik disebut sebagai humus. Selain humus yang menyusun 85% bahan organik tanah, terdapat 2 fraksi bahan organik tanah lagi, yaitu akar dan

fraksi halus tanaman yang relatif belum terdekomposisi sebanyak 10%, dan jasad hidup renik (mikrob) tanah sebanyak 5%.

Selain dapat dibedakan sebagai senyawa non-humus dan humus, bahan organik tanah dapat juga dibedakan secara morfologi sebagai:

- a. bahan organik kasar, dan
- b. bahan organik halus.

Bahan organik kasar masih memperlihatkan adanya anatomi tanaman, sedangkan bahan organik halus (terdekomposisi sempurna) sudah tidak dapat dikenali lagi adanya struktur tanaman. Bahan organik kasar terutama penting dalam hubungannya dengan sifat fisik tanah (seperti terhadap penurunan bobot isi tanah, pembentukan struktur tanah, dan meningkatkan ruang pori tanah, meningkatkan kadar air tanah) dan sifat biologi tanah (terutama dalam aktivitas mikrob tanah). Sebaliknya bahan organik halus, terutama yang telah memiliki sifat-sifat koloidal, dapat mempengaruhi baik sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah.

Kandungan bahan organik pada berbagai tanah sangat bervariasi. Tanah-tanah Andosol alami di daerah pegunungan, dapat mengandung bahan organik lebih dari 5%. Tanah-tanah bertekstur kasar dan tanah-tanah pertanian yang digunakan secara intensif tanpa pengembalian cukup bahan organik dapat mengandung bahan organik kurang dari 1%. Tanah-tanah yang berdrainase buruk di daerah dataran banjir, dapat mengandung bahan organik lebih dari 10%. Pada tanah gambut, bahan organik bahkan dapat mendekati 100%. Walaupun pada umumnya lapisan permukaan tanah mineral hanya mengandung sedikit bahan organik, sifat koloidal aktif dari bahan organik berpengaruh nyata terhadap sifat-sifat tanah.

Bahan organik berperan pada pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Fungsi bahan organik ini dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- 1) fungsi hara; yaitu sebagai sumber hara, terutama N, P, S, B, Zn dan unsur mikro lainnya bagi pertumbuhan tanaman;
- 2) fungsi biologi; yaitu secara nyata mempengaruhi aktivitas mikrob tanah;
- 3) fungsi fisik; yaitu menunjang pembentukan struktur tanah yang baik, mengemburkan tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan air, dan meningkatkan infiltrasi tanah; dan
- 4) fungsi kimia; yaitu sebagai penyumbang sifat aktif koloid tanah, dan meningkatkan kapasitas penyangga tanah.

Beberapa sifat humus dan pengaruhnya terhadap tanah disajikan pada Tabel 1.4.

Akhir-akhir ini semakin diyakini bahwa pengelolaan yang tepat bahan organik tanah merupakan kunci pertanian berkelanjutan. Dengan memaksimalkan pengembalian residu tanaman dan dengan meminimalkan pengolahan tanah (*tillage*), pengaruh bahan organik terhadap pengurangan erosi, stabilisasi struktur tanah, peningkatan siklus hara dan pengaruh positif lainnya, keberlanjutan usaha tani dapat lebih diharapkan.

3. Koloid Tanah

Pada bahan padatan tanah terdapat bagian yang paling reaktif yang disebut sebagai koloid tanah. Koloid adalah fase padatan yang terdiri atas partikel sangat halus dengan ukuran mendekati ukuran molekul, tetapi tidak pernah mencapai ukuran tersebut. Batas atas ukuran koloid adalah 0.2 μm dan batas bawahnya mendekati 5 nm. Dikarenakan ukurannya yang halus koloid memiliki muatan listrik dan total luas permukaan per satuan berat yang sangat besar. Oleh karena itu koloid tanah merupakan bagian yang paling reaktif dalam reaksi-reaksi dalam tanah.

Koloid tanah terbagi dua, yaitu koloid mineral dan koloid organik. Walaupun batas atas ukuran koloid adalah 0.2 μm , fraksi liat mineral tanah (ukuran < 2 μm atau 0.002 mm) seluruhnya dianggap sebagai koloid tanah. Bahan organik tanah dan fase padat bahan tumbuhan juga dijumpai dalam kondisi koloidal. Humus, protoplasma dan dinding sel, misalnya, menunjukkan banyak sifat dan ciri dari sistem koloid.

Dalam interaksinya dengan pelarutnya, koloid dapat dibedakan sebagai koloid *lyofobik* (tidak suka pelarut), yaitu koloid yang tidak dapat berinteraksi dengan pelarutnya. Sebaliknya disebut sebagai *lyofilik*, yaitu koloid yang suka berinteraksi dengan pelarutnya. Apabila pelarutnya adalah air, maka istilah tersebut menjadi *hidrofobik* (tidak suka air), sehingga koloid.

Tabel 1.4.
Sifat Umum Humus dan Pengaruhnya terhadap Tanah

Sifat	Keterangan	Pengaruh terhadap tanah
Warna	Warna gelap tipikal kebanyakan tanah disebabkan oleh bahan organik.	Memudahkan pemanasan tanah.
Retensi air	Bahan organik dapat menahan air 20 kali lipat beratnya.	Membantu pencegahan pengeringan dan pengerutan. Meningkatkan kemampuan penahan kelembaban terutama tanah pasir/ berpasir.
Kombinasi dengan mineral liat	Penyemen partikel tanah menjadi agregat.	Memungkinkan pertukaran gas. Menstabilisasi struktur. Meningkatkan permeabilitas.
Pengkelatan	Membentuk kompleks stabil dengan Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , dan kation polivalen lain.	Meningkatkan ketersediaan hara mikro.
Kelarutan dalam air	Ketidaklarutan bahan organik dalam air disebabkan oleh asosiasinya dengan liat. Asosiasi bahan organik dengan garam kation divalen dan trivalen juga tidak larut.	Sedikit kehilangan bahan organik karena pencucian.
Daya sangga	Bersifat menyangga dalam kisaran agak masam, netral dan alkalin.	Membantu mempertahankan reaksi/ kemasaman yang seragam dalam tanah.
Pertukaran kation	Total kemasaman humus berkisar dari 300 sampai 1400 cmoles/kg.	Meningkatkan kapasitas tukar kation tanah. Dari 20 sampai 70% KTK kebanyakan tanah disebabkan oleh bahan organik.
Mineralisasi	Dekomposisi bahan organik menghasilkan CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , dan SO_4^{2-} .	Sumber hara bagi pertumbuhan tanaman.

ini dalam medium air akan *terflokulasi* (menggumpal atau menonjot). Sebaliknya adalah koloid *hidrofilik* yang dalam medium air tidak dapat *terflokulasi*, tetapi *terdispersi* (menyebar). Koloid organik umumnya bersifat hidrofilik, sedangkan koloid mineral liat bersifat hidrofobik. Kebanyakan koloid organik memiliki gugus-gugus yang bersifat baik hidrofobik maupun hidrofilik, seperti fosfolipid dan asam amino. Koloid demikian disebut sebagai koloid *amfifilik*. Sebutan untuk bahan yang banyak mengandung

koloid amfifilik adalah surfaktan. Deterjen (sabun) merupakan surfaktan buatan.

B. BAHAN CAIRAN (LARUTAN TANAH)

Bahan cairan yang dimaksud di sini disebut sebagai larutan tanah, yaitu air yang terdapat dalam tanah bersama bahan-bahan yang terlarut di dalamnya. Dalam larutan tanah, terkandung bahan-bahan terlarut berupa kation, anion ataupun molekul, termasuk di dalamnya unsur-unsur hara. Sumber utama air tanah adalah air hujan atau air irigasi yang ditahan oleh partikel tanah secara *adhesi* dan *kohesi*. Air juga dapat tertahan di dalam tanah karena adanya lapisan yang tidak dapat ditembus (lapisan kedap) air pada lapisan bawah, atau karena drainase tanah yang buruk. Air pada lapisan bawah dapat menjadi air tanah karena gaya kapiler.

Kandungan air dalam tanah disebut sebagai kadar air tanah. Tingginya kadar air dalam tanah dipengaruhi oleh tekstur, bahan organik, jenis vegetasi penutup tanah, dan tinggi muka air tanah. Selain ditahan oleh partikel tanah, larutan tanah juga mengisi ruang pori mikro tanah, yaitu ruang pori yang berada di dalam unit-unit struktur tanah.

Dalam hubungannya dengan ketersediaan air tanah untuk tanaman, dikenal dua jenis kadar air tanah, yaitu kadar air *kapasitas lapang* dan kadar air *titik layu permanen*. Kadar air kapasitas lapang adalah kadar air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah dalam kondisi lapang. Keadaan ini dapat dicapai pada saat tanah mengalami penambahan jumlah air berlebih dari kemampuan maksimumnya untuk menahan air tersebut, kemudian air yang berlebih ini keluar dari tanah dikarenakan gaya gravitasi. Kandungan air maksimum setelah air berlebih hilang oleh gaya gravitasi inilah yang disebut kadar air kapasitas lapang. Dalam keadaan ini air tanah dalam keadaan cukup untuk diserap akar tanaman agar pertumbuhannya baik. Adapun kadar air titik layu permanen adalah keadaan di mana air tanah dalam keadaan sangat kurang, ditahan kuat oleh partikel tanah sehingga akar tanaman tidak dapat menyerapnya, dan akibatnya tanaman menjadi layu permanen, dan selanjutnya mati. Selisih jumlah air pada kadar air kapasitas lapang dengan jumlah air pada kadar air titik layu permanen disebut sebagai *air tersedia*, yaitu jumlah air yang dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan.

C. BAHAN GAS (UDARA TANAH)

Selain air, yang juga mengisi pori tanah adalah bahan gas. Pada umumnya bahan gas menempati ruang pori makro (pori > 10 μm), yaitu ruang yang ada di antara unit-unit struktur tanah. Susunan gas yang terdapat dalam udara tanah ditentukan oleh hubungan antara tanah-air-tanaman. Gas-gas utama penyusun udara tanah sama dengan gas-gas penyusun udara atmosfer, yaitu CO_2 , O_2 dan gas-gas nitrogen. Namun demikian dikarenakan adanya proses respirasi akar dan mikroba tanah, serta dekomposisi bahan organik, kandungan CO_2 udara tanah lebih tinggi dari kandungan CO_2 atmosfer; sebaliknya kandungan O_2 udara tanah lebih rendah dari kandungan O_2 atmosfer. Pada tanah yang tergenang atau dalam kondisi air berlebih, kandungan O_2 bahkan dapat lebih rendah lagi. Pada kondisi anaerob (kekurangan oksigen), udara tanah dapat mengandung gas CH_4 dan H_2S . Adapun kandungan gas-gas nitrogen pada keduanya relatif sama. Selain itu udara tanah memiliki kandungan uap air lebih tinggi daripada di atmosfer (kelembaban nisbi dapat mencapai 100%). Bahan gas dalam tanah selain berasal dari difusi gas atmosfer juga berasal dari aktivitas akar maupun organisme tanah. Tabel berikut menunjukkan perbandingan susunan gas-gas utama udara tanah dan atmosfer.

Tabel 1.5.

Perbandingan Susunan Gas-gas Utama Udara Tanah dan Atmosfir (% volume)

	O_2	CO_2	Gas N
Udara Tanah	< 20,6	> 0,2	\approx 79
Atmosfir	20,95	0,03	79

Permasalahan utama yang dihadapi pada komposisi udara tanah adalah kekurangan O_2 dan kelebihan CO_2 . Walaupun kadar CO_2 yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan keracunan, lebih diyakini bahwa kekurangan O_2 lebih berpengaruh terhadap tumbuh-tumbuhan. Kandungan O_2 kurang dari 15% dapat menghambat penyerapan hara, dan kandungan O_2 sebesar 5 – 10% dapat mengakibatkan kegagalan pertumbuhan akar. Satu-satunya proses yang dapat memperbaiki susunan udara tanah adalah proses aerasi, yaitu kemudahan pertukaran udara tanah dengan udara atmosfer.

Aerasi mempunyai pengaruh terhadap banyak reaksi biokimia tanah. Bila kandungan O_2 cukup, maka akan terjadi reaksi aerobik. Sebaliknya bila aerasi tanah buruk, kandungan O_2 sangat rendah maka reaksi anaerob yang terjadi. Pertukaran gas atau aerasi antara udara tanah dan atmosfer terjadi melalui difusi dan aliran massa. Difusi merupakan proses yang utama. Difusi adalah gerakan gas secara kontinu sebagai akibat perbedaan konsentrasi. Aliran massa gas terjadi karena selisih tekanan antara udara tanah dan atmosfer. Banyaknya gas yang dipertukarkan ditentukan oleh suhu tanah dan suhu udara, tekanan udara, dan gerakan air.

D. INTERAKSI ANTAR KOMPONEN TANAH DAN DENGAN LINGKUNGAN

Terdapat interaksi antara berbagai komponen tanah. Interaksi padatan tanah dengan larutan tanah sangatlah kuat sehingga sebagian air dan ion dalam larutan tanah kadang tidak dapat secara tegas dikatakan sebagai bagian dari larutan atau padatan. Larutan tanah merupakan pusat interaksi, karena berperan sebagai perantara pada hampir semua reaksi dalam tanah dan karena hubungannya dengan organisme hidup dan lingkungan. Larutan tanah, padatan tanah, dan udara tanah juga berinteraksi dengan lingkungannya.

Tanah merupakan sumber debu (*dust* atau *partikulat*) dan sekaligus penerima beragam materi dari udara yang tercipta secara alami maupun oleh manusia. Dalam siklus air, hujan jatuh ke permukaan tanah bersama bahan terlarut seperti NaCl, nitrat dan amoniak. Namun kemudian hanya air murni yang teruapkan, tanpa membawa bahan-bahan terlarut.

Interaksi antara tanah dengan atmosfer dan air perkolasi, walaupun tidak kentara, sangat menentukan komposisi atmosfer dan air bawah tanah. Interaksi ini juga penting dalam proses pembersihan udara dan air setelah terpolusi, baik secara alami ataupun akibat ulah manusia.

Interaksi antara gas-gas dengan tanah tidaklah begitu nyata namun penting dalam mempertahankan komposisi udara tanah. Gas-gas asing bagi atmosfer dijerap oleh tanah dan tumbuhan. Tanah juga melepaskan gas-gas, termasuk H_2O dan CO_2 dari proses dekomposisi bahan organik, serta N_2 dan N_2O dari denitrifikasi. Tanah telah mempengaruhi lingkungan sejak terbentuknya bumi, dan sebaliknya tanah juga telah dipengaruhi oleh lingkungan.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Uraikan dengan kata-kata Anda sendiri apa yang dimaksud dengan bahan padatan tanah!
- 2) Uraikan dengan kata-kata Anda sendiri apa yang dimaksud dengan larutan tanah!
- 3) Uraikan dengan kata-kata Anda sendiri apa yang dimaksud udara tanah!

Petunjuk Jawaban Latihan

Tidak ada petunjuk khusus untuk ketiga pertanyaan tersebut di atas. Untuk dapat menjawabnya, Anda harus mempelajari dan mengerti bahan pada Modul 1 Kegiatan Belajar 3 ini.



RANGKUMAN

Secara umum, tanah memiliki komposisi penyusun yang terdiri dari bahan padatan, bahan cairan, dan gas. Secara umum bahan padatan menyusun sekitar 50% bahan tanah, dan 50% lagi berupa cairan dan gas. Bahan padatan terbagi menjadi sekitar 45% bahan mineral dan 5% bahan organik. Bahan cairan (air) dan gas (udara) secara bersama-sama dan bergantian mengisi pori-pori tanah, masing-masing dengan kisaan 20-30%.

Bahan padatan tanah terbagi menjadi bahan mineral (anorganik) dan bahan organik. Bahan padatan anorganik pada tubuh tanah dapat dibedakan menjadi komponen yang memiliki ukuran > 2 mm dan ukuran ≤ 2 mm. Komponen anorganik yang berukuran > 2 mm yang mencakup kerikil dan batu atau bahan kasar lainnya, tidak digolongkan sebagai bahan tanah. Hanya komponen anorganik yang berukuran ≤ 2 mm yang termasuk sebagai bahan tanah. Bahan mineral atau anorganik tanah dapat dibedakan berdasarkan ukuran, tingkat pelapukan, dan komposisi mineralnya. Bahan organik tanah dapat dibedakan sebagai bahan mon-humus dan humus. Humus merupakan hasil akhir dari dekomposisi bahan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang terdapat dalam tanah. Bahan organik tanah dapat juga dibedakan menjadi bahan organik kasar dan

bahan organik halus. Walaupun secara umum bahan organik tanah hanya menyusun sebagian kecil dari padatan tanah, pengaruhnya terhadap sifat tanah sangat besar. Bagian padatan yang penting dalam menentukan karakteristik tanah adalah koloid tanah.

Bahan cairan tanah adalah larutan tanah, yaitu air yang terdapat dalam tanah bersama bahan-bahan yang terlarut di dalamnya. Dalam larutan tanah, terkandung bahan-bahan terlarut berupa kation, anion ataupun molekul, termasuk di dalamnya unsur-unsur hara. Sumber utama air tanah adalah air hujan atau air irigasi yang ditahan oleh partikel tanah secara *adhesi* dan *kohesi*. Air juga dapat tertahan di dalam tanah karena adanya lapisan yang tidak dapat ditembus (lapisan kedap) air pada lapisan bawah, atau karena drainase tanah yang buruk. Air pada lapisan bawah dapat menjadi air tanah karena gaya kapiler.

Udara dan larutan tanah mengisi pori-pori tanah. Udara tanah terutama mengisi pori-pori makro. Susunan gas yang terdapat dalam udara tanah ditentukan oleh hubungan antara tanah-air-tanaman. Kandungan CO₂ udara tanah lebih tinggi dari kandungan CO₂ atmosfer. Sebaliknya kandungan O₂ udara tanah lebih rendah dari kandungan O₂ atmosfer. Rendahnya kandungan O₂ udara tanah lebih berbahaya bagi tumbuhan dibandingkan dengan tingginya kandungan CO₂ udara tanah. Satu-satunya proses yang dapat memperbaiki komposisi udara tanah adalah aerasi tanah.

Terdapat interaksi yang saling mempengaruhi antar berbagai komponen penyusun tanah dan antara tanah dengan lingkungan. Dalam tanah, larutan tanah merupakan pusat interaksi. Tanah telah mempengaruhi lingkungan sejak terbentuknya bumi, dan sebaliknya tanah juga telah dipengaruhi oleh lingkungan.



TES FORMATIF 3

Pilih satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Bahan padatan tanah mencakup
 - A. bahan mineral dan larutan tanah
 - B. bahan mineral dan bahan induk
 - C. bahan mineral dan bahan organik
 - D. semua benar

- 2) Bahan padatan mineral yang termasuk sebagai bahan tanah adalah
 - A. bahan mineral dalam tanah dalam semua ukuran
 - B. bahan mineral berukuran ≤ 2 mm

- C. bahan mineral berukuran > 2 mm
 - D. bahan mineral berukuran < 2 μ m
- 3) Bahan padatan mineral yang berukuran < 2 μ m disebut sebagai
- A. liat
 - B. pasir
 - C. debu
 - D. kerikil
- 4) Mineral yang terbentuk melalui pelapukan batuan pada suhu rendah (di permukaan bumi) disebut sebagai
- A. mineral primer
 - B. mineral sekunder
 - C. mineral tersier
 - D. batuan beku
- 5) Sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mengalami dekomposisi dan membentuk polimer baru yang disebut sebagai
- A. bahan organik kasar
 - B. bahan organik halus
 - C. humus
 - D. non-humus
- 6) Bahan organik tanah berperan penting dalam sifat fisik tanah, *kecuali*
- A. membantu pembentukan struktur tanah
 - B. merupakan sumber hara nitrogen dan belerang
 - C. meningkatkan kadar air tanah
 - D. menurunkan bobot isi tanah
- 7) Pernyataan berikut yang tidak benar berkenaan dengan koloid tanah adalah
- A. bahan padatan tanah yang paling reaktif dalam reaksi-reaksi tanah
 - B. hanya berasal dari bahan mineral tanah
 - C. semua partikel liat tanah termasuk koloid tanah
 - D. apabila dapat berinteraksi dengan pelarutnya disebut koloid lyofilik
- 8) Pernyataan berikut yang tidak benar berkenaan dengan udara tanah adalah
- A. gas-gas penyusun utamanya sama dengan udara atmosfer
 - B. kandungan gas O₂-nya lebih rendah dari udara atmosfer
 - C. pada keadaan anaerob, dapat mengandung gas CH₄ dan H₂S
 - D. tidak mengandung gas nitrogen

- 9) Pertukaran gas antara udara tanah dan udara atmosfer terjadi melalui proses
- A. aliran massa
 - B. difusi
 - C. a dan b benar
 - D. a dan b salah
- 10) Dalam interaksi antar komponen tanah dan antara tanah dengan lingkungan, yang menjadi pusat interaksi adalah
- A. padatan tanah
 - B. larutan tanah
 - C. udara tanah
 - D. lingkungan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) D
- 2) B
- 3) C
- 4) B
- 5) A
- 6) B
- 7) C
- 8) D
- 9) B
- 10) A

Tes Formatif 2

- 1) A
- 2) B
- 3) D
- 4) C
- 5) A
- 6) C
- 7) D
- 8) B
- 9) A
- 10) C

Tes Formatif 3

- 1) C
- 2) B
- 3) A
- 4) B
- 5) C
- 6) B
- 7) B
- 8) D
- 9) C
- 10) B

Daftar Pustaka

- Anwar, S. dan U. Sudadi. (2007). *Kimia Tanah*. Bogor: Bagian Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Brady, N.C. (1990). *The Nature and Properties of Soils*. 10th edition. New York: Macmillan Publ. Co., NY.
- Goeswono, S. (1983). *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, IPB.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Edisi revisi. Akademika Pressindo.
- Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation*. New York: McGraw-Hill.
- Poerwowidodo. (1991). *Genesa Tanah: Batuan Pembentuk Tanah*. Jakarta: CV Rajawali.
- Steiner, K.G. (1996). *Causes of Soil Degradation and Development Approaches to Sustainable Soil Management*. Margraf Verlag, Weikersheim.
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: Kanisius.