



KERJASAMA
DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA
DENGAN
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA



MODUL

MATA PELAJARAN IPA

Sifat Fisika, Kimia, dan Biologi Tanah



untuk kegiatan

PELATIHAN PENINGKATAN MUTU GURU

DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA

TAHUN 2017

SIFAT FISIKA, KIMIA, DAN BIOLOGI TANAH

A. PENGANTAR

Tanah bagi tumbuhan tidak hanya sebagai media tempat berjangkarnya akar, tetapi tanah adalah media dimana akar tanaman dapat menyerap air, nutrisi dan oksigen. Tanah juga menjadi habitat hidup bagi mikroorganisme. Bagi sebagian besar hewan darat, tanah menjadi tempat untuk hidup dan bergerak. Pengelolaan tanah haruslah bertumpu kepada perbaikan dan pemeliharaan kesuburan tanah, baik fisik, kimia maupun biologi sehingga tanaman yang tumbuh akan subur dan produktif. Materi ini diperlukan untuk memahami bahwa pertumbuhan tanaman dan hasil panen yang diperoleh pada dasarnya merupakan pengaruh yang berkaitan antara sifat genetik tanaman dan pengaruh faktor luar dimana tanaman tersebut tumbuh.

Pada materi Sifat Fisika, Kimia dan Biologi tanah, Kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa SMP:

- 3.9 Menghubungkan sifat fisika dan kimia tanah, organisme yang hidup dalam tanah, dengan pentingnya tanah untuk keberlanjutan kehidupan
- 4.9 Menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat-sifat tanah dan pentingnya tanah bagi kehidupan.

SKL UN SMP yang terkait dengan materi Sifat Fisika, Kimia dan Biologi tanah adalah sebagai berikut.

- 1. Siswa dapat memahami tentang sifat fisika tanah, kimia tanah dan biologi tanah
- 2. Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang sifat fisika tanah, kimia tanah dan biologi tanah
- 3. Siswa dapat bernalar tentang sifat fisika tanah, kimia tanah dan biologi tanah

B. TUJUAN

Tujuan ini minimal ada TIGA.

- 1. Peserta Diklat mampu menguasai konsep sifat fisika tanah, kimia tanah dan biologi tanah
- 2. Peserta Diklat mampu merumuskan indikator setara ujian nasional untuk kompetensi yang berkaitan dengan sifat fisika tanah, kimia tanah dan biologi tanah
- 3. Peserta Diklat mampu menyusun butir soal setara ujian nasional sesuai dengan rumusan indikator.

C. URAIAN MATERI

Kesuburan tanah mencakup tiga aspek yaitu: kesuburan fisik, kimia dan biologi. Kesuburan fisik antara lain mencakup struktur, tekstur dan kemampuan tanah memegang air, kesuburan kimia terutama terkait dengan status nutrisi atau unsur hara dalam tanah serta sifat

kemasaman tanah. Sedangkan kesuburan biologi menyangkut adanya aktivitas mikroorganisme dalam tanah yang terkait erat dengan kandungan bahan organik tanah.

1. Sifat Fisik Tanah

Tekstur tanah merupakan satu sifat fisik tanah yang secara praktis dapat dipakai sebagai alat evaluasi atau pertimbangan dalam suatu potensi penggunaan tanah. Tekstur tanah menunjukkan perbandingan relatif antara pasir (*sand*) berukuran 2 mm-50 mikron, debu (*silt*) berukuran 50-2 mikron dan liat (*clay*) berukuran < 2 mikron. Klasifikasi tekstur ini berdasarkan jumlah partikel yang berukuran < 2 mm. Jika dijumpai partikel yang > 2 mm dengan jumlah yang nyata, maka penambahan/ penyisipan kata-kata berkerikil atau berbatu ditambahkan pada nama kelas tekstur tadi, sebagai contoh lempung berbatu.

Untuk keperluan pemilihan ada 12 kelas tekstur tanah. Pembagian itu kemudian disederhanakan menjadi 7 kelas yang terdiri dari pasir, lempung kasar, lempung halus, debu kasar, debu halus, liat debu dan liat sangat halus. Tekstur merupakan sifat yang sangat penting karena berpengaruh pada sifat-sifat kimia, fisik dan biologi tanah. Tanah secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 kelas yaitu tanah bertekstur kasar dan tanah bertekstur halus.

Tanah bertekstur halus (dominan liat) memiliki permukaan yang lebih halus dibanding dengan tanah bertekstur kasar (dominan pasir) sehingga tanah-tanah yang bertekstur halus memiliki kapasitas adsorpsi unsur-unsur hara yang lebih besar. Disamping itu umumnya lebih subur dibandingkan dengan tanah bertekstur kasar karena banyak mengandung unsur hara dan bahan organik yang dibutuhkan oleh tanaman. Tanah bertekstur kasar lebih porus dan laju infiltrasinya lebih cepat. Tanah bertekstur halus (tanah liat) memiliki kapasitas memegang air lebih besar dari pada tanah pasir karena memiliki permukaan yang lebih luas. Tanah-tanah berliat memiliki persentase porus yang lebih banyak yang berfungsi dalam retensi air. Tanah-tanah bertekstur kasar memiliki makro porus yang lebih banyak, yang berfungsi dalam pergerakan udara dan air. Ada 3 macam tekstur tanah yang utama, yaitu pasir (*sand*), lempung (*loam*), dan liat (*clay*). Tanah dikatakan pasir bila kandungan pasirnya lebih dari 70%. Sedangkan dikatakan liat apabila kandungan liatnya lebih dari 35%. Jika suatu fraksi bukan fraksi liat ataupun pasir, maka itu adalah fraksi debu. Tekstur tanah dipengaruhi oleh iklim, topografi, bahan induk, waktu, dan organisme.

Struktur tanah terbentuk melalui agregasi berbagai partikel tanah yang menghasilkan bentuk/ susunan tertentu pada tanah. Struktur tanah juga menentukan ukuran dan jumlah rongga antar partikel tanah yang mempengaruhi pergerakan air, udara, akar tumbuhan, dan organisme tanah. Sifat fisik tanah, terutama struktur tanah dan kemampuan tanah memegang air lebih banyak dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah karena melalui aktivitas mikroorganisme dan proses perombakan bahan organik tanah oleh mikroorganisme tersebut akan diperoleh keadaan struktur tanah yang gembur dan tingkat kemampuan tanah menahan air yang tinggi.

Struktur tanah yang gembur menguntungkan tanaman karena pertumbuhan akar dapat berlangsung dengan baik. Sistem yang baik akan meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara. Selain itu struktur tanah yang baik akan memperbaiki ruang pori-pori tanah sehingga aerasi (udara dalam tanah) tersedia cukup banyak. Udara (oksigen) dalam tanah ini perlu tersedia dalam jumlah yang cukup agar respirasi akar dapat berlangsung dengan baik. Respirasi akar dimaksudkan untuk mendapatkan energi, dimana energi ini diperlukan akar tanaman dalam transport hara mineral. Pada lahan pertanian, kemampuan tanah memegang air dapat dipertahankan melalui pemberian bahan organik tanah atau pemberian pupuk organik.

Usaha mempertahankan bahan organik tanah merupakan salah satu kunci keberhasilan sistem pertanian yang berkelanjutan. Biomassa tanaman yang berupa sisa panen maupun pangkasan pohon, merupakan sumber bahan organik yang memiliki kemampuan dalam meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan sebagai penyedia unsur hara. Bahan organik tanah (BOT) dan mineral tanah memiliki fungsi utama sebagai gudang dan penyuplai hara bagi tanaman dan biota tanah. Bahan mineral melalui bentuk partikel-partikelnya merupakan penyusun ruang pori tanah tidak hanya berfungsi sebagai penyimpan air dan udara, tetapi juga sebagai ruang untuk akar berpenetrasi. Makin sedikit ruang pori maka sistem perakaran makin tidak berkembang. Bahan organik merupakan sumber energi, karbon, dan hara bagi biota heterotrofik (pengguna senyawa organik), sehingga keberadaan BOT ini akan sangat menentukan populasi dan aktifitasnya dalam membebaskan hara tersedia yang dikandung oleh BOT tersebut.

Peningkatan bahan organik tanah akan meningkatkan kesuburan tanah baik fisik, kimia maupun biologi. Peningkatan bahan organik tanah dapat meningkatkan 1) ketersediaan karbon bagi populasi mikrobia sebagai sumber energi, 2) meningkatkan KTK (Kapasitas Tukar Kation), 3) meningkatkan *buffer* pH, 4) khelat terhadap unsur logam, 5) meningkatkan kapasitas menahan air, 6) meningkatkan porositas tanah, 7) meningkatkan kemantapan agregat tanah. Bahan organik juga berperan dalam menyeimbangkan stabilitas tanah dan sebagai penyimpan air. Selain itu, masukan bahan organik menyediakan sumber energi bagi organisme tanah dan meningkatkan aerasi tanah.

Air sangat penting bagi tanaman, karena berfungsi sebagai: bahan baku fotosintesis, penyusun protoplasma, memelihara turgor sel, bahan untuk transpirasi, pelarut unsur hara dalam tanah dan dalam tubuh tanaman. Di dalam tanah tidak semua air tersedia bagi tanaman, berbagai bentuk air dalam tanah adalah: air higroskopis, air kapiler, dan air gravitasi. Air higroskopis tidak tersedia bagi tanaman dalam arti akar tidak dapat menyerapnya karena kalah kuat tarik menarik dengan partikel tanah. Air kapiler adalah air yang berada dalam kapiler tanah diantara partikel partikel tanah. Air gravitasi adalah air yang bergerak ke bawah meninggalkan partikel tanah, dikatakan air berada pada kapasitas lapang.

2. Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah berkaitan dengan unsur hara dan kemasaman tanah. Tanaman memerlukan unsur hara untuk kelangsungan hidupnya. Hara ini diambil dari dalam tanah dalam bentuk yang sudah tersedia bagi tanaman. Kebanyakan tanaman memerlukan unsur hara yang sama tetapi berbeda dalam jumlah. Sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan oleh tanaman, unsur hara dibagi menjadi dua kelompok yaitu unsur hara makro (dibutuhkan dalam jumlah besar) dan mikro (dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit). Unsur hara makro dibedakan dalam hara primer dan hara sekunder. Hara primer dibutuhkan dalam jumlah lebih banyak daripada hara sekunder dan hara mikro.

Tabel 1. Unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman

Unsur hara			Unsur lain (peranannya tidak berdiri sendiri)
Hara Primer	Hara Sekunder	Hara Mikro	
Nitrogen (N) Phosphat (P) Kalium (K)	Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Sulfur (S)	Boron (B) Clorida (Cl) Besi (Fe) Cuprum (Cu) Mangan (Mn) Molibdenum (Mo) Seng (Zn)	Carbon (C) Hidrogen (H) Oksigen (O)

Jumlah energi yang dibutuhkan bagi penyerapan aktif unsur hara tanaman diperoleh dari respirasi karbohidrat yang terbentuk sebagai hasil dari fotosintesis tanaman. Oleh karenanya sejumlah faktor yang mengurangi laju fotosintesis akan mengurangi suplai energi di dalam tanaman dalam waktu lama dan akibatnya mengurangi laju penyerapan hara. Setiap unsur hara memiliki peran spesifik dalam tanaman, karenanya suatu keadaan yang defisit atau berlebihan akan menunjukkan gejala yang khas. Berikut ini contoh fungsi dari berbagai unsur hara.

a. Nitrogen (N)

Tanaman pada umumnya menyerap N dari dalam tanah dalam bentuk nitrat atau ammonium. Tanaman legume mampu mengambil N_2 dari atmosfer dengan bantuan *Rhizobium*. Pemupukan nitrogen dalam jumlah sedikit pada awal pertumbuhan tanaman dapat merangsang pertumbuhan bakteri bintil akar. Nitrogen dalam tumbuhan terdapat dalam bentuk antara lain sebagai asam amino, protein, amida, klorofil, alkaloida dan basa nitrogen (purin dan pirimidin), karenanya pemberian N dalam jumlah yang cukup akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang subur dan warna daun hijau gelap. Secara fungsional, nitogen juga penting sebagai penyusun enzim yang digunakan untuk proses metabolisme tumbuhan.

b. Phospat (P)

Unsur P diperlukan untuk proses metabolisme misalnya dalam fotosintesis, sintesis asam amino, metabolisme lemak, dan oksidasi biologi. Phospat memiliki peranan sebagai energi tanaman sehingga P merupakan unsur yang diberikan untuk pertumbuhan yang aktif. Suplai P yang mencukupi pada awal pertumbuhan tanaman sangatlah penting karena pada masa ini tanaman mengalami masa primordial reproduktif dan oleh karenanya menentukan hasil biji yang maksimum.

c. Kalium (K)

Fungsi unsur kalium lebih banyak sebagai katalis dalam seluruh reaksi biokimia termasuk metabolisme karbohidrat, metabolisme nitrogen, dan aktivitas enzim. Selain itu untuk pertumbuhan tanaman membantu perkembangan akar, membantu proses pembentukan protein, menambah daya tahan tanaman terhadap penyakit dan merangsang pengisian biji.

d. Kalsium (Ca)

Unsur kalsium pada umumnya merupakan kation utama dari lamella tengah suatu dinding sel. Selain itu Ca berperan penting dalam pengaturan membran sel dengan memelihara selektifitas terhadap berbagai jenis ion.

e. Sulfur (S)

Unsur Sulfur merupakan konstituen dari asam-asam amino: sistin, sistein, dan methionine. Sulfur juga diperlukan bagi pertumbuhan bakteri *Rhizobium*, kekurangan S akan mengganggu sintesis enzim nitrogenase sehingga mengakibatkan penurunan fiksasi N_2 .

Kemasaman tanah menunjukkan konsentrasi ion H^+ pada larutan tanah. Nilai pH tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimiawi tanah karena mencerminkan ketersediaan hara dalam tanah tersebut. pH optimum untuk ketersediaan unsur hara tanah adalah sekitar 6,0-7,0 karena pada pH ini semua unsur makro tersedia secara maksimum kecuali Mo, sehingga kemungkinan terjadi toksisitas unsur mikro dapat ditekan. Pada pH di bawah 6 dapat terjadi defisiensi P, Ca, Mg, dan toksisitas B, Mn, Cu, Zn, dan Fe, sedangkan pada pH di atas 7,5 dapat terjadi defisiensi P, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Ca, Mg, juga keracunan B dan Mo. Setiap tanaman memiliki kisaran pH optimum tertentu untuk pertumbuhannya. pH optimum untuk kacang tanah adalah 5,3-6,6, sedangkan kisaran pH optimum untuk jagung, tembakau, dan tomat adalah 5,5-7,5.

3. Sifat Biologi Tanah

Tanah merupakan salah satu aspek penting bagi kehidupan karena mempunyai peranan penting serta merupakan pondasi utama setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Tanah merupakan habitat bagi organisme hidup dan media tempat tumbuhnya tanaman. Tanah menjadi habitat beberapa organisme seperti bakteri, jamur, alga, cacing,

dan serangga. Tanah juga berperan penting dalam menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tumbuhan sebagai produsen sangat bergantung pada tanah untuk tumbuh dan memperbanyak diri. Organisme lain seperti hewan dan manusia sangat bergantung pada tanaman sebagai bahan makanannya. Begitu pentingnya tanah bagi kehidupan manusia menuntut kita untuk senantiasa menjaga kelestarian tanah dan memanfaatkannya dengan baik dan bijaksana jangan sampai manusia justru melakukan kerusakan terhadap tanah sehingga akan berdampak merugikan manusia sendiri.

Bagi manusia tanah memiliki peran penting dalam menunjang kesehatan dan menyediakan keperluan manusia seperti air. Tanaman dan organisme yang ada di dalam tanah saling berinteraksi sehingga populasi organisme tanah tergantung vegetasi yang ada di atasnya, dan sebaliknya aktivitas organisme tanah akan berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman (Widyati, 2013). Untuk memudahkan dalam mempelajari tanah bagi keberlangsungan kehidupan maka materi akan dibagi menjadi beberapa subbab di bawah ini.

a. Peranan Tanah

Tanah sangat berperan penting bagi kehidupan karena tanah merupakan habitat bagi tumbuhan, hewan, bakteri, dan jamur yang kesemuanya sangat tergantung dengan keberadaan tanah. Manusia juga sangat tergantung dengan adanya tanah sebagai tempat hidupnya. Tumbuhan akan mendapatkan unsur hara dan air dari tanah untuk pertumbuhannya sedangkan manusia dan hewan dapat memanfaatkan tumbuhan untuk kehidupannya. Organisme yang mati akan terurai oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur menjadi unsur hara yang dapat dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan, demikian seterusnya. Berikut ini adalah peran tanah.

1) Tempat hidup tumbuhan, hewan, bakteri, dan jamur

Banyak hewan dan jenis-jenis bakteri yang hidup di dalam tanah, termasuk juga jamur. Organisme yang menghuni ekosistem tanah diperkirakan berjumlah seperempat dari seluruh organisme yang ada di bumi, sehingga jika diumpamakan dalam 1 sendok teh tanah yang subur dapat ditemukan ribuan spesies, milyaran bakteri, serta bermeter-meter jaringan hifa jamur (BIS, 2010 dalam Widyati, 2013).

Tanah mengandung bahan organik dan bahan mineral yang mendukung bagi kehidupan organisme. Tumbuhan hidup dengan memanfaatkan unsur hara, air, dan mineral yang ada di tanah untuk diproses menghasilkan makanan melalui fotosintesis. Tanah merupakan habitat biota tanah yang berperan sebagai medium alam bagi biota tanah untuk pertumbuhan dan melakukan aktivitas fisiologinya. Hal tersebut disebabkan karena tanah menyediakan unsur hara, air, dan mineral yang diperlukan biota tanah.

Mengingat pentingnya tanah bagi kehidupan organisme, maka perlu adanya usaha untuk menjaga kualitas tanah agar dapat terus mendukung bagi kelangsungan organisme. Hal-hal yang dapat mempengaruhi kualitas tanah diantaranya adalah kandungan unsur

hara, vegetasi, iklim, sifat fisik, dan kimia tanah. Kualitas tanah yang baik akan dapat menjaga keragaman organisme yang hidup di dalam tanah.

2) Penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia

Semua kegiatan manusia dilakukan di tanah sehingga tanah sangat penting bagi kehidupan manusia. Manusia melakukan aktivitas dalam kehidupannya di atas tanah seperti aktivitas berolahraga, bermain, bertani dan yang lainnya. Tanah sebagai penunjang kesehatan manusia karena tanah menyediakan tempat bagi manusia untuk melakukan olah raga demi menjaga kesehatan tubuhnya. Disamping itu manusia memperoleh makanan dengan mengkonsumsi tanaman yang juga tumbuh di tanah dan mendapatkan unsur hara, air, dan mineral dari tanah. Jika tanah tidak sehat/ tercemar maka akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman bahkan bisa jadi zat pencemar terserap oleh tanaman, sehingga jika dimakan oleh manusia akan berbahaya.

Tanah digunakan sebagai lahan pertanian oleh manusia sebagai contoh sawah yang digunakan untuk menanam padi untuk memenuhi kebutuhan manusia. Tanah juga digunakan sebagai bahan produksi seperti batu bata yang merupakan bahan untuk membangun rumah. Disamping itu tanah juga sebagai sumber air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup seperti halnya manusia.

Tanah juga menyediakan keperluan manusia, selain tumbuh-tumbuhan sebagai sumber pangan manusia, tanah juga sebagai sumber logam dan mineral yang dibutuhkan bagi kehidupan manusia. Tanah merupakan sumber logam seperti besi, tembaga, emas, perak, timah dan logam lainnya yang ditemukan di dalam tanah dan mendukung kehidupan manusia. Minyak bumi dan batu bara yang merupakan sumber energi bagi manusia juga ada di dalam tanah. Kesemuanya itu dapat diperoleh dengan cara mengambil dari dalam tanah melalui proses pengeboran atau penambangan yang dilakukan oleh manusia.

Indonesia merupakan negara yang luas dengan bentangan dari pulau sumatera sampai papua sehingga Indonesia juga memiliki kekayaan hasil tambang yang sangat berlimpah. Diantara hasil-hasil tambang tersebut adalah minyak bumi, batu bara, timah besi, emas, tembaga, intan, dan nikel. Begitu kayanya Indonesia akan bahan tambang yang digali dari tanah patut untuk disyukuri.

3) Penyedia dan penyaring air

Tanah merupakan sumber air yang dibutuhkan oleh makhluk hidup. Semua makhluk hidup/ organisme pasti membutuhkan air bagi kehidupannya. Sumber air berada di tanah sehingga untuk memenuhi kebutuhan hidupnya manusia seringkali melakukan penggalian atau pengeboran untuk mendapatkan sumber air. Sebagai contoh adalah adanya sumur dan pompa air yang dibuat manusia untuk mengambil air dari dalam tanah. Air merupakan kebutuhan pokok yang diperlukan manusia dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk mandi, masak, minum, mencuci dan lain sebagainya.

Air hujan dan air yang ada dipermukaan tanah akan masuk ke dalam tanah dan tersaring oleh tanah sehingga menghasilkan air yang bersih yang dapat dimanfaatkan manusia. Air limbah yang tercemar senyawa organik apabila dibuang ke tanah akan mencemari tanah, mikroorganisme seperti bakteri dapat memanfaatkan dengan merombak senyawa organik yang mencemari tanah sehingga menjadi aman bagi lingkungan. Mikroorganisme dapat merubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan dan dapat dimanfaatkan oleh organisme lain.

Namun demikian air yang tercemar dengan logam berat dan dengan konsentrasi yang tinggi dapat mencemari air karena tidak mudah terurai oleh mikroorganisme sehingga apabila dikonsumsi akan berbahaya. Tanah yang tercemar juga akan sulit ditumbuhi tanaman, hewan, bakteri atau organisme lain sehingga penting bagi kita untuk selalu menjaga tanah dari pencemaran yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

b. Peran Organisme tanah

Organisme tanah menentukan kelangsungan ekosistem di bumi ini. Organisme tanah terdiri dari mikroorganisme dan fauna tanah (Widyati, 2013) yang memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan tanaman. Sebaliknya, kehidupan organisme tanah juga dipengaruhi oleh kondisi vegetasi tumbuhan. Berikut ini adalah peran dari organisme tanah:

1) Dekomposer

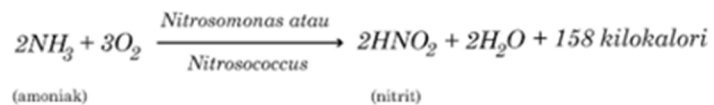
Dekomposer adalah makhluk hidup yang memperoleh makanannya dengan cara menguraikan senyawa-senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup yang telah mati. Hewan dan tumbuhan yang telah mati akan diuraikan oleh dekomposer sehingga senyawa organik akan terurai menjadi unsur hara/ zat anorganik yang akan digunakan oleh tumbuhan untuk pertumbuhannya. Organisme tanah berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik. Contoh dekomposer adalah bakteri, jamur, dan cacing.

Organisme tanah memiliki peran yang sangat penting dalam ekosistem tanah yang memfasilitasi berfungsinya ekosistem di atasnya dengan cara mengendalikan proses daur nutrisi, degradasi polutan tanah, dinamika struktur tanah, dan lain-lain yang mempengaruhi tumbuhan di atasnya (Widyati, 2013). Jumlah dan jenis mikroorganisme akan menentukan keberhasilan proses dekomposisi atau penguraian yang terjadi di dalam tanah. Semakin banyak jumlah dan jenis mikroorganisme maka proses dekomposisi sisa-sisa organisme akan semakin cepat sehingga akan meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Di dalam ekosistem, mikroorganisme memiliki peran yang sangat penting dalam menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati menjadi bentuk hara mineral N, P, K, Ca, dan Mg.

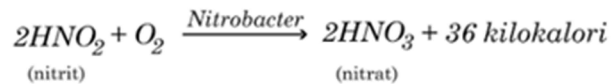
2) Preaksi kimia dalam tanah

Mikroorganisme berperan dalam menguraikan bahan organik. Zat sisa atau makhluk hidup yang telah mati akan diuraikan oleh bakteri menjadi amonium yang akan dirubah menjadi nitrat melalui proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi terjadi melalui dua tahapan, yaitu nitritasi dan nitratasi (Setyaningsih, 2001). Nitritasi merupakan proses perubahan amonium menjadi nitrit yang dilakukan oleh bakteri nitritasi seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*. Nitrit yang dihasilkan akan mengalami proses nitratasi yaitu proses perubahan nitrit menjadi nitrat oleh bakteri nitratasi seperti *Nitrobacter*. Nitrat yang dihasilkan akan digunakan oleh tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya yaitu untuk tumbuh dan berkembang. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Proses nitritasi



Proses nitratasi



Mikroorganisme seperti jamur mikoriza dapat bersimbiosis dengan tumbuhan dan berperan dalam penyerapan fosfor yang ada di tanah. Simbiosis antara mikoriza dengan tumbuhan merupakan simbiosis mutualisme. Tumbuhan dibantu oleh mikoriza dalam memenuhi unsur hara yang diserap dari tanah sedangkan mikoriza mendapatkan makanan dari tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Mikoriza akan memperluas area penyerapan unsur hara, air, dan terutama dalam membantu tumbuhan untuk menyerap fosfor yang ada di tanah sehingga nutrisi bagi tumbuhan menjadi terpenuhi dan menyebabkan pertumbuhannya menjadi lebih baik. Mikoriza juga dapat menyebabkan tumbuhan menjadi tahan terhadap kondisi kekeringan karena area penyerapan unsur haranya semakin luas (Gambar 1).

Gambar 1. Simbiosis tumbuhan dengan mikoriza



3) Pengurai polutan dalam tanah

Tanah sangat penting dalam mendukung kehidupan organisme sehingga terjadinya pencemaran tanah akan memberikan dampak yang merugikan bagi organisme termasuk manusia. Manusia sangat tergantung dengan tanah karena tanaman yang dimakan manusia juga tumbuh di tanah. Manusia juga membutuhkan air untuk kehidupannya dan air tersebut juga berasal dari tanah. Begitu pentingnya tanah sehingga penting untuk mencegah terjadinya pencemaran tanah karena semakin tercemar tanah maka akan semakin mengganggu kehidupan organisme.

Pencemar/ polutan tanah bisa berupa limbah domestik (contoh: sisa limbah rumah tangga, limbah pasar tradisional), limbah industri (contoh: limbah industri yang mengandung logam berat seperti timbal, merkuri, minyak, dan lainnya), limbah pertanian (contoh: herbisida, pestisida yang digunakan secara berlebihan). Pencemaran pada tanah dapat menyebabkan perubahan susunan tanah yang akan mengganggu kehidupan organisme yang hidup di dalam maupun dipermukaan tanah. Organisme tanah seperti bakteri, beberapa dapat menguraikan polutan pencemar pada tanah, seperti *Pseudomonas* sp. dapat menguraikan polutan berupa minyak. Mikroorganisme beberapa dapat menguraikan polutan dan mengurangi efek racun dari polutan. *Phanerochaete chrysosporium* merupakan bakteri yang dapat menguraikan pestisida dan beberapa polutan yang lain.

4) Pencegah penyakit di tanah

Beberapa mikroorganisme tanah dapat merupakan patogen bagi organisme yang lain seperti tumbuhan, sebagai contoh adalah jamur *Fusarium oxysporum* yang dapat menyebabkan penyakit layu fusarium yang menyerang akar tanaman pertanian diantaranya cabai dan tomat. Adanya mikroriza dalam tanah disamping dapat memperluas area penyerapan akar juga dapat mengkolonisasi akar sehingga bakteri patogen sulit untuk menginfeksi akar yang mengakibatkan tanaman menjadi lebih tahan terhadap penyakit. Beberapa fauna tanah juga merupakan predator bagi patogen sehingga penting untuk menjaga kestabilan tanah. Mikroorganisme tanah dapat berperan sebagai pengendali biologi karena ketika mereka melakukan simbiosis dengan akar tanaman dapat bersifat antagonis terhadap patogen (Breure, 2004 dalam Widyati, 2013) sehingga dapat tanaman tetap sehat dan meningkatkan produktivitas.

5) Pengatur kegemburan dan struktur tanah

Fauna tanah dapat sebagai perekayasa lingkungan karena dapat menciptakan atau memodifikasi habitat untuk organisme lain (Widyati, 2013). Sebagai perekayasa lingkungan, fauna tanah dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok yang berperan langsung dalam proses perombakan bahan organik secara mekanik (siput, cacing tanah, kaki seribu, semut dan rayap yang dalam aktivitasnya menggigit dan mengunyah serasah menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga akan mempermudah proses dekomposisi yang

dilakukan oleh mikroorganisme tanah), dan kelompok yang berperan menciptakan struktur tanah (cacing tanah dan rayap yang berperan dalam pendistribusian bahan organik ke dalam lapisan tanah) (Widyati, 2013). Peran kedua kelompok tersebut akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah sehingga kesuburan dan kualitas tanah menjadi lebih baik. Tumbuhan memberikan pengaruh terhadap organisme tanah dengan menyuplai karbon pada eksudat akarnya, sehingga aktivitas dan jumlah mikroorganisme di rizosfir (daerah sekitar perakaran) akan jauh lebih besar dibandingkan dengan tanah lain di sekitarnya. Keanekaragaman biota dalam tanah dapat digunakan sebagai indikator biologis kualitas tanah (Tim Sintesis Kebijakan, 2008).

4. Proses pembentukan tanah

Berdasarkan asal-usulnya, tanah merupakan hasil alihrupa (*transformation*) dan alih tempat (*Translocation*) zat-zat mineral dan organik yang berlangsung di permukaan daratan di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerjasama dalam waktu yang sangat panjang (Notohadiprawiro, 2006). Salah satu fungsi penting tanah adalah menjadi habitat berbagai organisme tanah dan memelihara keragamannya (Emmerling *et al.*, 2002 dalam Widyati, 2013). Komponen penyusun tanah terdiri dari batuan, udara, humus, air, mineral dan komponen organik yang bermanfaat bagi organisme tanah.

Lapisan tanah terdiri atas beberapa lapisan, bagian paling atas adalah horizon A (topsoil) dimana terdapatnya humus, akar tanaman, organisme, senyawa organik; horizon B (subsoil) memiliki jumlah organismenya lebih sedikit dibandingkan topsoil, akar tiak tumbuh dengan baik, kandungan senyawa organik lebih sedikit dibandingkan topsoil; horizon C merupakan lapisan yang tersusun atas batuan dan berperan sebagai penyedia utama material untuk bagian tanah paling atas. Lapisan yang paling subur adalah horizon A.

D. CONTOH INDIKATOR, SOAL, DAN PENYELESAIAN

Contoh indikator untuk sifat fisika, kimia dan biologi tanah:.

Contoh Indikator	Contoh Soal Sesuai Indikator
1. Diberikan pernyataan mengenai peran tanah, peserta didik dapat menghubungkan antara keberadaan tanah dengan aktivitas mikroorganisme dengan benar.	Tanah berperan dalam mendukung kehidupan organisme dan sebaliknya, aktivitas mikroorganisme juga akan mendukung kesuburan tanah. Berikut ini aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah... . A. Bakteri menghasilkan asam laktat selama fermentasinya B. Bakteri memanfaatkan sisa organisme mati untuk kehidupannya C. Jamur melakukan simbiosis dengan tanaman

	<p>untuk mengikat nitrogen bebas</p> <p>D. Bakteri menguraikan cemaran minyak di tanah</p>
--	--

Penyelesaian:

Bakteri golongan *Pseudomonas* sp. beberapa memiliki kemampuan untuk menguraikan minyak sehingga bisa digunakan dalam proses bioremediasi tanah yang tercemar minyak

E. SOAL-SOAL LATIHAN

Indikator: Diberikan pernyataan tentang sifat fisik tanah, peserta didik dapat menghubungkan kandungan bahan organik dengan struktur tanah

Soal:

1. Sifat fisik tanah terutama struktur tanah dan kemampuan tanah memegang air, lebih banyak dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah hal ini karena...
 - A. Proses perombakan bahan organik tanah oleh aktivitas akar tanaman mengakibatkan struktur tanah yang gembur dan air dalam kapasitas lapang
 - B. Kandungan bahan organik yang tinggi akan mengakibatkan C/N ratio yang tinggi sehingga tanah menjadi lebih subur dan gembur
 - C. Proses perombakan bahan organik tanah oleh aktivitas mikroorganisme mengakibatkan struktur tanah yang gembur dan kemampuan menahan air yang tinggi
 - D. Kandungan bahan organik yang tinggi di dalam tanah mengakibatkan unsur hara tersedia di dalam tanah dan kandungan hara Nitrogen yang tinggi.

Indikator: Diberikan kasus masalah dalam budidaya tanaman, peserta didik dapat menyelesaikan masalah dengan memberikan solusi yang tepat.

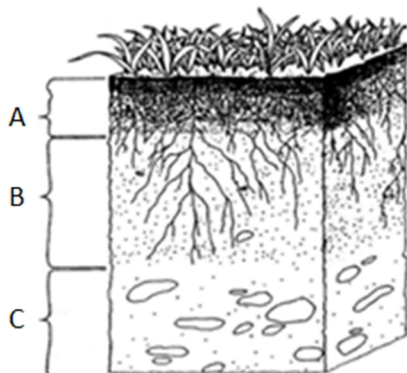
Soal:

2. Kemasaman (pH) tanah menunjukkan konsentrasi ion H^+ pada larutan tanah. Jika tanaman budidaya ditanam pada kondisi tanah asam, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat karena defisiensi hara. Untuk menanggulangi masalah tersebut maka perlakuan yang paling tepat adalah :
 - A. Tanah asam diperbaiki melalui pemberian kapur atau dolomit sehingga menjadi tanah dengan pH netral
 - B. Perlu ditambahkan unsur hara makro dan mikro yang cukup tersedia bagi tanaman
 - C. Perlu ditambahkan bahan organik yang cukup besar sehingga bisa didekomposisi oleh organisme tanah
 - D. Perlu menanam tanah asam dengan menggunakan varietas unggul yang tahan terhadap pH tanah rendah

Indikator: Diberikan gambar profil tanah, peserta didik mampu menentukan bagian tanah berdasarkan sifatnya yang dapat mendukung kehidupan organisme.

Soal:

3. Perhatikan gambar profil tanah di bawah ini:



Bagian tanah yang mendukung kehidupan organisme biasanya mengandung banyak bahan organik. Berdasarkan gambar di atas bagian tanah yang paling mendukung untuk kehidupan bakteri, jamur, dan hewan yang berukuran kecil seperti serangga ditunjukkan pada bagian yang dengan huruf... .

- A. A
- B. B
- C. C
- D. Tidak ada

F. LATIHAN MERUMUSKAN INDIKATOR DAN MEMBUAT BUTIR SOAL

Berdasarkan SKL materi Sifat Fisika, Kimia, dan Biologi tanah yang dicantumkan pada bagian Pengantar di atas, rumuskan indikator dan kembangkan butir soal untuk mengukur indikator tersebut.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. Pengantar Ilmu Tanah. Jakarta: Penerbit Bhatara Aksara.
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Islami, T. dan H. U. Wani. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Notohadiprawiro, T. 2006. Tanah dan Lingkungan. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Diakses tanggal 17 Januari 2017 melalui <http://soil.blog.ugm.ac.id/files/2006/11/1991-Tanah-dan-lingkungan.pdf>.
- Setyaningsih, R., E. Martani & B. Hendro S. 2001. Dinamika Populasi Mikroorganisme yang Berperan Dalam Nitrifikasi di Beberapa Jenis Tanah Akibat Perlakuan Paraquat. *BioSMART* ISSN: 1411-321X Volume 3, Nomor 1 April 2001 Halaman: 7-13
- Sugito, Y. 2009. Ekologi Tanaman. Malang: Universitas Brawijaya Press

- Tim Sintesis Kebijakan. 2008. Pemanfaatan Biota Tanah Untuk Keberlanjutan Produktivitas Pertanian Lahan Kering Masam. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2), 2008: 157-163.
- Widyati, E. 2013. Pentingnya Keragaman Fungsional Organisme Tanah Terhadap Produktivitas Lahan. *Tekno Hutan Tanaman* Vol. No. , 6 1 Maret 2013, 29 – 37.