

DASAR-DASAR ILMU TANAH

- SYAMSU ALAM
- USKA PEKU JAWANG
- ANDI MASNANG
- WHIN THEMAS MICO SAPUTRA
- DIDI CARSIDI
- MUHAMMAD AKSAN
- CHARLY MUTIARA
- YONCE M. KILLA
- ETTY INDRAWATI
- MARTEN UMBU NGANJI
- JOHN BIMASRI



ISSN 878-623-198-439-5



9 786231 984395

DASAR-DASAR ILMU TANAH

Syamsu Alam
Uska Peku Jawang
Andi Masnang
Whin Themas Mico Saputra
Didi Carsidi
Muhammad Aksan
Charly Mutiara
Yonce M. Killa
Etty Indrawati
Marten Umbu Nganji
John Bimasri



PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Dasar-Dasar Ilmu Tanah

Penulis :

Syamsu Alam

Uska Peku Jawang

Andi Masnang

Whin Themas Mico Saputra

Didi Carsidi

Muhammad Aksan

Charly Mutiara

Yonce M. Killa

Etty Indrawati

Marten Umbu Nganji

John Bimasri

ISBN : 978-623-198-439-5

Editor : Diana Purnama Sari, S.E., M.E

Penyunting : Dhinie Anjelicha, S.Tr.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak :

Penerbit : PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI
Anggota IKAPI No. 033 / SBA / 2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001

Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah

Padang Sumatera Barat

Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id

Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, Juni 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Dasar-Dasar Ilmu Tanah.

Buku ini membahas tentang pengertian tanah dan komponen penyusun tanah, faktor pembentuk tanah, sifat fisika tanah, klasifikasi organisme tanah, air tanah dan fungsi air tanah, peranan bahan organik tanah dan humus, koloid tanah, pH tanah, unsur hara esensial, konservasi tanah dan air dan survey tanah.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan, mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB 1 PENGERTIAN TANAH DAN KOMPONEN PENYUSUN TANAH	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Konsep-Konsep Tanah.....	2
1.3 Hubungan Ilmu Tanah dengan Ilmu lain	4
1.4 Bahan-bahan Penyusun Tanah.....	7
DAFTAR PUSTAKA.....	13
BAB 2 Faktor-Faktor Pembentuk Tanah.....	15
2.1 Pendahuluan.....	15
2.2 Bahan Induk.....	16
2.3 Iklim.....	18
2.4. Organisme	20
2.5. Relief (Topografi).....	21
2.6. Waktu	22
DAFTAR PUSTAKA.....	25
BAB 3 SIFAT-SIFAT FISIKA TANAH.....	26
3.1 Pendahuluan.....	26
3. 2. Tekstur Tanah.....	27
3. 3. Struktur Tanah.....	29
3.4. Bobot Isi Tanah	32
3.5. Konsistensi Tanah	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
BAB 4 KLASIFIKASI ORGANISME TANAH	38
4.1 Pendahuluan.....	38

4.2 Ruang Lingkup Organisme Tanah.....	39
4.3 Habitat Organisme Tanah.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	53
BAB 5 Air Tanah dan Fungsi Air Tanah	56
5.1 Pendahuluan.....	56
5.2 Pengertian Air Tanah.....	56
5.3 Proporsi dan Siklus Air Tanah.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	65
Bab 6 Peranan Bahan Organik Tanah dan Humus	66
6.1 Pendahuluan.....	66
6.2 Bahan Organik (BO)	66
6.3 Humus Tanah.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	76
BAB 7 Koloid tanah dan Perannya.....	77
7.1 Pendahuluan.....	77
7.2 Koloid Pada Tanah	77
7.3 Jenis Koloid Tanah.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	87
BAB 8 pH Tanah.....	88
8.1 Pendahuluan.....	88
8.2 Kemasaman Tanah	89
8.3 Hubungan pH Tanah dengan Aktivitas Pertanian	94
DAFTAR PUSTAKA.....	100
BAB 9 Unsur Hara Esensial	101
9.1 Pendahuluan.....	101
9.2 Unsur Hara Makro	102
9.3 Unsur Hara Mikro	106
DAFTAR PUSTAKA.....	110

BAB 10 PENGERTIAN DAN KLASIFIKASI PUPUK	112
10.1 Pendahuluan.....	112
10.2 Klasifikasi Pupuk.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	125
BAB 11 KONSERVASI TANAH DAN AIR	127
11.1 Pendahuluan.....	127
11.2 Metode Vegetatif.....	129
11.3 Metode Mekanik.....	132
DAFTAR PUSTAKA.....	139
BAB 12 SURVEY TANAH.....	141
12.1. Pendahuluan.....	141
12.2. Pendekatan dalam Survei Tanah	146
12.3. Perkembangan Survei Tanah.....	150
12.4. Peran Survei Tanah	152
12.5. Pelaksanaan Survei Tanah.....	153
DAFTAR PUSTAKA.....	162
BIODATA PENULIS	166

BAB 1

PENGERTIAN TANAH DAN KOMPONEN PENYUSUN TANAH

Oleh Syamsu Alam

1.1 Pendahuluan

Pengantar berbagai konsep tanah telah didiskusikan dari waktu ke waktu dalam komunitas ilmu tanah, dan deskripsi naratif dari konsep tanah tersebut telah dikembangkan untuk mengungkap meningkatnya kompleksitas masalah tanah-lingkungan. Banyak penulis telah membantu meningkatkan kesadaran akan perlunya melindungi sumber daya tanah yang terbatas tetapi beberapa digunakan secara tidak konsisten atau bergantian tentang definisi, tujuan, dan / atau ruang lingkup. Kualitas dan kesehatan tanah adalah contoh konsep yang digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat pentingnya sumber daya tanah, dengan praktik pengelolaan tanah jangka pendek dan jangka panjang yang mempengaruhi fungsi dan proses tanah (Lehmann et al., 2020; Mizuta et al., 2021).

Konsep tanah tampaknya muncul dari kombinasi berbagai jalur peneliti: peneliti dalam komunitas ilmiah (*top-down*); dialog dalam organisasi profesi (*top-down* dan *bottom-up*); dan komunikasi dengan pemangku kepentingan (*bottom-up*). (Mizuta et al., 2018) merangkum beragam definisi konsep tanah, Definisi ini diusulkan oleh para ilmuwan dan organisasi profesional, seperti *Soil Science Society of America* (SSSA). Kesamaan literatur dapat ditemukan di antara definisi masing-masing konsep tanah.

1.2 Konsep-Konsep Tanah

Simonson (1968) memberikan kajian sejarah tentang konsep tanah. Definisi paling awal dari tanah adalah media untuk pertumbuhan tanaman. Dikenal sebagai konsep “edafologis” tentang tanah, pandangan ini berlaku dalam ilmu tanah di awal abad ke-20. Pandangan ini masih ditekankan di mana kesuburan tanah menjadi perhatian utama dan fokusnya adalah pada sifat fisika dan kimia tanah yang penting untuk pertumbuhan tanaman dengan sedikit memperhatikan kondisi di luar media perakaran.

Konsep tentang tanah lainnya yang pernah dipublikasikan oleh para peneliti terdahulu diantaranya: tanah sebagai mantel batuan lepas dan lapuk; tanah merupakan “kulit tereksitasi dari bagian subaerial dari kerak bumi”; tanah sebagai sistem yang secara spontan bergerak menuju keadaan seimbang (Selama perkembangan tanah, proses pelapukan secara khusus menghilangkan komponen bergerak dari horizon atas dan mengkonsentrasikan komponen relatif tidak bergerak di horizon bawah). Lebih lanjut, Huggett (1975) melihat sistem tanah-lanskap sebagai penyimpanan, transformasi dan transmisi “pembangkit listrik” yang inputnya adalah material dan energi dan outputnya termasuk sedimen klastik, koloid, dan material terlarut. Komponen penting dari model Huggett adalah perspektif tanah sebagai tubuh yang lebih besar dari pedon atau polipidon, di mana migrasi lereng ke bawah dari konstituen terlarut dan tersuspensi dalam air yang meresap sementara merupakan komponen kunci. Daniels dan Hammer (1992) memperluas konsep ini dalam perspektif yang lebih lanjut menyatukan proses geomorfik dengan kondisi pembentuk tanah. Selain itu, terdapat pula konsep tanah sebagai “ekson” alami, yang memiliki sifat-sifat yang berkembang sebagai akibat dari pengaruh organisme autotrofik dan heterotrofik pada konstituen tanah yang dihasilkan dari transformasi eksogenik. Targulian dan Sokolova (1996) menggambarkan tanah

sebagai reaktor, memori, dan pengatur interaksi biosfer. Dobrovolskii et al. (2001) menganggap tanah sebagai komponen biosfer dengan fungsi ekologis yang bertanggung jawab atas keanekaragaman hayati, produktivitas, dll. Nikitin (2001) menganggap tanah sebagai sistem abiotik dengan banyak fungsi biosfer dan menekankan bahwa tanah berperan sebagai habitat, akumulator, dan sumber zat untuk semua organisme terestrial, sebagai penghubung antara siklus biologis dan geologis materi, dan sebagai membran planet (penghalang pelindung dan sistem penyangga) yang menjaga kondisi yang sesuai untuk perkembangan normal biosfer.

Pandangan yang paling umum tentang tanah dari perspektif pedologis adalah bahwa tanah merupakan badan evolusioner alami yang mandiri yang dapat dibagi lagi menjadi sub-kompartemen dan terbentuk di bawah pengaruh lima faktor pembentuk tanah: iklim, organisme, bahan induk, relief, dan waktu. Menurut Bockheim et al. (2005), pandangan ini dulu awalnya diusulkan oleh Dokuchaev (1879-1899) dan didukung oleh Sibirtsev (1900). Lebih lanjut Bockheim et al. (2005) merangkum bahwa Glinka (1914-1931), Coffey (1909-1912) dan Marbut (1927-1935) masing-masing telah memperkenalkan pandangan tanah ini ke Amerika Serikat. Menurut Yaalon (1983), kesadaran bahwa profil tanah merupakan catatan asal usul dan sejarah tanah mungkin merupakan penemuan paling signifikan dalam pedologi. Brevik (1999) dan Ableiter (1949) mencatat bahwa Coffey (1909) mungkin adalah orang Amerika pertama yang memasukkan konsep Dokuchaev tentang tanah sebagai benda alam ke dalam perspektifnya tentang tanah, tetapi gagasan ini diabaikan selama hampir satu dekade. Ableiter (1949) mengemukakan bahwa ide-ide baru, tidak peduli seberapa bagus, mungkin tidak akan segera diterima jika mereka sangat berbeda dari pandangan yang berlaku saat ini.

Menurut Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 1999), tanah adalah suatu benda alam yang terdiri dari padatan (mineral dan bahan organik), cairan, dan gas yang terdapat di permukaan tanah, menempati ruang, dan dicirikan oleh horizon atau lapisan yang dapat dibedakan dari bahan asal.

Dari rangkuman singkat ini, konsep-konsep kunci mengenai definisi tanah mencakup hal-hal berikut (Bockheim et al., 2005):

- [1] Tanah merupakan media pertumbuhan tanaman.
- [2] Tanah adalah mantel batuan lepas dan lapuk.
- [3] Tanah adalah tubuh evolusioner yang alami dan mandiri.
- [4] Tanah adalah "kulit yang tereksitasi" dari bagian subaerial dari kerak bumi dan merupakan komponen kunci dari biosfer.
- [5] Tanah adalah suatu benda alam yang tersusun atas padatan (mineral dan bahan organik), cairan, dan gas yang terdapat di permukaan tanah, menempati ruang, dan dicirikan oleh horizon atau lapisan yang dapat dibedakan dari bahan asalnya.

1.3 Hubungan Ilmu Tanah dengan Ilmu lain

Studi holistik tanah membutuhkan pendekatan interdisipliner yang melibatkan ahli biologi, ahli kimia, ahli geologi, dan fisikawan. Dalam beberapa tahun terakhir telah berkembang keterlibatan ilmu lain seperti antropolog, ekonom, insinyur, profesional medis, profesional militer, sosiolog, dan bahkan seniman. Pendekatan ini telah diperkuat sebagai penelitian dalam hal menggunakan tenaga ahli yang terlatih dalam ilmu tanah dan bidang terkait dan beragam masalah yang berdampak pada dunia yang membutuhkan pemahaman mendalam tentang tanah. Kepentingan mendasar di antara isu-isu ini adalah keanekaragaman hayati, biofuel/ketahanan energi, perubahan iklim, jasa ekosistem,

ketahanan pangan, kesehatan manusia, degradasi lahan, dan ketahanan air (Brevik et al., 2015).

1.3.1. Tanah dan keanekaragaman hayati Tanah

Ukuran habitat tanah berkisar dari relung mikro hingga seluruh lanskap, sementara keanekaragaman hayati tanah mencakup semua jenis kehidupan yang tinggal di habitat tanah di bawah dan di atas permukaan tanah. Keanekaragaman hayati tanah memasok banyak jasa ekosistem yang penting bagi manusia dan lingkungan, seperti dukungan produksi primer melalui bahan organik dan daur hara; kontrol iklim melalui pengaturan fluks C dan N; pengendalian hama dan penyakit bagi manusia, hewan, dan tumbuhan; dan dekontaminasi lingkungan (Guerra et al., 2020).

Biota tanah memiliki fungsi yang banyak dan beragam yang berperan penting dalam menentukan sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Organisme tidak hanya berkontribusi pada pembentukan total bahan organik tanah (SOM), mereka juga menguraikan SOM dan mengubah nutrisi (misalnya, C, N, P, S), menentukan komposisi kimia dan fisika habitatnya. Organisme tanah juga berperan penting dalam membentuk lingkungan tanah melalui pembentukan dan modifikasi tekstur tanah dengan pori-pori, pengangkutan partikel tanah, dan membentuk habitat tanah baru melalui pelapukan batuan. Sementara keragaman dan kelimpahan organisme tanah mempengaruhi fungsi tanah dan bergantung pada sifat-sifat tanah (Yavitt et al., 2021).

Tumbuhan memainkan peran penting dalam membentuk tanah, dari permukaan hingga kedalaman dengan beragam bentuk sistem perakarannya. Tanaman berada di pusat interaksi tanah-tanaman-mikroba. Rizosfer kaya dengan mikroorganisme dan nutrisi, dan menunjukkan gradien konsentrasi oksigen. Mikroba rizosfer pemacu pertumbuhan tanaman berkontribusi terhadap biofertiliser, biokontrol, dan fitostimulasi. Keberlanjutan sistem produksi tanaman merupakan isu kunci untuk memastikan ketahanan pangan global.

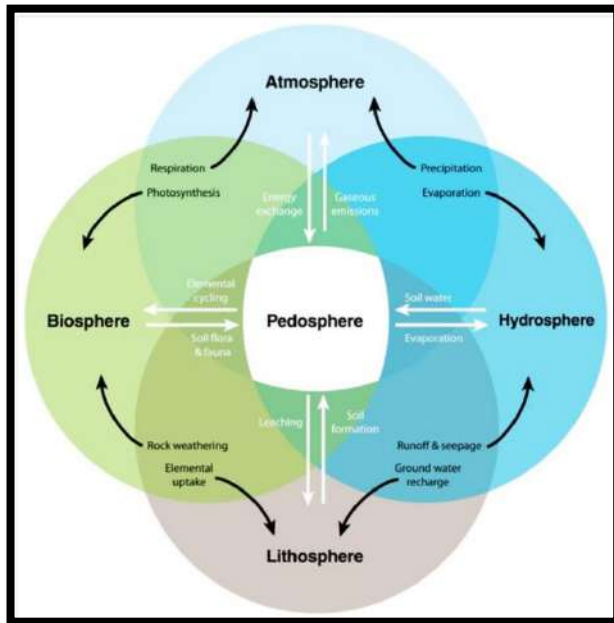
Fungsi tanah diilustrasikan dalam pengaruh praktik pengelolaan pertanian terhadap keanekaragaman hayati tanah. Keanekaragaman vegetasi alami berkontribusi pada peningkatan keanekaragaman hayati tanah, sementara penanaman monokultur yang intensif hanya mendukung pertumbuhan sebagian mikroba tanah, menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati. Selanjutnya, peningkatan penggunaan pupuk dan pestisida dapat membahayakan baik aktivitas maupun kelangsungan hidup mikroba tertentu di dalam tanah (Pereg & McMillan, 2015).

Setiap perubahan dalam kondisi sifat tanah abiotik dan biotik dapat memicu pergeseran keanekaragaman hayati. Perubahan iklim, perubahan penggunaan lahan, polusi, spesies invasif, dan faktor apa pun yang berkontribusi terhadap degradasi tanah dapat berdampak pada keanekaragaman hayati (Wang et al., 2022).

1.3.2. Tanah dan siklus biogeokimia Tanah

Proses daur biogeokimia didefinisikan sebagai transformasi dan daur ulang unsur-unsur antara benda mati (abiotik) dan benda hidup (biotik) melintasi permukaan tanah, udara, dan air. Proses biogeokimia bergantung pada biota di dalam tanah atau pedosfer, lapisan terluar bumi yang tersusun dari tanah dan tunduk pada proses pembentukan tanah. Itu ada di antarmuka litosfer (batuan), atmosfer (udara), hidrosfer (air), dan biosfer (materi hidup). Peran biota tanah di pedosfer menggunakan prinsip-prinsip ekologi yang menghubungkan organisme tanah dan tumbuhan dengan proses biogeokimia yang terjadi di dalam tanah dalam ekosistem alami dan yang dikelola. Proses biogeokimia bergantung pada biota di dalam tanah atau pedosfer, lapisan terluar dari Bumi yang tersusun dari tanah dan tunduk pada proses pembentukan tanah. Pedosfer terdapat di antarmuka litosfer (batuan), atmosfer (udara), hidrosfer (air), dan biosfer (materi hidup) (Gambar 1) (Fortuna, 2012).

(Kalev & Toor, 2018)



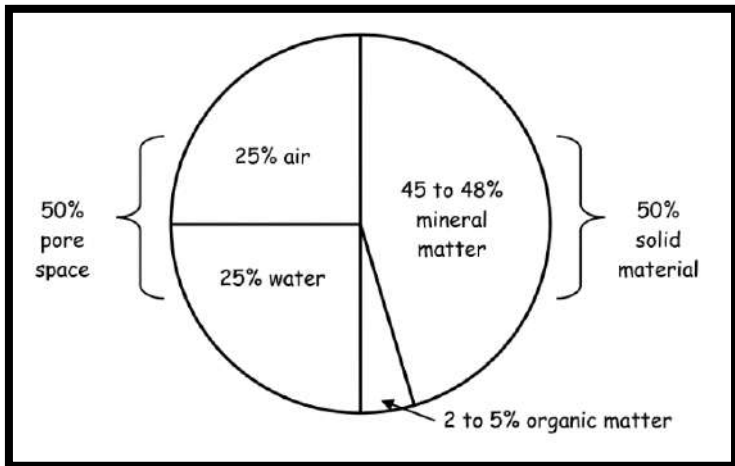
Gambar 1. Proses interaksi pedosfer dengan atmosfer, biosfer, hidrosfer dan litosfer

1.4 Bahan-bahan Penyusun Tanah

Tanah menutupi sebagian besar bagian bumi yang terbuka dalam lapisan tipis. Tanah menyuplai udara, air, nutrisi, dan dukungan mekanis untuk akar tanaman yang sedang tumbuh. Produktivitas tanah tertentu sangat tergantung pada kemampuannya untuk menyediakan keseimbangan faktor-faktor bagi tanaman.

Permukaan tanah yang diinginkan dalam kondisi baik untuk pertumbuhan tanaman mengandung sekitar 50% bahan padat dan 50% ruang pori. Bahan padat terdiri dari bahan mineral dan bahan organik. Bahan mineral terdiri dari 45% sampai 48% dari total volume tanah. Sekitar 2% hingga 5% dari volumenya terdiri dari

bahan organik, yang mungkin mengandung sisa tumbuhan dan hewan dalam berbagai tahap pembusukan atau dekomposisi. Di bawah kondisi kelembaban yang ideal untuk menumbuhkan tanaman, 50% ruang pori tanah yang tersisa akan mengandung jumlah udara (25%) dan air (25%) yang relatif sama.



Gambar 2. Komponen tanah dalam proporsi yang ideal.

Tanah terbentuk dari percampuran komponen penyusun tanah yang bersifat heterogeny dan beraneka. Ada 4 (empat) komponen utama penyusun tanah mineral. Proporsi keempat komponen tersebut mempengaruhi tekstur tanah, porositas, dan ruang pori. Komponen tanah terdiri dari tiga fase penyusun tanah, yakni (Hilles, 1980):

1. Fase padat: bahan mineral dan bahan organik
2. Fase cair: lengas tanah dan air tanah
3. Fase gas: udara tanah

Komposisi tanah berdasarkan volume tanah (Gambar 2), masing-masing komponen hanya perkiraan (% volume). Komponen mineral adalah semua jenis bahan hasil pelapukan batuan induk, termasuk

mineral primer, mineral sekunder dan bahan amorf yang mempunyai bermacam-macam ukuran dan komposisi.

1. Ukuran: pasir (2000-50 μm), debu (50-2 μm) dan lempung (<2 μm)
2. Komposisi mineralogi:
 - a. Pasir/debu: feldspar, kuarsa, hornblende, biotit dan lain-lain
 - b. Lempung: kaolinit, monmorillonit, illit, bentonite
 - c. Amorf: alofan, imogolite, alofan dan oksida

Tanah adalah sumber daya alam yang berharga yang mempengaruhi ekosistem kita dalam berbagai cara dan karenanya merupakan komponen integral dari kehidupan di Bumi. Tanah bertanggung jawab untuk siklus nutrisi, pertumbuhan tanaman, pertukaran gas, penyimpanan karbon, dan pembuangan limbah. Tanah terdiri dari campuran batuan yang lapuk atau tererosi, nutrisi, organisme hidup, bahan organik, air, dan udara. Tanah dalam kondisi optimal mengandung sekitar 45% bahan mineral, 5% bahan organik, dan 50% ruang pori, yang ditempati oleh air dan udara dengan proporsi yang sama. Bahan mineral dan organik membentuk fraksi padat tanah, sedangkan udara dan air merupakan ruang pori tanah (Kalev & Toor, 2018).

Pembentukan tanah adalah proses yang sangat lambat. Diperlukan beberapa ratus tahun untuk membentuk satu sentimeter tanah lapisan atas. Pembentukan ini terjadi melalui pelapukan batuan dan pengendapan sedimen. Tanah berasal dari berbagai sumber bahan induk dan terbentuk dalam kondisi lingkungan yang beragam. Inilah salah satu alasan keragaman tanah berbeda yang luar biasa antar lokasi.

Ukuran, bentuk, dan penggumpalan partikel tanah menentukan volume udara dan air di dalam tanah. Misalnya, tanah dengan ruang

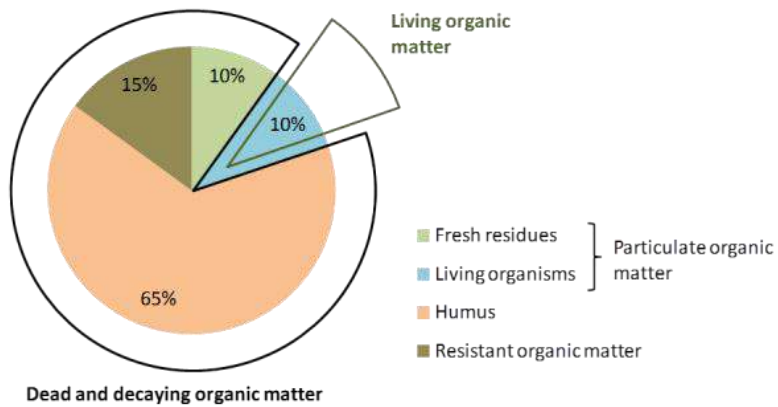
pori yang lebih besar cenderung mengandung lebih banyak udara dan lebih permeabel terhadap air, yang dapat memengaruhi jenis tanaman yang dapat ditanam. Secara umum, kualitas tanah didasarkan pada perbedaan sifat-sifat yang menentukan daya dukung tanaman, hewan, dan manusia. Karakter ini menjadikan tanah sebagai entitas yang kompleks dan tahan lama yang penting untuk kualitas hidup kita. Tuntutan yang terus berkembang terhadap lingkungan, baik itu perubahan iklim atau daur ulang limbah, mengharuskan kita memahami tanah untuk keberhasilan dan kelangsungan hidup di planet ini.

Tanah terdiri dari empat komponen utama: bahan mineral, bahan organik, udara, dan air (Gambar 2). Proporsi konstituen ini penting dalam menentukan sifat fisika tanah. Sifat-sifat tersebut meliputi tekstur, warna, porositas, dan densitas. Ini menentukan pergerakan udara dan air, pertumbuhan tanaman, aktivitas mikroorganisme, dan ketersediaan nutrisi.

Bahan organik tanah (SOM) meskipun menyusun hanya 2–10% dari sebagian besar massa tanah tetapi memiliki peran penting dalam fungsi fisik, kimia, dan biologi tanah pertanian. Bahan organik berkontribusi pada retensi dan pergantian nutrisi, struktur tanah, retensi dan ketersediaan air, degradasi polutan, dan penyerapan karbon.

SOM terutama terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen, dan memiliki sejumlah kecil unsur lain, seperti nitrogen, fosfor, belerang, kalium, kalsium, dan magnesium yang terkandung dalam residu organik. Ini dibagi menjadi komponen 'hidup' dan 'mati' dan dapat berkisar dari masukan yang sangat baru, seperti tunggul, hingga bahan yang sebagian besar membusuk yang mungkin berusia ratusan tahun. Sekitar 10% SOM bawah tanah, seperti akar, fauna, dan mikroorganisme, 'hidup' (Gambar 3). Sebagian besar bahan organik

tanah mati atau membusuk, dengan organisme hidup membentuk sekitar 10% dari kumpulan bahan organik tanah.



Gambar 3. Komposisi bahan organik tanah.

SOM ada sebagai 4 fraksi berbeda yang sangat bervariasi dalam ukuran, waktu pergantian dan komposisi dalam tanah (Chiti et al., 2019):

1. Bahan organik terlarut (*dissolved organic matter*), ukuran: $<45 \mu\text{m}$ (dalam larutan); waktu pergantian: beberapa menit-hari; komposisi: Eksudat akar larut, gula sederhana dan produk sampingan dekomposisi. Ini biasanya menyusun kurang dari 5% dari total bahan organik tanah.
2. Bahan organik partikulat (*particulate organic matter*), ukuran: $53 \mu\text{m}$ -2 mm; waktu pergantian: 2-50 tahun; komposisi: Tumbuhan dan hewan segar atau telah membusuk dengan struktur sel yang dapat diidentifikasi. Menyusun 2-25% dari total bahan organik tanah.
3. Humus, ukuran: $<53 \mu\text{m}$; waktu pergantian: 10-an hingga 100-an tahun; komposisi: Senyawa organik yang lebih tua dan membusuk yang telah tahan (produk akhir dari) dekomposisi. Dapat menyusun lebih dari 50% dari total bahan organik tanah.

4. Bahan organik tahan (*resistant organic matter*), ukuran: $<53 \mu\text{m}$ - 2 mm ; waktu pergantian: 100-an hingga 1000-an tahun; komposisi: Bahan yang relatif lembam, seperti bahan yang tahan bahan kimia atau sisa-sisa organik (misalnya arang). Bisa sampai 10% dari total bahan organik tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bockheim, J. G., Gennadiyev, a. N., Hammer, R. D., & Tandarich, J. P. (2005). Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma*, 124(1-2), 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.004>
- Brevik, E. C., Cerdà, a., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*, 1(1), 117–129. <https://doi.org/10.5194/soil-1-117-2015>
- Chiti, T., Certini, G., Marzaioli, F., D'Acqui, L. P., Forte, C., Castaldi, S., & Valentini, R. (2019). Composition and turnover time of organic matter in soil fractions with different magnetic susceptibility. *Geoderma*, 349(April), 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.04.042>
- Figuerola, E. L. M., Guerrero, L. D., Türkowsky, D., Wall, L. G., & Erijman, L. (2015). Crop monoculture rather than agriculture reduces the spatial turnover of soil bacterial communities at a regional scale. *Environmental Microbiology*, 17(3), 678–688. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12497>
- Fortuna, A. (2012). The Soil Biota. *Nature Education Knowledge* 3(10):1. *Nature Education Knowledge*, 3(10), 1.
- Guerra, C. a., Heintz-Buschart, A., Sikorski, J., Chatzinotas, A., Guerrero-Ramírez, N., Cesarz, S., Beaumelle, L., Rillig, M. C., Maestre, F. T., Delgado-Baquerizo, M., Buscot, F., Overmann, J., Patoine, G., Phillips, H. R. P., Winter, M., Wubet, T., Küsel, K., Bardgett, R. D., Cameron, E. K., ... Eisenhauer, N. (2020). Blind spots in global soil biodiversity and ecosystem function research. *Nature Communications*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17688-2>
- Hilles. (1980). *Fundamentals of Soil Physics*. 413 p.

- Kalev, S. D., & Toor, G. S. (2018). The Composition of Soils and Sediments. *Green Chemistry*, 339–357. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809270-5.00014-5>
- Lehmann, J., Bossio, D. a., Kögel-Knabner, I., & Rillig, M. C. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth and Environment*, 1(10), 544–553. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8>
- Mizuta, K., Grunwald, S., Cropper, W. P., & Bacon, A. R. (2021). Developmental history of soil concepts from a scientific perspective. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(9), 1–19. <https://doi.org/10.3390/app11094275>
- Mizuta, K., Grunwald, S., & Phillips, M. a. (2018). New Soil Index Development and Integration with Econometric Theory. *Soil Science Society of America Journal*, 82(5), 1017–1032. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.11.0378>
- Pereg, L., & McMillan, M. (2015). Scoping the potential uses of beneficial microorganisms for increasing productivity in cotton cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 80(November), 349–358. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.10.020>
- Simonson, R. W. (1968). Concept Of Soil. *Advances in Agronomy*, 20(C), 1–47. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60853-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60853-6)
- Wang, Y., Xie, M., Hu, B., Jiang, Q., Shi, Z., He, Y., & Peng, J. (2022). Desert Soil Salinity Inversion Models Based on Field In Situ Spectroscopy in Southern Xinjiang, China. *Remote Sensing*, 14(19), 1–16. <https://doi.org/10.3390/rs14194962>
- Yavitt, J. B., Pipes, G. T., Olmos, E. C., Zhang, J., & Shapleigh, J. P. (2021). Soil Organic Matter, Soil Structure, and Bacterial Community Structure in a Post-Agricultural Landscape. *Frontiers in Earth Science*, 9(February), 1–15. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.590103>

BAB 2

Faktor-Faktor Pembentuk Tanah

Oleh Uska Peku Jawang

2.1 Pendahuluan

Salah satu benda yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia yaitu tanah, diketahui bahwa tanah merupakan sumberdaya penting bagi kehidupan makhluk hidup. Tanah dapat menyediakan kebutuhan primer manusia seperti pangan, pakan, papan dan sandang. Utomo dkk., (2018) berhasil dan gagalnya peradaban manusia sangat ditentukan oleh manajemen penggunaan tanahnya.

Tanah adalah permukaan bumi yang terbentuk hasil transformasi dari mineral dan organik. Berdasarkan pandangan ilmu geologi, tanah merupakan hasil pelapukan batuan yang dipengaruhi oleh gaya-gaya alam sehingga membentuk partikel-partikel kecil dan halus. Tanah tersusun oleh mineral, bahan organik, udara dan air. Joffe (1949) tanah adalah suatu bangunan alam tersusun atas horizon-horizon yang terdiri atas mineral dan bahan organik. Utomo dkk., (2018) tanah adalah hasil pelapukan batuan dan mineral melalui proses fisik dan kimia serta proses biologi menjadi butiran kecil dan halus.

Tanah terbentuk merupakan hasil pengaruh berbagai faktor dan adanya proses interaksi sehingga menghasilkan karakteristik tanah yang berbeda-beda. Tanah terbentuk dari hasil proses pelapukan bahan induk yang dipengaruhi oleh beberapa pembentuk faktor. Joffe (1949) faktor pembentuk tanah terdapat dua kelompok yaitu faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif yaitu faktor yang mempengaruhi dalam bentuk sumber massa dan kondisi seperti bahan induk, topografi dan waktu, sedang faktor aktif yaitu faktor yang bekerja dalam menyediakan energi dalam proses pembentukan tanah seperti iklim dan mikroorganisme. Faktor tersebut yaitu bahan induk, iklim, organisme, relief, dan waktu. Kelima faktor inilah yang

menentukan karakter morfologi tanah. Pengaruh kelima faktor terhadap pembentukan tanah dapat dijabarkan dalam bentuk persamaan matematis yaitu:

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

Dengan:

T: Tanah

f: fungsi

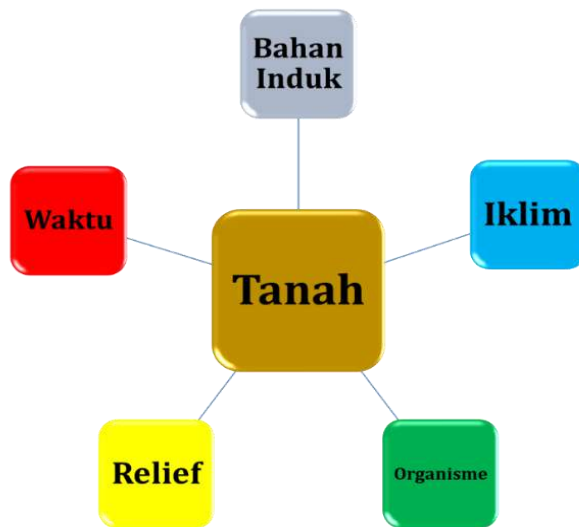
b : bahan induk

i : iklim

o : organisme

r : relief

t : waktu



Gambar 2.1. Faktor Pembentuk Tanah

2.2 Bahan Induk

Bahan induk merupakan faktor pasif dalam proses pembentukan tanah, dimana memerlukan tindakan atau energi dari luar yang dapat mempengaruhi perubahan bentuk. Bahan induk berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah serta dapat menentukan adanya perbedaan jenis tanah, karena adanya perbedaan bahan induk. Sehingga bahan induk disebut sebagai faktor pengubah bebas dalam proses pembentukan tanah. Bahan induk

dapat mempengaruhi berbagai sifat tanah seperti komposisi mineral, warna, ukuran partikel dan unsur kimianya. Notohadiprawiro (1998) bahan induk tanah berasal dari batuan atau kumpulan biomassa organisme yang mati sebagai bahan mentah, bahan induk dari batuan menghasilkan tanah mineral, sedangkan bahan induk dari biomassa menghasilkan tanah organik.

Menurut ahli pedologi Dokuchav 1883 bahwa bahan induk merupakan faktor utama penting dalam proses pembentuk tanah. Jenny (1941) bahan induk adalah keadaan tanah saat waktu nol pada proses pembentukan tanah. Selama proses pelapukan batuan berubah menjadi bahan induk dan pelapukan berikutnya serta proses pembentukan tanah lainnya mengubah bahan induk menjadi tanah seiring waktu. Menurut Hardjowigeno (1993) bahan induk berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah seperti tekstur tanah, permeabilitas, kecepatan pelapukan, kandungan basa-basa dan cadangan mineral.

Terdapat dua jenis bahan induk yang terlibat dalam proses pembentukan tanah yaitu bahan induk batuan dan bahan organik. Bahan induk batuan adalah bahan yang terbentuk dari batuan dalam bentuk mineral atau fragmen batuan, sedang bahan organik adalah bahan induk yang dihasilkan dari proses pelapukan hutan rawa atau vegetasi rawa dan hewan.

Batuan induk batuan terdiri dari tiga kelompok berdasarkan bahan penyusunnya yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf. Batuan beku adalah batuan yang terbentuk hasil pendinginan magma yang mengalami proses pembekuan dan mengkristal. Batuan sedimen adalah jenis batuan yang dihasilkan dari pengendapan material yang terbawa oleh air, angin, dan es serta mengalami proses pelapukan dan diagenesis. Sedangkan batuan metamorf adalah jenis batuan yang terbentuk dari batuan sebelumnya serta mengalami perubahan struktur, tekstur dan komposisi kimia yang diakibatkan oleh suhu dan tekanan suhu yang tinggi.



Batuan Beku



Batuan Sedimen



Batuan Metamorf

Gambar 2.2. Jenis Batuan Penyusun Bahan Induk

Tanah yang terbentuk dari bahan organik dapat disebut sebagai tanah gambut atau tanah organik atau jenis histosol. Tanah dengan bahan induk organik dikelompokkan dalam tiga yang didasarkan pada tingkat kematangan organik pembentuk tanah. Tiga kelompok tersebut yaitu:

1. Febrik yaitu jenis tanah dengan kandungan bahan organik halusanya kurang dari 33% dan organik kasarnya lebih dari 66%.
2. Hemik yaitu jenis tanah dengan kandungan bahan organik halus dan sedang berkisar 33-66%.
3. Safrik yaitu tanah dengan kandungan bahan organik halusnya lebih dari 66%.

2.3 Iklim

Faktor iklim merupakan faktor aktif yang berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah. Unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan tanah adalah suhu (temperatur) udara dan curah hujan. Secara umum bahwa keadaan suhu naik (panas) dan lembab (dingin) akan mempengaruhi percepatan proses dalam pembentukan tanah. Saat suhu naik 10°C maka akan terjadi percepatan reaksi naik dua-tiga kali lipat. Curah hujan yang tinggi dapat mempercepat proses pelapukan batuan dan pencucian bahan.

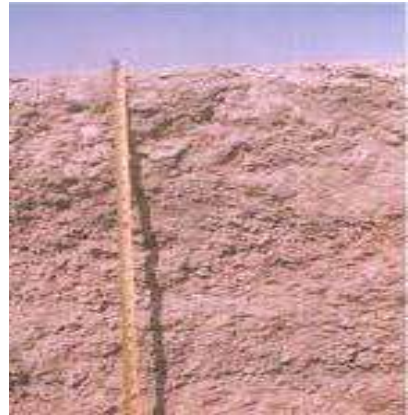
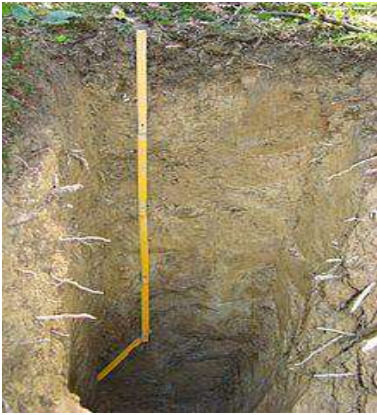
Suhu udara atau suhu permukaan merupakan derajat panas dinginnya udara permukaan. Pada proses pelapukan batuan

terjadinya fluktuasi temperatur permukaan dapat mempengaruhi percepatan disintegrasi. Secara umum dapat dikatakan bahwa pada siang hari akan terjadi pengembangan batuan, sedangkan pada malam hari akan terjadi pengerutan batuan. Temperatur udara dapat berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah baik secara fisik, kimia dan biologi. Sutanto (2005) radiasi matahari merupakan energi yang dapat berpengaruh terhadap suhu, batuan dan tanah, serta dapat membantu proses pelapukan dan dekomposisi dalam tanah.

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada permukaan pada periode tertentu. Aktivitas hujan mampu berpengaruh terhadap pembentukan tanah yang dimulai dari mengikis permukaan batuan serta meresap dalam batuan sehingga dapat mempercepat reaksi kimia dan biologi dalam proses pembentukan tanah. Sutanto (2005) air berpengaruh dalam proses alih rupa baik secara biologis, kimia dan fisik. Air dapat berpengaruh terhadap proses pembentukan profil tanah.

Pengaruh iklim setiap wilayah di Indonesia memiliki karakter tanah yang berbeda-beda. Wilayah Indonesia bagian timur yang relatif curah hujan rendah sehingga terjadi pelapukan dan pencucian relatif rendah mengakibatkan tanah lebih netral dengan kandungan hara yang lebih tinggi serta kedalaman solumnya rendah, karena didominasi oleh bahan organik pada permukaan tanah.

Intensitas curah hujan lebih berpengaruh besar terhadap proses pembentukan horizon tanah, sebab mempercepat proses dekomposisi maupun disintegrasi dan adanya pergerakan air ke bawah. Sedangkan temperatur lebih berpengaruh terhadap proses yang bersifat kimia dalam tanah. Utomo dkk., (2018) kombinasi curah hujan dan suhu yang tinggi dapat mempercepat proses pelapukan tanah berjalan lebih cepat. Tingginya curah hujan dapat mempercepat proses pemindahan hasil reaksi yang dapat mempercepat proses reaksi, begitupun dengan suhu yang tinggi dapat mempercepat proses reaksi dalam tanah.



- a. Perkembangan Profil Tanah Di Indonesia Beriklim Basah
- b. Perkembangan Profil Tanah Beriklim Kering di Arab Saudi (Al-Dosary, 2022)

Gambar 2.3. Perbedaan Perkembangan Tanah Pada Wilayah Dengan Iklim Yang Berbeda

2.4. Organisme

Organisme merupakan faktor aktif dalam proses pembentuk tanah. Organisme adalah keseluruhan bentuk kehidupan yaitu manusia, vegetasi, dan hewan baik tingkat tinggi maupun tingkat rendah. Organisme dapat mempengaruhi yaitu akumulasi bahan organik, mengatur siklus hara, terbentuknya struktur tanah, ketersediaan nitrogen, meningkatkan infiltrasi, dan dapat menurunkan terjadi erosi.

Faktor organisme dalam pembentukan tanah terdapat dua yaitu organisme pada permukaan tanah dan organisme didalam tanah. Organisme pada permukaan tanah seperti tumbuhan, hewan, manusia dan organisme lainnya. Notohadiprawiro (1998) organisme dalam tanah yaitu bakteri, jamur, akar tumbuhan, cacing tanah, rayap, semut, kecoa dan organisme dalam tanah lainnya. Hubungan yang dibentuk dalam proses pembentukan tanah ini disebut sebagai ekosistem tanah. Organisme dalam tanah berperan dalam mengaduk

tanah, dekomposisi bahan organik, memperlancar gerakan air, memperlancar gerakan udara dan pemindahan tanah.

Kondisi vegetasi permukaan dapat berpengaruh nyata terhadap karakteristik tanah baik fisik, kimia dan biologi. Vegetasi padang rumput memiliki karakteristik tanah dengan kandungan bahan organiknya tinggi, dan struktur tanah yang baik. Hardjowigeno (2010) vegetasi hutan dapat membentuk tanah-tanah berwarna merah. Sutrisno dkk., (2011) Pada lahan hutan jenis tanahnya didominasi oleh podsolik dengan kategori tanah sangat masam hingga masam, serta kandungan hara makro primernya rendah.



Gambar 2.4. Peran Organisme Dalam Pembentukan Tanah

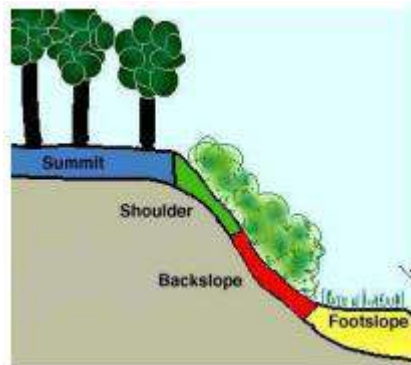
2.5. Relief (Topografi)

Relief adalah faktor pembentuk tanah yang bersifat pasif. Relief merupakan bentuk permukaan bumi yang memiliki perbandingan ketinggian setiap tempat berbeda. Relief dalam proses pembentukan tanah berkaitan dengan tata kelola air permukaan, air bawah tanah, kelembaban tanah, sinar matahari, arah angin serta tingkat potensi erosi dan sedimentasi. Notohadiprawiro (1998) kemiringan lahan merupakan faktor yang dapat mengendalikan pengaruh iklim dan organisme serta mengendalikan laju dan arah proses terbentuknya tanah.

Keadaan relief suatu wilayah dapat mempercepat atau memperlambat pengaruh iklim terhadap pembentukan tanah.

Menurut Utomo dkk., (2018) wilayah dengan bentuk datar dan berbentuk cekungan lebih mudah menyerap air, dan proses pelapukan akan lebih cepat. Sedang pada wilayah dengan bentuk miring dan curam air hujan tidak sempat terserap kedalam tanah akibatnya proses pelapukan lambat.

Faktor relief dapat mempengaruhi pembentukan profil tanah yaitu 1) Jumlah air hujan terabsorpsi dan penyimpanan dalam tanah; 2) Tingkat perpindahan tanah akibat erosi; dan 3) arah pergerakan bahan dalam suspensi atau larutan dari satu tempat ke tempat lain. Hardjowigeno (2010) sifat tanah yang dipengaruhi oleh relief yaitu ketebalan solum, ketebalan bahan organik, kandungan air tanah, warna tanah, tingkat perkembangan profil tanah, pH tanah, kejenuhan basa, kandungan garam mudah larut dan sifat lainnya.



Gambar 2.5. Masing-Masing Bagian Mencirikan Relief Berbeda Dapat Menentukan Proses dan Sifat Tanah Terbentuk

2.6. Waktu

Menurut berbagai ahli tanah menyebut bahwa waktu bukan faktor pembentuk tanah, tetapi karena semua proses pembentukan tanah berjalan seiring dengan waktu. Tahapan perkembangan yang diperoleh tidak hanya berpatokan pada lama kerja oleh berbagai faktor, tetapi dapat juga dipengaruhi oleh intensitasnya suatu faktor dan adanya reaksi sehingga kemungkinan dapat berubah-ubah seiringnya waktu. Notohadiprawiro (1998) proses terbentuknya

tanah akan berhenti jika telah mencapai keseimbangan dengan lingkungannya atau telah mencapai batas waktunya.

Tanah adalah benda alam yang akan berubah terus menerus secara dinamis akibatnya pelapukan dan pencucian akan terus berlangsung. Hardjowigeno (2010) terjadi pembentukan tanah yang terus berlangsung maka bahan induk tanah dapat berubah-ubah berturut-turut menjadi tanah muda (*young soil*), tanah dewasa (*mature soil*) dan tanah tua (*old soil*).

Proses pembentukan tanah membutuhkan waktu, sehingga waktu dikategorikan sebagai faktor pasif pada proses pembentukan tanah. Lama cepatnya proses pembentukan tanah bergantung pada bahan induk dan iklim. Rahman & Nasrudin (2020) Bahan batuan yang keras lebih sulit terbentuk dan membutuhkan waktu lama, bila dibandingkan dengan bahan batuan lunak. Sama halnya dengan wilayah dengan curah hujan rendah (arid/ semi arid) akan lebih sulit dibandingkan pada wilayah dengan iklim tropis (curah hujannya tinggi).

Mohr menjelaskan bahwa secara umum terdapat lima tahapan waktu dalam proses pembentukan tanah yaitu fase pemula, juvenil, viril, senil dan akhir. Pada fase pemula bahan induk mengalami sedikit pelapukan baik secara disintegrasi maupun dekomposisi. Pada fase juvenil bahan induk mengalami proses pelapukan lanjutan, biasanya pada tahap ini merupakan tanah regosol tua. Pada tahap viril bahan induk mengalami proses pelapukan secara optimum, biasanya tanah yang terbentuk yaitu tanah latosol coklat. Pada tahap seril bahan induk proses pelapukan mulai menurun baik secara disintegrasi maupun dekomposisi, pada tahap ini tanah yang terbentuk yaitu tanah latosol merah. Pada tahapan terakhir proses pelapukan telah berakhir baik dalam bentuk disintegrasi maupun dekomposisi, pada tahapan ini, tanah yang terbentuk adalah tanah laterit. Hardjowigeno (2010) Proses pembentukan tanah mula-mula

agak cepat, tetapi semakin tua maka proses pun akan berjalan dengan sangat lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Dosary, N. M. N. (2022). Evaluation Of Soil Characteristics For Agricultural Machinery Management And Cropping Requirements In Al Aflaj Oasis, Saudi Arabia. *Sustainability*, 14(13), 7991.
- Hardjowigeno, S. (1993). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Edisi Pertama*. Jakarta: CV. Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, S. (2010). *Ilmu tanah*. Jakarta: CV Akademika Pressindo
- Jenny, H. (1941). *Factors Soil Formation*. New York : Mc. Graw Hill.
- Joffe, J. S. (1949). *Pedology* (Vol. 68, No. 4, p. 346). LWW.
- Notohadiprawiro, T. (1998). Tanah dan lingkungan. *Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta*, 237.
- Rahman Nugroho, A., & Nasruddin, N. (2020). Buku Ajar Geografi Tanah (Konsep dan Implementasi). Banjarmasin: UNLAM
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: PT. Kanisius.
- Sutrisno, A., Kartodihardjo, H., Darusman, D., & Nugroho, B. (2011). Jenis Vegetasi Dan Karakteristik Lahan Di Kawasan Hutan Lindung Pulau Tarakan. *Jurnal Hidrolitan*.
- Utomo, M., Sudarsono, Rusman, B., Sabrina, T., Lumbanraja,J., & Wawan (2018). *Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Jakarta: Kencana.

BAB 3

SIFAT-SIFAT FISIKA TANAH

Oleh Andi Masnang

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini membahas tanah dari sudut pandang fisika tanah, yang dapat digambarkan sebagai cabang ilmu tanah yang berkaitan dengan sifat fisik tanah, pengukuran, prediksi dan proses fisik yang terjadi di dalam dan melalui tanah. Sifat fisik tanah berkaitan dengan bentuk, materi dan energi. Dengan demikian fisika tanah berhubungan dengan fluks dan transformasi energi di dalam tanah.

Di satu sisi, studi dasar fisika tanah bertujuan untuk memahami dasar tentang mekanisme yang mengatur perilaku tanah dan perannya dalam biosfer, termasuk proses yang saling terkait seperti pertukaran energi terestrial dan siklus air. Di sisi lain, praktek fisika tanah bertujuan memahami pengelolaan yang tepat dari tanah melalui irigasi, drainase, tanah dan konservasi air, pengolahan tanah, aerasi dan pengaturan suhu tanah, juga sebagai penggunaan bahan tanah untuk tujuan rekayasa (Hillel, 2013). Fisika tanah demikian terlihat menjadi ilmu dasar dan ilmu terapan dengan cakupan kepentingan yang sangat luas, banyak di antaranya dimiliki oleh cabang ilmu tanah lainnya dan oleh cabang lainnya ilmu yang saling terkait termasuk ekologi terestrial, hidrologi, iklim mikro ologi, geologi, sedimentologi, botani, dan agronomi (Hillel, 1998). Fisika tanah juga terkait erat dengan profesi teknik mekanika tanah, yang berhubungan dengan tanah terutama sebagai bahan bangunan dan kekuatan struktur bangunan.

Sifat fisik tanah meliputi warna, tekstur, struktur, porositas, bulk density, konsistensi, stabilitas agregat, dan nilai COLE (Coefisien

of Linear Extensibility). Sifat-sifat ini mempengaruhi proses seperti permeabilitas, infiltrasi, erosi, siklus hara dan aktivitas biologis (Hillel, 2013b).

3. 2. Tekstur Tanah

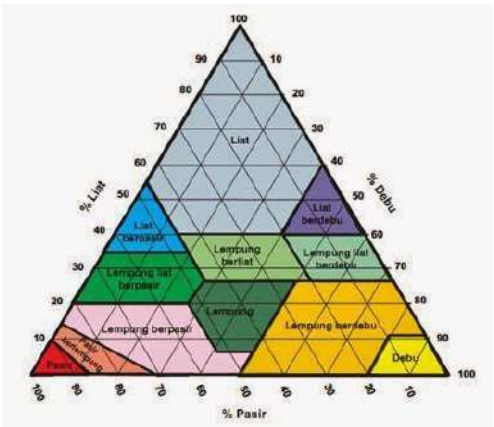
Tekstur tanah berdasarkan pada kisaran ukuran partikel penyusun tanah tertentu terutama besar, kecil, atau dari beberapa ukuran menengah atau kisaran ukuran. Dengan demikian, istilah membawa konotasi kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif, mewakili "rasa" dari bahan tanah, apakah kasar atau halus. Pengklasifikasi tanah yang berpengalaman dapat mengetahuinya, dengan menguleni atau menggosok tanah yang dibasahi dengan jarinya, baik yang bertekstur kasar maupun halus dan juga dapat menilai dengan cara semi kuantitatif yang mana dari beberapa "kelas" tekstur menengah yang mungkin termasuk dalam tanah tertentu. Secara kuantitatif, tekstur tanah menunjukkan pengukuran distribusi ukuran partikel atau proporsi berbagai ukuran kisaran partikel yang terjadi di tanah tertentu. Dengan demikian, tekstur tanah merupakan atribut alami dari tanah dan yang paling sering digunakan mencirikan susunan fisiknya .

Tekstur tanah mengacu pada proporsi partikel berukuran pasir, debu dan liat yang membentuk fraksi mineral tanah. Tekstur tanah ditentukan dengan metode pengayakan mekanis, jika ukuran partikel $> 0,05$, metode hidrometer dan metode pipet. Metode lain digunakan untuk menentukan tekstur, tetapi ini menggunakan pendekatan kualitatif. Diantaranya adalah metode raba, metode bola dan pita, dan metode lempar bola. Metode ini dapat menentukan apakah suatu tanah mungkin cocok untuk infiltrasi, tetapi harus dilakukan oleh orang yang berpengalaman, seperti ilmuwan tanah profesional.

Distribusi ukuran partikel berikut, berdasarkan analisis saringan, umumnya digunakan untuk menentukan partikel tanah.

- kerikil > 2 mm
- pasir 0,05 - 2 mm
- sangat kasar 1 - 2 mm
- kasar 0,5 - 1 mm
- sedang 0,25 - 0,5 mm
- halus 0,1 - 0,25 mm
- sangat halus 0,05 - 0,1 mm
- debu 0,002 - 0,05 mm
- liat < 0,002 mm (< 2 mikrometer)

Tekstur tanah menggambarkan distribusi partikel-partikel dengan ukuran berbeda ini di dalam tanah. Ada dua belas kelas tekstur tanah berdasarkan distribusi pasir, debu dan liat. Gambar 1 menampilkan segitiga tekstur tanah, yang menetapkan 12 kelas tekstur berdasarkan distribusi pasir, debu, dan liat.



Gambar 1. Segi tiga tekstur tanah

Tekstur mempengaruhi beberapa proses tanah, termasuk infiltrasi, drainase (distribusi air dan udara), erosi, proses kimiawi, dan proses biologis.

- Pasir: pengembangan struktural terbatas, infiltrasi cepat, drainase cepat, kapasitas menahan air rendah, pencucian mineral dan bahan organik, proses kimia dan biologis berkurang dibandingkan dengan tanah dengan kandungan tanah liat tinggi
- Debu: pengembangan struktural yang buruk, tingkat infiltrasi sedang, dikeringkan dengan baik, tingkat pemrosesan kimia dan biologi sedang, mudah terkikis dan dipadatkan
- Lempung: laju infiltrasi lambat, drainase buruk, kapasitas menahan air tinggi, laju pemrosesan kimia tinggi bila tidak dipadatkan atau dijenuhkan, mudah dipadatkan
- Liat: karena merupakan campuran pasir, debu, dan liat, tanah ini umumnya berdrainase baik, memiliki kapasitas menahan air yang baik, beragam secara kimiawi dan biologis serta aktif.

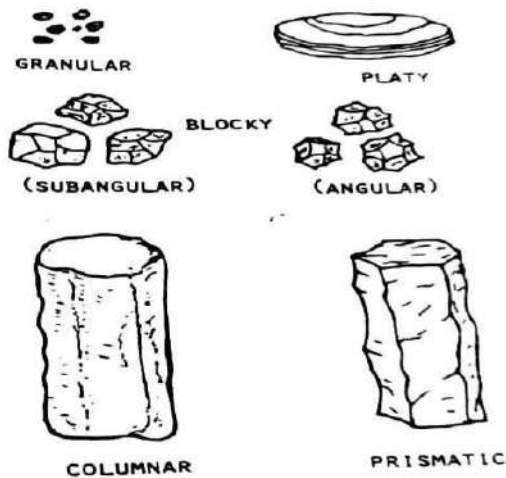
3. 3. Struktur Tanah

Struktur tanah menggambarkan susunan partikel tanah di dalam tanah, dan kecenderungan partikel tanah individu untuk mengikat bersama dalam agregat. Agregasi memengaruhi transportasi air dan udara, yang memengaruhi pergerakan zat terlarut dan polutan serta memengaruhi aktivitas biologis, termasuk pertumbuhan tanaman.

Perkembangan struktur tanah dipengaruhi oleh:

- Jumlah dan jenis liat, serta ion-ion yang dapat ditukar pada liat;
- Jumlah dan jenis bahan organik, yang menyediakan makanan bagi jamur dan bakteri tanah serta sekresi bahan penyemen (polisakarida);
- Adanya bahan penyemen seperti oksida besi dan aluminium; dan
- Vegetasi, yang menghasilkan bahan organik dan mengikat partikel tanah bersama-sama melalui perakaran.

Struktur tanah dibagi menjadi salah satu kelompok berikut, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur tanah (Hillel, 2013)

- Granular – bentuk bulat. Biasanya berdiameter 1-10 mm. Paling umum terdapat di horizon A, di mana akar tanaman, mikroorganisme, dan hasil dari dekomposisi bahan organik mengikat butiran tanah menjadi agregat granular
- Agregat - jenis struktur ini seringkali tidak termasuk dalam klasifikasi, tetapi mewakili tanah di mana beberapa komponen granular telah beragregasi, tetapi tidak ditemukan pada struktur prismatic atau columnar.
- Platy – peds datar yang terletak secara horizontal di dalam tanah. Struktur platy dapat ditemukan pada horizon A, B dan C. Ini umumnya terjadi pada horizon A sebagai akibat dari pemadatan.
- Blocky – berbentuk kubus, dengan permukaan yang kurang lebih datar. Jika ujung dan sudutnya tetap tajam disebut angular blocky. Jika bulat, disebut blok subangular. Ukuran umumnya berkisar antara 5-50 mm. Struktur gumpal merupakan ciri khas horizon B, terutama yang memiliki kandungan tanah liat yang tinggi. Subangular terbentuk dengan ekspansi berulang dan kontraksi mineral liat.
- Prismatic – blok yang lebih besar, memanjang secara vertikal, seringkali dengan lima sisi. Ukuran biasanya 10-100 mm. Struktur prismatic umumnya terjadi pada fragipans.
- Columnar – unit-unitnya mirip dengan prisma dan dibatasi oleh permukaan vertikal yang datar atau agak membulat. Bagian atas kolom, berbeda dengan prisma, sangat berbeda dan biasanya bulat (Hillel, 2013).

Struktur tanah mempengaruhi pergerakan air dan udara di dalam tanah dan karenanya penting bagi biota tanah . Tanah platy

dan masif membatasi pergerakan udara dan air, sementara tanah granular dan agregat meningkatkan transportasi udara dan air.

Struktur tanah dapat diubah oleh aktivitas manusia, antara lain sebagai berikut:

- Pemadatan, yang mengarah ke struktur platy dan blocky
- Budidaya, yang memecah agregat pada lapisan bajak tetapi juga dapat memadatkan lapisan yang lebih dalam
- Penggundulan vegetasi, yang mengurangi agregasi
- Pemindahan dan penanganan tanah yang berlebihan, yang dapat menghancurkan agregat atau menyebabkan pemadatan
- Natrium berlebihan, seringkali melalui irigasi, yang menyebarkan tanah dan merusak struktur

3.4. Bobot Isi Tanah

Kepadatan tanah berkaitan dengan komposisi mineral, bahan organik tanah dan struktur tanah. Ukuran standar kerapatan tanah adalah bobot isi tanah, yang didefinisikan sebagai proporsi berat tanah relatif terhadap volumenya, dinyatakan sebagai satuan berat per volume, dan umumnya diukur dalam satuan gram per sentimeter kubik (g/cm^3) (Al-Shammary et al., 2018). Bobot isi tanah merupakan indikator jumlah ruang pori yang tersedia dalam masing-masing horizon tanah, karena berbanding terbalik dengan ruang pori:

$$\text{Ruang pori} = 1 - \text{Bobot isi tanah/kerapatan partikel tanah} \times 100$$

di mana kerapatan partikel adalah berat/volume bahan padat. Kepadatan partikel adalah $2,65 \text{ g/cm}^3$ untuk tanah mineral dan $1,3 \text{ g/cm}^3$ untuk tanah organik. Sebagai contoh, pada berat jenis $1,60 \text{ g/cm}^3$ · ruang pori sama dengan 0,40 atau 40%. Pada berat jenis

1,06 g/cm³, ruang pori sama dengan 0,60 atau 60%. Bobot isi tanah organik lebih rendah dibandingkan dengan tanah mineral, tanah dengan konsentrasi bahan organik lebih tinggi memiliki bobot isi yang lebih rendah.

Bobot isi tanah mempengaruhi transportasi air dan udara di dalam tanah. Tanah dengan kepadatan tinggi menurunkan transportasi air, udara dan dapat menghambat pertumbuhan akar. Beberapa aktivitas manusia mempengaruhi bobot isi tanah. Tanah di lokasi konstruksi umumnya dipadatkan akibat penggalian, pencampuran, penimbunan, penyimpanan peralatan, dan lalu lintas peralatan. Selain itu, lapisan tanah yang terbuka rentan terhadap pemadatan. Ketika tanah dipadatkan, porositas berkurang dan bobot isi tanah meningkat (Moradi et al., 2015). Akibatnya, infiltrasi dan permeabilitas berkurang (Almawazreh et al., 2021; Jabro & Mikha, 2021), kapasitas menahan air tanah berkurang, dan pertumbuhan akar terhambat (Andi Masnang & Dyah Budibruri Wibaningwati, 2023; Demir & Doğan Demir, 2019), pemadatan tanah menyebabkan peningkatan limpasan dan erosi (Masnang et al., 2014, 2022).

Ruang pori adalah bagian dari volume tanah yang tidak ditempati oleh mineral atau bahan organik tetapi merupakan ruang yang ditempati oleh gas atau air. Seperti dibahas di atas, porositas tanah berbanding terbalik dengan kerapatan curah. Pada tanah bertekstur sedang yang produktif, total ruang pori biasanya sekitar 50% dari volume tanah. Meskipun porositas tidak bervariasi secara luas pada tekstur tanah, porositas pada kapasitas lapang sangat bervariasi, dengan nilai yang lebih besar untuk tanah bertekstur kasar (misalnya pasir). Porositas pada kondisi kapasitas lapang menunjukkan ruang pori yang tersedia setelah air mengalir dari tanah oleh gravitasi dan dengan demikian dianggap sebagai batas atas air tersedia tanaman, dengan titik layu dianggap sebagai batas bawah.

Meskipun porositas berhubungan dengan kerapatan partikel, ukuran pori merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses tanah. Tanah dengan porositas yang sama mungkin memiliki distribusi ukuran pori yang berbeda. Pori-pori terkecil (diameter $<0,1 \mu\text{m}$) menahan air terlalu kuat untuk digunakan oleh akar tanaman. Air yang tersedia bagi tanaman disimpan dalam pori-pori berdiameter $0,1\text{--}75 \mu\text{m}$. Makropori (diameter $>75 \mu\text{m}$) umumnya terisi udara ketika tanah berada pada kapasitas lapang, tetapi pori makro dapat mengangkut air dan zat terlarut dengan cepat ke kedalaman yang lebih dalam di profil tanah. Tanah liat memiliki pori-pori yang lebih kecil, tetapi lebih banyak ruang pori total daripada pasir. Tanah dengan aktivitas biologis yang ekstensif memiliki makroporositas yang lebih besar (misalnya akar tumbuhan, liang hewan) .

Distribusi ukuran pori mempengaruhi kemampuan tumbuhan dan organisme lain untuk mengakses air dan oksigen; Pori-pori yang besar dan terus-menerus memungkinkan transmisi cepat udara, air, dan nutrisi terlarut melalui tanah, dan pori-pori kecil menyimpan air. Variasi ukuran pori juga meningkatkan aktivitas biologis dengan membagi ruang pori, yang mengurangi persaingan antar organisme, termasuk mikroba (Mayo-Prieto et al., 2021).

Aktivitas manusia yang sama mempengaruhi struktur tanah dan kepadatan mempengaruhi porositas. Porositas dapat ditingkatkan pada tanah yang dipadatkan dengan penambahan bahan organik dan melalui pengolahan tanah (Priyanka Tripathi et al., 2017;). Makroporositas dapat dipromosikan dengan vegetasi perakaran yang lebih dalam (Temiz et al., 2021).

3.5. Konsistensi Tanah

Konsistensi tanah mengacu pada kemudahan pada individu dapat dihancurkan oleh jari. Konsistensi tanah, dan deskripsinya, bergantung pada kadar air tanah. Istilah-istilah yang biasa digunakan untuk menggambarkan konsistensi antara lain sebagai berikut:

- Longgar – tidak koheren saat kering atau lembab; tidak menyatu dalam massa
- Gembur – bila lembab, mudah hancur di bawah tekanan lembut antara ibu jari dan telunjuk dan dapat ditekan bersama menjadi gumpalan
- Tegas – ketika lembab dihancurkan di bawah tekanan sedang antara ibu jari dan telunjuk, tetapi resistensi terlihat jelas. Tanah basah
- Plastik – saat basah, mudah berubah bentuk dengan tekanan sedang tetapi dapat ditekan menjadi gumpalan; akan membentuk “kawat” ketika digulung di antara ibu jari dan jari telunjuk lengket – ketika basah, melekat pada bahan lain dan cenderung agak meregang dan terlepas daripada terlepas dari bahan lain
- Lembut – saat kering, pecah menjadi bubuk atau butiran individu dengan sedikit tekanan
- Keras – saat kering, cukup tahan terhadap tekanan; dapat dipatahkan dengan susah payah antara ibu jari dan telunjuk

Konsistensi tanah berguna dalam memperkirakan kemampuan tanah untuk mendukung struktur, seperti bangunan dan jalan. Konsistensi tanah adalah suatu sifat yang menunjukkan derajat kohesi dan adhesi di antara butir-butir tanah. Ketahanan massa suatu tanah terhadap perubahan bentuk yang diakibatkan oleh tekanan dan berbagai kekuatan yang mempengaruhi bentuk tanah (Sticky, 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Almawazreh, A., Uteau, D., Buerkert, A., Sathish, A., Mudalagiriappa, Hanumanthappa, D. C., Subbarayappa, C. T., & Peth, S. (2021). Effects of Soil Management Practices on Soil Physical Properties and Water Cycle in a Multifactorial Field Experiment. In *Urban Book Series*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79972-4_8
- Al-Shammary, A. A. G., Kouzani, A. Z., Kaynak, A., Khoo, S. Y., Norton, M., & Gates, W. (2018). Soil Bulk Density Estimation Methods: A Review. *Pedosphere*, 28(4). [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60034-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60034-7)
- Andi Masnang, & Dyah Budibruri Wibaningwati. (2023). Effectiveness of application of organic fertilizer on plant growth and yield of taro on dry Land. *The 5th International Conference on Agriculture and Life Science 2021 (ICALS 2021)*, 1–6.
- Demir, Y., & Doğan Demir, A. (2019). The effect of organic matter applications on the saturated hydraulic conductivity and available water-holding capacity of sandy soils. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2). https://doi.org/10.15666/aeer/1702_31373146
- Hillel, D. (1998). Environmental Soil Physics: Fundamentals, Applications, and Environmental Considerations. In *Environmental Soil Physics*.
- Hillel, D. (2013). Fundamentals of Soil Physics. In *Fundamentals of Soil Physics*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-03109-2>
- Jabro, J. D., & Mikha, M. M. (2021). Determination of Infiltration Rate and Bulk Density in Soils. In *Laboratory Methods for Soil Health Analysis*. <https://doi.org/10.1002/9780891189831.ch5>
- Masnang, A., Jannah, A., Andriyanty, R., & Haryati, U. (2022). The Effectiveness and Valuation of Using Silt Pit to Reduce Erosion and Nutrient Loss of Andosol. *Journal of Tropical Soils*, 27(1), 27. <https://doi.org/10.5400/jts.2022.v27i1.27-35>
- Masnang, A., Sinukaban, N., Sudarsono, & Gintings, N. (2014). Study of Run-off and Erosion Rate on Various Land Use in The Upper Jenneberang Sub Watershed. *Jurnal Agroteknos*, 4(1), 32–37.

- Mayo-Prieto, S., Porteous-álvarez, A. J., Mezquita-García, S., Rodríguez-González, Á., Carro-Huerga, G., Del Ser-Herrero, S., Gutiérrez, S., & Casquero, P. A. (2021). Influence of physicochemical characteristics of bean crop soil in trichoderma spp. Development. *Agronomy*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy11020274>
- Moradi, A., Teh Boon Sung, C., Goh, K. J., Husni Mohd Hanif, A., & Fauziah Ishak, C. (2015). Effect of four soil and water conservation practices on soil physical processes in a non-terraced oil palm plantation. *Soil and Tillage Research*, 145(February). <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.08.005>
- Priyanka Tripathi, S.D. Kashyap, Shipra Shah, & Nazir A. Pala. (2017). Effect of organic manure on soil physicochemical properties under fruit based agroforestry system. *Indian Forester*, 143(1).
- Sticky. (2018). Konsistensi Tanah. *Jurnal Konseistensi Tanah*, 3(3).
- Temiz, C., Akca, M. O., Cayci, G., & Baran, A. (2021). Assessment of the effect of different compost materials on aggregation and mechanical properties in an Entisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(8). <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1869770>

BAB 4

KLASIFIKASI ORGANISME TANAH

Oleh Whin Themas Mico Saputra

4.1 Pendahuluan

Tanah merupakan tempat berkembangnya makhluk hidup baik manusia, hewan dan tumbuhan. Dalam aspek pertanian secara umum bahwa tanah merupakan tempat berlangsungnya hidup baik tumbuhan maupun berbagai macam organisme tanah yang bersinergis untuk saling menguntungkan dan menjadi suatu aspek penting dalam sistem menentukan tingkat kesuburan tanah baik dari sifat kimia, sifat biologi dan sifat kimia tanah hal ini juga di kemukakan oleh (ingham, 2004; edward, 2004; Gupta dan Rog, 2004) yang menyatakan bahwa tanah sebagai tempat berlangsungnya berbagai sistem yang dihuni oleh organisme hidup bersifat dinamis dalam pembentukan suatu aliran energi dan suatu jaringan makanan.

Organisme dalam tanah sangat berkontribusi dalam proses penguraian serta proses dekomposisi bahan organik di karenakan aliran energi yang dibentuk oleh organisme tanah berperan aktif dalam percepatan terjadinya pelapukan bahan organik tanah yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tanah.

Kelimpahan organisme dalam tanah (*soil biodiversity*) sangat erat kaitannya terhadap kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta pabrik biologis maupun mesin penghasil bahan pangan dan sandang melalui aspek keberlanjutan tanah salah satunya organisme tanah yang merupakan komponen hidup baik dari segi eksternal maupun eksternal yang harus selalu di perhatikan.

Sistem hidup pada keberlanjutan tanah sangat erat kaitannya terhadap manajemen organisme dan ekologi tanah yang nantinya akan sangat bergantung terhadap ketersediaan bahan organik yang dapat memengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah itu sendiri (Simarmata, 2012)

Pengelolaan lahan yang tidak terencana akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas maupun kuantitas lahan. Tanah yang subur serta produktif akan mudah berubah seketika menjadi lahan yang tidak produktif dikarenakan ekosistem tanah baik interaksi antara biotik dan abiotik maupun komponen biotik dengan komponen biotik itu sendiri kurang di perhatikan dalam pengelolaan lahan yang tidak tepat pada sasaran (Simarmata, 2012).

Masalah organisme dalam tanah sering terjadi malah di anggap seperti tidak penting kehadirannya didalam tanah yang sebenarnya organisme tanah dapat dikatakan menjadi salah satu indikator dalam penentuan kesuburan tanah seperti peningkatan dan mempertahankan sifat fisika dan biologi tanah hal ini di dukung oleh (Simarmata, 2012) yang menyatakan bahwa ekologi organisme tanah dalam ekosistem pertanian menjadi salah satu kunci utama dalam pertanian jangka panjang (berkelanjutan) yang bersifat ramah lingkungan yang harus menjadi perhatian lebih dan daya dukung yang maksimal

4.2 Ruang Lingkup Organisme Tanah

Kelompok komponen biotik dari ekosistem pertanian ialah (1) organisme seperti tumbuhan dan mikroba yang memiliki peran dalam proses terjadinya fotosintesis tanaman yang di sebut sebagai produsen; (2) ada pula organisme yang memiliki peran dalam mengonsumsi senyawa organik yang di dimanfaatkan sebagai kebutuhan sumber energinya yang disebut sebagai konsumen serta; (3) organisme yang dapat merombak dan mengurai senyawa organik yang sudah mati seperti bagian dari tanaman, hewan dan limbah organik dari sisa limbah rumah tangga dan industri sehingga si organisme mampu memenuhi kebutuhan energi dan nutrisinya melalui proses fermentasi (Pembusukan) maupun memecahkan molekul kompleks menjadi molekul yang sangat sederhana (respirasi) yang dapat di sebut sebagai organisme pengurai (*decomposer*) (Simarmata et al, 2012).

Ekosistem tanah yang sehat merupakan satu faktor yang harus di perhatikan karena akan menentukan aliran energi dalam jaringan makanan di dalam tanah dan membantu dalam penyediaan substrat organik sebagai sumber utama (energi) kimia bagi organisme Dekomposer (*Primary decomposer*) (Simarmata, 2012). (clegg dan murray 2002: coleman et al., 2004) menyatakan bahwa peranan dan fungsi organisme dekomposer utama ialah sebagai fungsi khusus dalam mempertahankan kualitas tanah seperti kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah yang nantinya menjadikan tanah dalam keadaan ideal bagi pertumbuhan, perkembangan organisme tanah hal ini juga tidak terlepas perannya dari organisme lain (pengurai dan konsumen) sebagai kerja sama maupun hubungan sesama faktor biotik dalam tanah.

(Panda, 2011; Singh dan Purohit, 2011), mengemukakan bahwa pemanfaatan organisme sebagai pupuk hayati atau *biofertilizers* dapat di manfaatkan dalam meningkatkan ketersediaan hara, efisiensi pemupukan serta meminimalisir penggunaan pupuk organik (Pupuk Buatan) seperti contoh, Bakteri yang dapat menambat N baik secara non simbiotik maupun simbiotik, mikroba yang mendapat peran dalam pelarut Fosfat, mikroba yang dapat menghasilkan fitohormon serta memanfaatkan cendawan *mikoriza* dalam mengendalikan (Pelindung) terhadap patogen akar dan unsur toksik pada tanaman.

Pada tanah banyak mengandung seperti halnya senyawa dalam bentuk organik yang bermanfaat sebagai tempat hidup dan aktivitas organisme yang bersifat menguntungkan maupun merugikan dengan melalui proses biokimiawi yang dilakukan oleh organisme tanah yang merupakan proses menonjol sebagai peran menguraikan bahan organik baik itu berasal dari hewan maupun tumbuhan yang sudah mati akan tetapi proses tersebut juga akan menjadi hambatan besar ketika adanya perlakuan maupun tindakan yang merusak habitatnya seperti contoh, proses pemupukan yang

dilakukan secara terus menerus dan di gunakan pada dosis yang berlebihan yang di sertai dengan pemberian bahan kimia lain yang bersifat merugikan (Yulipriyanto, 1990).

Mikroorganisme tanah memberikan sumbangsih yang sangat besar terhadap kelangsungan hidup tumbuhan melalui penyediaan unsur hara yang di butuhnya. Maka oleh sebab itu tanah yang kelihatannya sehat-sehat saja yang selalu bersifat statis padahal menyimpan gejala atau perubahan yang berkepanjangan. Sumber makanan bagi tumbuhan dan hewan tertentu yang menjadikan tanah sebagai tempat berlangsungnya hidup sebagian besar disediakan oleh mikroorganisme tanah dengan berbagai proses biokimiawi yang mendekomposisi bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan (Simarmata, 2012).

Oleh karenanya keefektifan dan kebijaksanaan dalam pengelolaan tanah sangat di perlukan demi tetap menjaga berlangsungnya kehidupan organisme tanah yang selalu konsisten dalam memberikan keuntungan terutama pada aspek kesuburan tanah yang selalu terjaga dan ketersediaan nutrisi tanah yang selalu dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

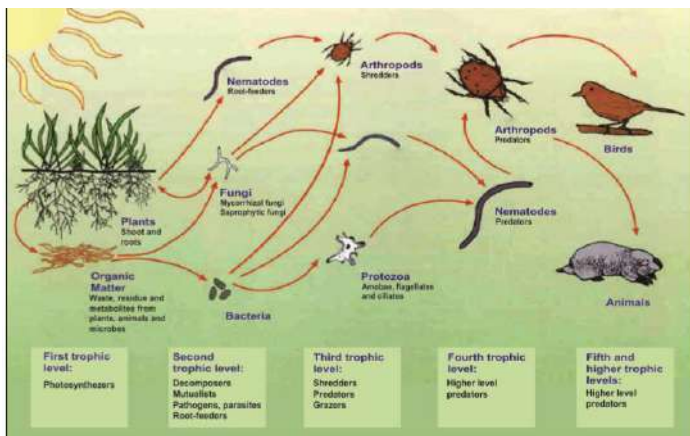
4.2.1 Peranan Organisme Terhadap Ekosistem Tanah

Intrepretasi dan pemahaman berbagai proses biologis memiliki kesulitan yang sangat tinggi di bandingkan proses kimia dan fisika di dalam tanah sehingga memerlukan pendekatan yang multidisiplin dan holistik. Aktivitas mikroba (organisme) sangat di pengaruhi oleh faktor internal maupun faktor eksternal yang menjadikan dinamika populasi seperti jenis tanah, vegetasi, musim, manajemen, masa dan ruang (Simarmata, 2012).

Keberadaan organisme dalam tanah menjadi faktor yang sangat menentukan kemampuan tanah dalam merajang dan menguraikan bahan organik melalui perubahan unsur hara organik menjadi unsur hara anorganik (*mineralisasi*), proses pelapukan tanah

dan sedimen secara bilogi (*bioturbasi*) yang dapat mengolah tanah menjadi gembur (remah) sehingga menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (ingham, 2004; Manoharachary *et al.*, 2005, ottow, 2011)

Organisme tanah terbagi dalam dua golongan besar yaitu hewan (fauna) dan tumbuhan (flora). Golongan tumbuhan bersifat mikroskopis seperti bakteri, fungi, alga, aktinomisetes sedangkan Organisme dalam tanah menjadi 6 grup pembagian yaitu: 1). Bakteri (*Bacteria*), jamur (*Fungi*) , protozoa , nematoda (*Nematodes*), arthropoda (*Arthrophods*) dan cacing tanah (*Earthworms*) tersaji pada Gambar 4.1 yang menunjukkan bahwa Secara proporsional komponen biotik seperti organisme tanah dalam komponen penyusun tanah hanya memiliki 1-2 % saja akan tetapi kehadirannya memiliki peran utama dalam menentukan produktitas tanah tersebut. Jumlah populasi organisme pada lapisan bagian atas tanah (*topsoil*) sangat mengagumkan jika di bandingkan populasi makhluk hidup yang lain dengan jumlah organisme di perkirakan dalam satu hektar tanah subur dengan kedalaman 15 – 10 cm terdapat sekitar, 1000 ton aktinomisetes, 2000 ton buluk, 100 ton algae, 200 protozoa, 100 ton insekta, 1000 ton cacing dan 2000 ton akar tanaman (ingham, 2004; NRCS, 2004; Whalen dan Sampedro, Ottow, 2011).

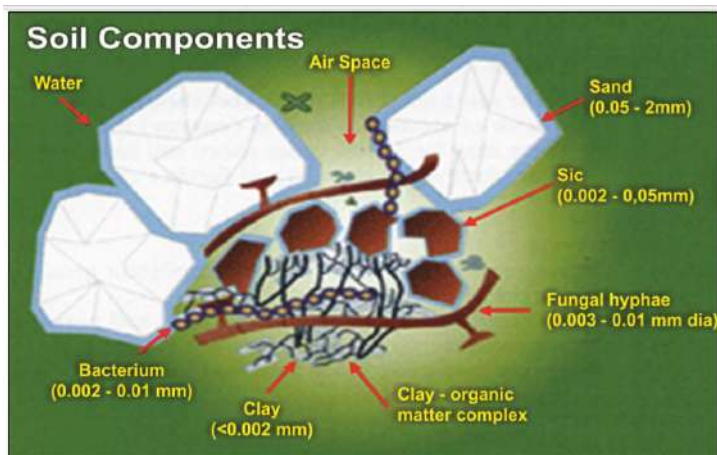


Gambar 4.1 : Rantai makanan dan aliran energi dalam tanah

(Sumber: Ingham 2001; NRCS, 2004).

Beberapa organisme dapat di golongan sebagai bagian dari flora dikarenakan memiliki ciri-ciri seperti halnya tumbuhan yang dapat melakukan fotosintesa yang menghasilkan bahan organik berguna untuk kepentingan dirinya sendiri maupun organisme hidup lainnya dengan hidupnya bergantung sekali dari bahan organik sama halnya pada protozoa yang dapat di golongan ke dalam kelompok hewan. Kedua golongan tersebut sangat bergantung pada keutuhan dan tingkat kesuburan tanah (Brown, 1980).

Beragam organisme tanah yang memiliki peranan sangat penting (tidak tergantikan) secara artifisial dalam meningkatkan kualitas dan kesehatan tanah dan memiliki peran lain dalam berbagai proses biokimia dan reaksi kimia yang terjadi didalam tanah seperti adanya ikatan atom dari unsur mineral ke dalam senyawa organik (*immobilisasi*) sera menjadi kunci proses agregasi partikel tanah (Simarmata, 2012). Hal ini di jelaskan pada Gambar 4.2 dengan memperlihatkan hubungan organisme dengan faktor abiotik dalam tanah.



Gambar 4.2. Hubungan organisme tanah dengan faktor abiotik dalam ekosistem tanah.

(Sumber: MSU, 2004)

Proses dekomposisi yang berlangsung sempurna melalui proses aerob, yang di hasilkan adalah CO₂ dan H₂O mineral/hara maupun energi. Mineral berupa hara makro dan mikro yang di hasilkan melalui proses mineralisasi atau dekomposisi merupakan makanan pokok tanaman yang dikenal sebagai hara tanaman. Pasokan substrat organik adalah titik pusat dalam pembentukan aliran energi dalam suatu ekosistem atau interaksi organisme (Ingham, 2004; Simarmata, 2002).

Kelangsungan hidup organisme tanah akan sangat bergantung terhadap interaksi dengan organisme lain. Produk sampingan (*by product*) dari akar tanaman yang tumbuh dan residu tanaman ialah bahan makanan bagi organisme dalam tanah maka sebaliknya organisme tanah akan medekomposisi bahan organik tanah, mendaur hara bahkan mentransformasinya, memperbaiki struktur tanah, mengendalikan populasi patogen organisme tanah serta hama dan penyakit dalam menjaga maupun meningkatkan kesehatan tanaman dan mendukung dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Simarmata, 2012)

4.2.2 Manfaat Organisme Tanah

Beragamnya biota di dalam tanah mulai dari ukuran terkecil hingga terbesar seperti yang di sajikan dalam **Tabel 4.1** dapat membentuk suatu rantai makanan yang sangat spesifik dalam menjaga dan mempengaruhi sumber daya alam dan memiliki peran penting dalam tanah sebagai filter dan penyangga alami sebagai penghasil jaringan makanan dalam tanah (kualitas dan kelestarian lingkungan), menjadikan tanaman sehat, air bersih serta pergerakan air permukaan yang lebih lambat (Ingham, 2001; Paul dan Clark, 1996; Powell dan

Kelompok	Ukuran	Jenis Organisme
Mikroflora	< 10 μm	Bakteri, Jamur
Mikrofauna	< 100 μm	Protozoa, Nematoda
Mesofauna	< 2 mm	Kolembola, Rayap, Tungau
Makrofauna	20 mm	Cacing, Insekta, dll
Mega Fauna	> 20 mm	Tikus, dll

Klironomos, 2007).

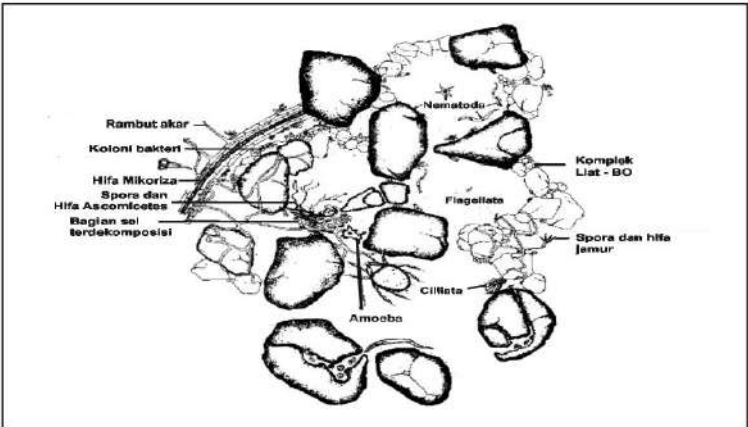
Tabel 4.1 Pengelompokan organisme tanah berdasarkan ukuran

Sumber : Ingham, 2001; Sullivan, 2004

Aktivitas utama dari semua organisme hidup adalah tumbuh dan berkembang/reproduksi. Sebagai individu organisme tanah dalam melakukan aktivitas kerjanya sehingga dapat bertahan hidup dan berkembang sangat bergantung terhadap organisme lain (*ofensif strategy* dan *defensif strategy*). Organisme tanah berperan dalam mendekomposisi bahan organik, pupuk organik (biologis), sisa tanaman dan pestisida serta memiliki peran yang sangat penting dalam transformasi unsur hara (Prescott *et al.*, 2005; Schinner *et al.*, 1996).

Organisme tanah dapat digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman serta merupakan bagian makanan bagi hewan/fauna yang hidup dipermukaan tanah. Hubungan kerja sama organisme akar tanaman sebagai biotik dengan

tanah sebagai abiotik akan di jelaskan pada **Gambar 4.3** yang menjelaskan bahwa organisme hidup dalam lingkungan yang kecil dan saling beradaptasi demi membentuk tanah subur (struktur gembur).



Gambar 4.3 Interelasi organisme pada akar tanaman dengan tanah
(Sumber : Rose dan Elliott dalam Ingham, 2001; NRCS, 2004).

Dalam ekosistem tanah merupakan kunci utama dalam menentukan kesehatan dan kesuburan tanah dalam memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan mendapatkan produksi yang optimal dengan masing- masing organisme memiliki tugas dan fungsi yang beragam dalam lingkungan dengan membentuk suatu hubungan yang seimbang. Hal ini di sajikan dalam **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Pengelompokan organisme berdasarkan fungsinya dalam ekosistem tanah

Kelompok Organisme	Fungsi Utama	
<i>Photosynthesizers</i>	✓ Tanaman ✓ Algae	Menangkap energi :

	✓ Bakteri	1. Menggunakan sinar matahari untuk memfiksasi CO₂ 2. Menambah bahan organik tanah
Pengurai (<i>Decomposer</i>)	✓ Bakteri ✓ Jamur	Merombak senyawa organik 1. Immobilisasi nutrisi ke dalam biomassa 2. Menghasilkan senyawa untuk mengikat partikel tanah menjadi agregat 3. Mengikat agregat tanah dengan hifa 4. Bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi mengkonversi bentuk senyawa nitrogen dalam tanah 5. Berkompetisi atau menghambat pertumbuhan organisme merugikan (penyebab penyakit)
<i>Mutualist</i>	✓ Bakteria ✓ Jamur	Meningkatkan pertumbuhan tanaman 1. Melindungi akar dari patogen (proteksi biologis) 2. Penambat N₂ 3. Jamur mikoriza yang berasosiasi dengan perakaran tanaman meningkatkan ketersediaan air dan nutrisi bagi tanaman
Parasit (<i>Phatogen</i>)	✓ Bakteri ✓ Jamur ✓ Nematoda ✓ Mikro antropoda	Menyebabkan penyakit 1. Memakan akar dan bagian tanaman lainnya 2. Parasit nematoda atau serangga, termasuk penyakit yang disebabkan oleh organisme

Pemakan akar (<i>Root-Feeders</i>)	✓ Nematoda ✓ Makro antropoda (<i>cut worm, larvae</i>)	<i>consume plant roots</i> (Memakan akar tanaman) 1. Potensial menyebabkan kehilangan hasil dengan signifikan
Pemakan bakteri (<i>Bacterial-Feeder</i>)	✓ Protozoa ✓ Nematoda	<i>Graze</i> (memakan/memangsa) 1. Melepaskan N tersedia (NH_4^+) dan unsur hara lainnya ketika memakan bakteri 2. Mengendalikan pemakan akar dan penyebab penyakit dan hama 3. Menstimulir dan mengendalikan populasi jamur
Pemakan jamur (<i>Fungal Feeder</i>)	✓ Nematoda ✓ Antropoda mikro (<i>microarthropod</i>)	<i>Graze</i> (memakan/memangsa) 1. Melepaskan N tersedia (NH_4^+) dan unsur hara lainnya dengan memakan fungi 2. Mengendalikan pemakan akar dan penyebab penyakit dan hama 3. Menstimulir dan mengendalikan populasi jamur
Pencacah (<i>Shredders</i>)	✓ Cacing Tanah ✓ Macro antropoda	Merombak residu dan memperbaiki struktur tanah 1. Merajang residu tanaman dan menyediakan makanan untuk bakteri dan jamur 2. Menyediakan habitat bagi bakteri pada pencernaan

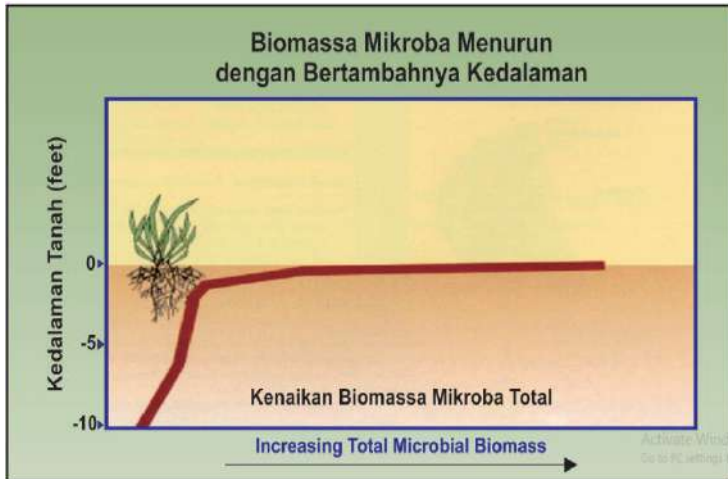
		3. Memperbaiki struktur tanah dan aerasi tanah kotorannya
Predator Tingkat Tinggi (Higher-Level Predator)	✓ Nematoda pemakan nematoda ✓ Antropoda Besar, Tikus, Burung dan hewan lainnya	Mengendalikan Populasi 1. Mengendalikan populasi organisme pada tropik yang lebih rendah 2. Memperbaiki struktur dan aerasi tanah 3. Pembawa mikro organisme ke tempat lain (menyebarkan)

Sumber : MSU, 2004 dan Ingham 2004

Penyebaran organisme dalam tanah sangat bergantung pada agro-ekosistem (Tersedianya substrat/sumber makanan dan kualitas tanah) semakin banyak sumber makanan maka akan semakin baik pula kondisi lingkungannya dan daya dukung jumlah organisme tanah yang relatif lebih besar maka oleh sebab itu setiap populasi spesies organisme akan tumbuh dan berkembang jika didukung oleh sumber nutrisi, energi dan lingkungannya.

Pemanfaatan sumber makan maupun nutrisi oleh organisme sangat beragam tidak menutup kemungkinan penyebaran organisme tersebut juga terdapat pada zona yang relatif kaya maupun miskin sumber makanannya (Ingham, 2004; NRCS; 2004).

Secara umum populasi organisme yang paling banyak terdapat pada lapisan permukaan tanah dan secara perlahan akan menurun populasinya seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Hal ini akan di perjelas pada **(Gambar 4.4)**,



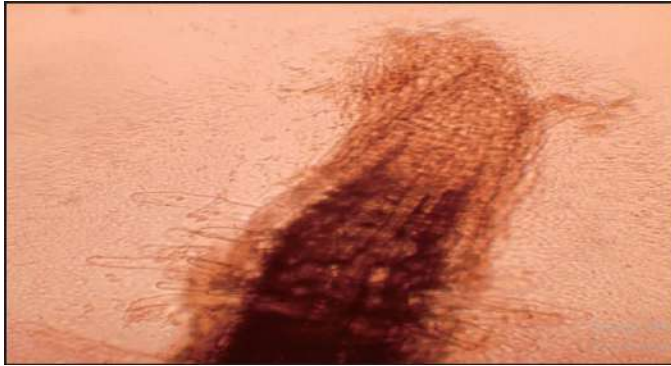
Gambar 4.4 Distribusi mikroorganisme dalam ekosistem dan biomassa tanah berbanding terbalik dengan peningkatan kedalaman tanah (Sumber *Ingham, 2004*).

4.3 Habitat Organisme Tanah

Beberapa organisme tanah memiliki Konsentrasi tempat tinggal/habitatnya yang berbeda demi melangsungkan kehidupannya. Berikut di perelas tempat hidup/habitat pada organisme tanah :

1. Sekitar akar (*around roots*)

Bakteri yang menggunakan eksudat akar (Protein, gula, vitamin, dll) pada jaringan akar yang mati sebagai sumber makanan dan energi pada daerah perakaran (*rhizosfer*) (**Gambar 4.5**). Adanya aktivitas simbiosis mutualisme (saling menguntungkan) antara tanaman dan bakteri di karenakan jika bakteri banyak maka secara langsung akan meningkatkan populasi protozoa dan nematoda yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Syvia *et al.*, 1988; Hinsinger, 2009; Lambers *et al.*, 2009).



Gambar 4. 5 Populasi bakteri terkonsentrasi pada sekitar ujung akar
(*root tip, the rhizosphere*)
(Sumber : Martin *et al.*, 1975 dalam Ingham 2001)

2. Serasah Bahan Organik

Pengurai utama dari residu tanaman yang kaya akan senyawa organik yang lengkap dan sukar melapuk yang di manfaatkan sebagai sumber energinya serta memanfaatkan unsure hara makro seperti Nitrogen dari tanah dengan pertolongan *hyfa* merupakan peran dari pada fungi dengan sifatnya lebih unggul pada proses pelapukan serasah bahan organik di permukaan tanah sedangkan bakteri lebih unggul proses pelapukannya pada tanaman muda dan segar. *Shedder organisms* adalah organisme utama yang memanfaatkan residu tanaman tersebut, seperti; *antrophoda*, cacing tanah, beragam jenis insekta pemakan daun dan *millipedes* yang mencacah residu tanaman menjadi bagian yang lebih kecil (Ingham, 2004; MSU; 2004; Thies dan Grossman, 2006).

3. Humus.

Humus adalah senyawa kompleks yang secara umum miskin akan hara nitrogen jadi, hanya sedikit mikroba yang mampu memanfaatkan bahan tersebut sehingga tidak heran bahwa fungi lah yang dominan pada humus dengan memanfaatkan system enzim dalam mengatasi senyawa kompleks (Simarmata, 2012)

4. Permukaan agregat tanah

Aktivitas bakteri dan jamur yang berifat aerob pada bagian permukaan agregat secara dominan lebih banyak dari pada di dalam agregat karena di pengaruhi oleh oksigen jadi lebih baik dan lebih terkonsentrasi jika mikroba anaerob terdapat pada bagian dalam agregat (Simarmata, 2012)

5. Ruang di antara agregat tanah

Ada beberapa organism yang bergerak di antara ruang agregat tanah dikarenakan sifatnya yang tidak dapat menggali tanah seperti *arthropoda* dan *nematoda*. Organisme yang sifatnya sensitive terhadap kekeringan seperti *protozoa* dan nematoda umumnya hanya dapat hidup di ruang pori tanah (*water filled pores*) (Simarmata, 2012)

4.3.1 Aktivitas Organisme Tanah

Kondisi lingkungan seperti oksigen, temperatur, kelembaban, pH dan faktor lainnya sangat berpengaruh terhadap ketersediaan bahan makanan dan substrat bagi organisme maka oleh sebab itu seluruh aktivitas organisme secara umum mengikuti pola musim atau kondisi agroekologis terutama temperatur dan kelembaban tanah. Sebagian organisme pada musim dingin aktivitasnya akan menurun dan sebagian lainnya akan meningkat.

Pada daerah tropis, seluruh aktivitas organisme tanah sangat berkaitan dengan musim hujan seperti kelembaban tanah pada kondisi tanah tersebut akan menjadi faktor pembatas organisme yang menggunakan strategi defensif dalam mempertahankan hidupnya dengan membentuk dorman atau meminimalkan aktivitas metabolisme jika kondisi sudah kondusif maka organisme akan memanfaatkan strategi offensif yaitu segera memperbanyak diri secara maksimal (Simarmata, 2012)

DAFTAR PUSTAKA

- Hinsinger, P. 2009. Rhizosphere Processes : the routes roots of ecological intensification of agroecosystems. Available on : http://ipnc.ucdavis.edu/powerpoints/R307_0829_0930_Hinsinger.pdf.
- Ingham E.R. 2004. Soil: Bacteria. Soil Biology Primer. Available on http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/bacteria.html.
- Ingham E.R. 2004. Soil: Bacteria. Soil Biology Primer. Available on http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/bacteria.html.
- Ingham ER. 2001. The food web and soil health. Soil Biology Primer [online]. Available on : www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/soil_biology_primer.html.
- Kapoor,R, and K.G. Mukerji. 2005. Rhizosphere Microbial Community Dynamics. In Mukerji, K.G., C. Manoharachary and J. Singh (Eds.) Microbial Activity in the Rhizosphere. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006 Printed in Germany.
- Lambers, H, C. Mougél, B. Jaillard and P. Hinsinger. 2009. Plant-microbe-soil interactions in the rhizosphere: an evolutionary perspective. Plant Soil (2009) 321:83–115. www.planta.cn/forum/files_planta/5_131.pdf.
- Manoharachary,C., Krishna and G. Mukerji. 2005. Rhizosphere Biology – an Overview. In Mukerji, K.G., C. Manoharachary and J. Singh (Eds.) Microbial Activity in the Rhizosphere. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006 Printed in Germany
- MSU. 2004. Soil Biology . Available on: <http://www.safs.msu.edu/soilecology/soilbiology.html>.
- NCRS, 2004. Soil Biology and Land Management. Soil Quality – Soil Biology Technical Note No. 4. Availbale on : <http://soils.usda.gov/sqi>
- Ottow, JCG. 2011. Mikrobiologi von Böden Biodiversität, ökologie und Metagenomik. Springer-Verlag. Berlin – Heidelberg
- Panda, H. 2011. Manufacture of Biofertilizer and Organic Farming. Asia Pacific Business Press Inc. ISBN: 9788178331461

- Paul, E.A and F.E Clark,. 1996. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, Inc. San Diego.
- Powell, J. and J. Klironomos. 2007. The Ecology of Plant-Microbial Mutualisms. In E.A. Paul (eds): Soil microbiology, ecology, and biochemistry. Academic Press is an imprint of Elsevier 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, U
- Prescott, L., J.Harley and D. Klein. 2002. Microbiology (5th edition). McGraw-Hill Publishing Co.; 5th International student Edition. Available on : <http://studfier.com/docs/books/Biology/Microbio/Prescott's/Prescott's%20028.pdf>
- Schinner, F., R. Öhlinger, E. Kandeler and R. Margesin. 1996. Methods in Soil Biology. Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York.
- Simarmata, T. 2002. Integrated Ecological Farming System for a Sustainable Agricultural Practices In Indonesia. In T. Sembiring and D. Prinz. (eds). Sustainable Resources Development & Management .LIPI, Bandung
- Simarmata, T. dan B. Joy, 2012. Teknologi Pemulihan Kesehatan Dan Peningkatan Produktivitas Lahan Suboptimal Untuk Mempercepat Pencapaian Kedaulatan Pangan Di Indonesia. Makalah pada Workshop Konsorsium Lahan Suboptimal tanggal 23 – 24 Februari 2012 di Palembang
- Simarmata, T., Hindersah, R., Setiawati, M., Fitriani, B, Suriatmana, P., Surmarni, Y dan D. Hudaya Arief. 2004. Strategi pemanfaatan pupuk hayati CMA dalam revitalisasi ekosistem lahan marjinal dan tercemar. Workshop Produksi Inokulan CMA Tanggal 22-23- Juli- 2004 di Lembang
- Sullivan, P. 2004. Sustainable Soil Management. National Sustainable Agriculture Information Service. Available on: www.attra.ncat.org
- Sylvia, J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel, and D.A. Zuberer. 1998. Principles and Applications of Soil Microbiology by D.M.. Prentice Hall
- Thies, J.E and J.M. Grossman. 2006. The Soil Habitat and Soil Ecology. In Norman Uphoff et al (Eds)].: Biological approaches to sustainable soil systems.. CRC Press. Taylor & Francis Group

6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL
33487-274

Whalen, J.K and L. Sampedro. 2010. Soil Ecology and Management.
Cambridge University Press, Cambridge. Available on :
[http://bookshop.cabi.
org/Uploads/Books/PDF/9781845935634/9781845935634.
pdf](http://bookshop.cabi.org/Uploads/Books/PDF/9781845935634/9781845935634.pdf)

Yulipriyanto, 1990. Mikroorganisme Tanah Sebagai Sumber Belajar
Mikrobiologi dan Sumbangnya Bagi Manusia. Cakrawala
Pendidikan No.1. 12 halaman.

BAB 5

Air Tanah dan Fungsi Air Tanah

Oleh Didi Carsidi

5.1 Pendahuluan

Ada banyak sumber air yang berbeda, termasuk air tanah, air hujan, dan air sungai. Ada banyak cara untuk mendefinisikan air tanah. Menurut Permen ESDM No.15/2012 tentang Pengurangan Penggunaan Air Tanah, air tanah didefinisikan sebagai air yang terdapat di bawah permukaan tanah dalam bentuk lapisan batuan atau tanah.

Sumber daya alam yang paling berharga adalah air. Tidak mungkin ada kehidupan tanpa air. Air sangat penting untuk kehidupan tanaman, manusia dan hewan. Hampir 90% sel tumbuhan terdiri dari air, sehingga menjadi komponen utama tumbuhan (Hanafiah., 2014). Menurut Carsidi (2021), yang mengamati tanaman melon yang diberi air irigasi dan media tanam dengan jumlah yang bervariasi, umumnya tanaman melon mengandung 92% air, dan buah melon mengandung 96% air.

5.2 Pengertian Air Tanah

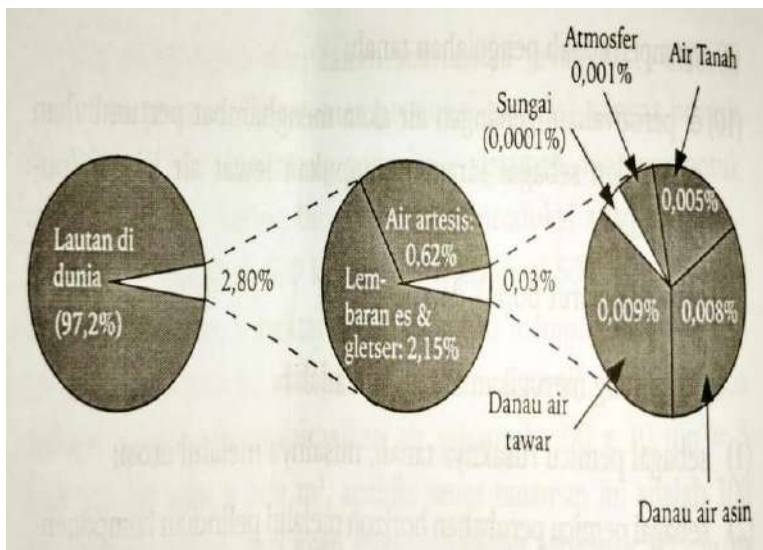
Banyak ahli telah menawarkan definisi air tanah, masing-masing berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya sendiri. Berikut beberapa definisi air tanah (Darwis., 2018):

1. Menurut Bouwer, air tanah adalah air yang tertimbun di bawah permukaan bumi dan terdapat dalam pori-pori tanah dan formasi batuan.
2. Menurut Scanlon, air tanah adalah air yang tertahan oleh lapisan batuan dan terus diisi ulang oleh lingkungan.

3. Menurut Llamas & Santos, air tanah terletak di zona jenuh di celah-celah antara partikel tanah dan rekahan batuan bawah permukaan.
4. Menurut Herlambang, lapisan tanah yang dikenal dengan air tanah tercipta ketika air merembes ke dalam tanah dan bergabung dengan partikel tanah lainnya di ruang antar butiran tanah.
5. Menurut Danaryanto Semua air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan bumi, termasuk mata air, disebut sebagai air tanah.
6. Menurut Kumar, air tanah adalah cairan yang ada di bawah permukaan bumi dan terutama berasal dari air permukaan yang merembes.

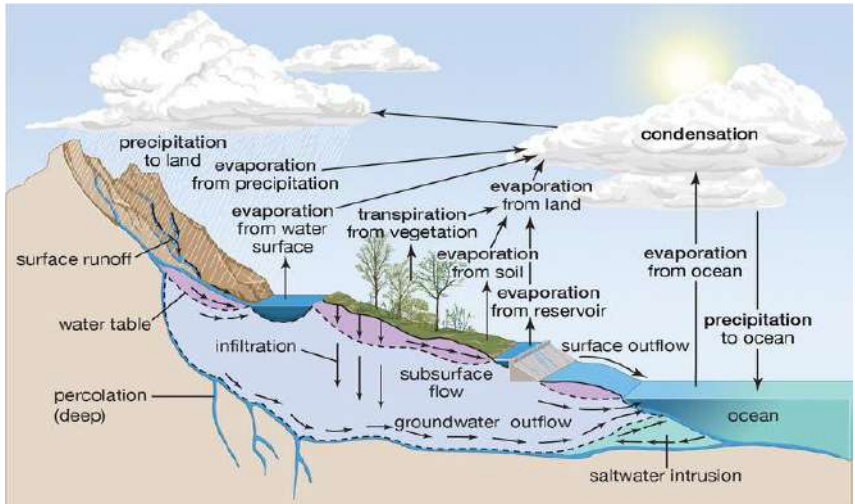
5.3 Proporsi dan Siklus Air Tanah

Menurut Strahler yang dikutip Foth (1984) dalam Hanafiah (2014), 97,2% air dunia terdapat di lautan, 2,8% di gletser, 0,6% di air artesis, dan sisanya 0,3% terdapat di badan air lainnya. Air lainnya ini terdiri dari air tanah (0,005%), air atmosfer (hujan dan kabut) (0,001%), danau air tawar (0,009%), danau garam (0,008%), dan air sungai (0,0001%).



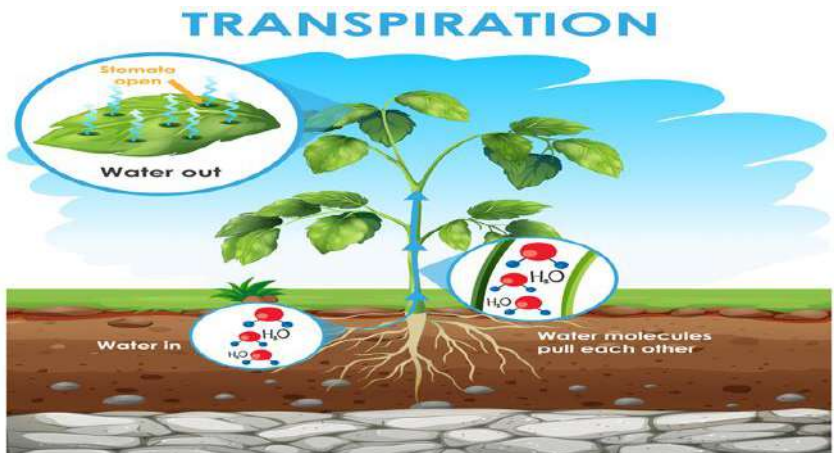
Gambar 1. Perkiraan proporsi air di bumi (Hanafiah., 2014)

Secara praktis, siklus air adalah serangkaian proses yang dilalui air. Evapotranspirasi, sublimasi, kondensasi, adveksi, presipitasi, limpasan (runoff), dan infiltrasi adalah beberapa langkah dalam proses siklus air. Penguapan air dari permukaan bumi memulai siklus air. Panas matahari mengubah air yang tertahan di badan air seperti danau, sungai, laut, sawah, bendungan, atau waduk menjadi uap air. Penguapan air dari permukaan bumi juga mengikuti pola yang serupa. Istilah "evaporasi" mengacu pada proses ini. Air cair menguap untuk menciptakan air gas yang dapat naik ke atas atmosfer bumi. Lebih banyak air yang berubah menjadi uap air dan naik ke atmosfer bumi saat suhu matahari lebih tinggi, seperti saat musim kemarau.



Gambar 2. Siklus Air (Hidrologi)

(<https://www.kompas.com/edu/read/2022/06/03/090746271/siklus-hidrologi-siswa-sudah-paham?page=all>)



Gambar 3. Transpirasi

(<https://www.agricultureindonesia.com/2020/11/transpirasi-adalah.html>)

Air menguap dari permukaan bumi di tempat-tempat selain hanya tanah dan badan air. Penguapan air juga dapat terjadi di jaringan makhluk hidup, termasuk tanaman dan hewan. Transpirasi

adalah istilah untuk jenis penguapan ini. Air cair jaringan hidup diubah menjadi uap air melalui transpirasi, yang kemudian melepaskannya ke atmosfer. Namun, dibandingkan dengan jumlah uap air yang dihasilkan oleh proses evaporasi, jumlah air yang diubah menjadi uap melalui transpirasi biasanya jauh lebih rendah. Tingkat laju evapotranspirasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Carsidi, 2021):

$$ET_c = ETo \times Kc$$

Dimana,

ET_c : laju evapotraspirasi (mm.hari⁻¹)

ET_o : laju evaportraspirasi potensial (mm.hari⁻¹)

K_c : koefisien tanaman

Menurut Arsyad (1989), persamaan air dapat dihitung sebagai berikut:

Air yang diterima - air yang hilang sama = air yang disimpan.

Tabel 1. Elemen persamaan untuk air (Arsyad, 1989).

Air yang diterima	Air Hilang	Air Tersimpan
✚ Presipitasi: hujan, salju dan hujan es. ✚ Kondensasi: Embun (tanaman), kondensasi (tanah)	✚ Aliran permukaan (run off) ✚ Perkolasi ✚ Evaporasi ✚ Transpirasi	✚ Simpanan Intersepsi ✚ Perubahan air tanah ✚ Simpanan permukaan (simpanan depresi dan

 adsopsi		penahan di permukaan)
---	--	-----------------------

5.4 Fungsi Air Tanah

Air adalah komponen penting dari tanah yang terkadang membantu dan terkadang merugikan. Secara umum, air tanah memiliki fungsi sebagai berikut (Hanafiah, 2014):

1. Sebagai pelarut dan pembawa ion hara dari rizosfer ke akar dan akhirnya ke daun.
2. Sebagai sarana pemindahan dan penyebaran nutrisi lengkap dari daun ke setiap wilayah tanaman.
3. Sebagai langkah penting dalam proses penyerapan, sintesis, dan respirasi tanaman.
4. Sebagai katalis untuk pelapukan komponen fundamental, pembentukan tanah, dan diferensiasi horizon.
5. Sebagai pelarut dan katalis untuk proses kimia yang menyediakan nutrisi yang tidak dapat diakses tanaman.
6. Mendorong aktivitas mikroba yang mengubah nutrisi yang tidak dapat diakses menjadi nutrisi yang tersedia bagi tanaman.
7. Sebagai pengangkut oksigen terlarut tanah.
8. Sebagai stabilisator tanah.
9. Membantu dalam pengolahan tanah.
10. Sawah dengan genangan air dapat dipupuk melalui irigasi dan dilindungi dari pertumbuhan gulma.
11. Untuk digunakan sebagai larutan pestisida dan pupuk

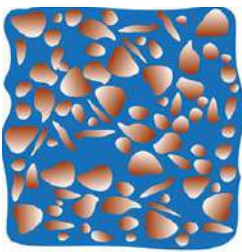
Jika digunakan secara berlebihan, air tanah mungkin memiliki efek negatif sebagai berikut:

1. Mulai kerusakan tanah, seperti erosi

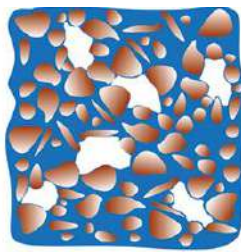
2. Melarutkan unsur-unsurnya, menyebabkan perubahan horizon tanah.
3. Sebagai katalis penurunan unsur hara tanah akibat pencucian unsur hara.
4. Tanah yang tergenang air dapat menghambat respirasi, serapan hara, dan aktivitas mikroba yang menguntungkan. Itu juga dapat menghambat aliran udara ke dalam tanah.

5.5 Interaksi Air, Tanah dengan Tanaman

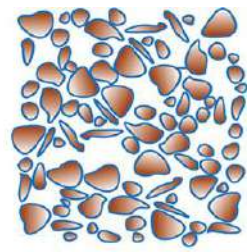
Berikut ini adalah ringkasan singkat tentang bagaimana tanah, air, dan tanaman berinteraksi: Tanaman membutuhkan air,



air gravitasi/
air drainase

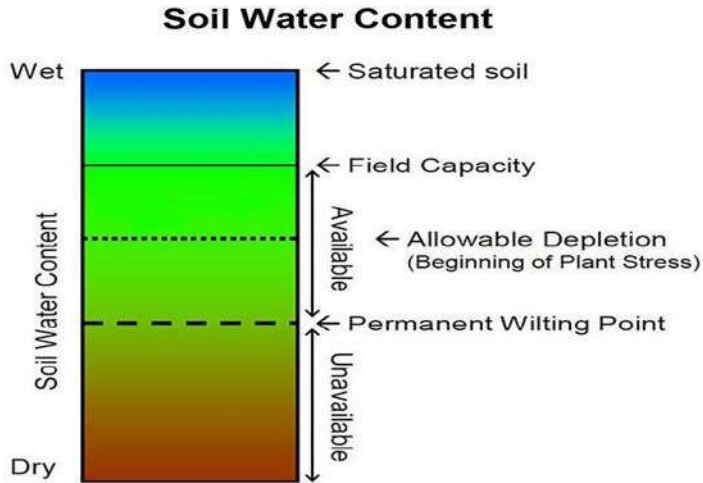


kapasitas lapang



titik layu permanen

yang disimpan oleh tanah, dan kemudian diambil dari tanah untuk memenuhi kebutuhan ETC mereka. Menggunakan simpanan air pori-pori tanah atau akhirnya cadangan air yang sangat terbatas dari jaringan tanaman, tanaman harus bertahan dalam masa kering di antara curah hujan. Dalam situasi ini, ketiadaan air berdampak buruk pada proses fisiologis. Selain itu, pengeringan tanaman biasanya menyebabkan kerusakan dan kematian yang tidak dapat diperbaiki. Tanaman harus menemukan keseimbangan antara kebutuhan dan pasokan air yang tersedia. Permasalahannya adalah evapotranspirasi terus berlangsung sehingga diperlukan irigasi untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan air (Rosadi, 2015).



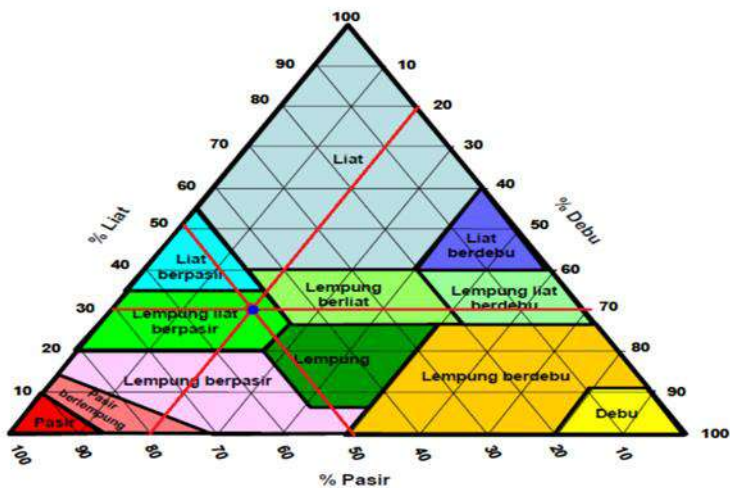
Gambar 4. Kandungan Air Tanah

(<https://rizosfir.wordpress.com/2018/02/22/air-tersedia-bagi-tanaman/> dan Maughan et al., (2015))

Kapasitas menahan air, beberapa terminologi (Maughan et al., 2015):

- ✚ Kapasitas Lapangan (*Field Capacity*) adalah jumlah air yang dapat ditampung tertahan di tanah setelah kelebihan air meresap keluar karena gravitasi.
- ✚ Titik Layu Permanen (*Permanent Wilting Point*) adalah titik di mana air yang tersisa di tanah tidak tersedia untuk diserap oleh akar tanaman. Saat tanah air konten mencapai titik ini, tanaman mati.
- ✚ Air Tersedia (*Available Water*) adalah jumlah air yang tertampung tanah antara kapasitas lapang dan titik layu permanen.
- ✚ *Allowable Depletion/Beginning of Plant Stress* (Awal stres tanaman) adalah titik dimana tanaman mulai mengalami kekeringan stres.

Menurut Bintoro et al. (2017) tanah bertekstur kasar kurang mampu menahan air dibandingkan tanah berbutir halus. Oleh karena itu, tanaman yang tumbuh di tanah berpasir lebih cepat kering daripada tanaman yang tumbuh di tanah liat atau lempung. Selain sifat tanah, faktor tanaman dan iklim memiliki pengaruh penting terhadap jumlah air yang diserap oleh tanaman. Faktor tanaman meliputi bentuk akar, kekeringan, tingkat tanaman dan stabilitas. Faktor iklim meliputi suhu, kelembaban dan kecepatan angin.



Gambar 5. Segitiga Tekstur Tanah

(<http://pertaniankeren93.blogspot.com/2016/06/segi-tiga-tekstur-tanah.html>)

Kode	Tekstur		
	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)

Tanah	22	18	60
Tanah dan Arang sekam (M1)	19	23	58
Tanah dan Cocopeat (M2)	27	17	56
Tanah dan Bokhasi (M3)	21	23	56

Tabel 2. Tektur Tanah/Media Tumbuh (Carsidi., 2021)

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor. 290 hal.
- Bintoro, A., Widjajanto, D., & Isrun. (2017). Karakteristik Fisik Tanah Pada Beberapa. *E-J. Agrotekbis*, 5(4), 423–430.
- Carsidi, D., Parso, S., Kharisun, K., & Febrayanto, C. R. (2021). Pengaruh media tumbuh dengan aplikasi irigasi tetes terhadap pertumbuhan dan hasil melon. *Jurnal Agro*, 8(1), 68–83. <https://doi.org/10.15575/9514>
- Carsidi, D. (2021). *Pertumbuhan, Hasil dan Mutu Buah Melon pada Beberapa Volume Pemberian Air dan Media Tumbuh Menggunakan Sistem Irigasi Tetes* (Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman).
- Darwis. (2019) *Pengelolaan Air Tanah*, Yogyakarta: Pustaka AQ. Availableat:https://www.researchgate.net/publication/323616772_PENGLOLAAN_AIR_TANAH%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Heru_Hendrayana/publication/275533360_Ketahanan_AirPengelolaan_Airtanah_di_Indonesia_2007_Heru_Hendrayana/links/553f36390cf20184050faacb.pdf.
- Hanafiah, K, A. 2014. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Press. Jakarta. 360 hal.
- Maughan, T., Drost, D., & Allen, L. N. (2015). *Vegetable Irrigation : Squash and Pumpkin*. June.
- Rosadi, B. 2015. *Dasar-dasar Teknik Irigasi*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 89 hal.

Bab 6

Peranan Bahan Organik Tanah dan Humus

Oleh Muhammad Aksan

6.1 Pendahuluan

Salah satu hal yang sangat penting diketahui pada ilmu dasar-dasar ilmu tanah yakni pengetahuan tentang bahan organik atau yang dikenal BO dan humus tanah. Kedua hal ini sangat penting dalam menunjang pengetahuan tanah secara komprehensif. Untuk mengetahui peran dari bahan organik dan humus maka kita perlu mengetahui hal seperti definisi, karakteristik, proses pembentukannya serta penjelasan detail yang akan dibahas di Bab. 6 ini.

6.2 Bahan Organik (BO)

Selama lebih dari dua abad yang lalu, penelitian tentang fraksi bahan organik tanah dimulai. Achard (1786) yang telah menggunakan metode ekstraksi using larutan asam dan alkali dalam mendapatkan lapisan amorphous yang tidak berstruktur yang berwarna gelap seperti gambut. Sebuah penelitian juga menunjukkan penelitian lain, misalnya adanya pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan unsur nitrogen (Liebig, 1840), serta sebuah penelitian telah membuktikan bahwa kotoran hewan dapat mempertahankan kesuburan tanah dan pengaruh jenis tanah serta spesies pohon pada pembentukan humus yang secara komprehensif menunjukkan pentingnya peran bahan organik pada tanah.

6.2.1 Pengertian Bahan Organik

Secara definisi materi organik yang ada di dalam tanah disebut bahan organik tetapi tidak mencakup biomassa tanah yang hidup, jaringan tanaman dan binatang yang tidak melapuk, dan arang. Bahan organik adalah semua bahan yang berasal dari jaringan hewan dan tanaman, baik yang masih hidup maupun yang telah mati. mendefinisikan bahan organik tanah sebagai bahan yang kompleks dan dinamis yang berasal dari sisa tanaman dan hewan yang ada di dalam tanah dan mengalami transformasi terus menerus.

Bahan organik, juga dapat dianalogikan sebagai bahan yang mirip dengan daun-daun serta binatang mati atau tanaman yang sudah mati. Bahan organik dapat juga dikatakan sebagai semua bahan ada di dalam tanah (Stevenson dan Cole, 1999). Bahan organik biasanya didefinisikan sebagai timbunan serasah tanaman yang telah lapuk karena mereka berasal dari jaringan hewan dan tanaman yang sudah mati atau masih hidup. Bahan organik juga merupakan senyawa kompleks yang berasal dari proses dekomposisi bahan organik dan organisme yang ada dalam tanah. Oleh karena itu bahan yang berasal dari makhluk hidup disebut sebagai bahan organik.

Sebagai contoh, semua bahan yang berasal dari tumbuhan misalnya dedaunan, batang, akar, bunga, dan buah dan bagian tumbuhan lainnya) dan hewan atau binatang diantaranya bersumber dari kulit, daging, bulu, cangkang, telur, serta kotoran) Namun, bahan organik tanah mencakup semua jenis senyawa organik yang ada di tanah misalnya humus, serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, dan bahan organik yang terlarut di dalam air (Stevenson, 1994).

Bahan organik seringkali memainkan peran penting dalam menentukan kesuburan tanah mineral (Wawan, 2017). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bahan organik memiliki efek yang

signifikan terhadap kualitas tanah. Ini karena sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dipengaruhi oleh bahan organik yang ada di dalam tanah mineral. Istilah bahan organik dan bahan organik tanah sering digunakan dalam beberapa artikel yang pada dasarnya adalah dua hal yang berbeda. Bahan organik tanah biasanya ditemukan di permukaan tanah pada tanah mineral. Meskipun kadar bahan organik dalam tanah hanya sekitar 3% hingga 5%, namun dampaknya terhadap sifat tanah dan pertumbuhan tanaman sangat signifikan.

Bahan organik adalah bahan organik yang sudah lebih dari separuh terurai dalam tanah. Oleh karena itu, bahan organik yang terkandung dalam tanah tidak lagi dapat diidentifikasi dalam bentuk seperti ranting, daun, atau bentuk lainnya. Meskipun hanya sedikit, bahan organik memainkan peran penting dalam menentukan kesuburan tanah secara fisik, kimiawi, dan biologis, meskipun biasanya hanya menyumbang 5% bobot tanah.

6.2.2 Klasifikasi dan Karakteristik Bahan Organik

Dua kategori bahan organik tanah adalah:

- a) Bahan yang belum mengalami transformasi. Kategori ini merupakan sisa-sisa masih segar serta bagian-bagian yang belum mengalami transformasi, atau senyawa yang berasal dari sisa-sisa proses peruraian sebelumnya.
- b) Bahan yang mengalami perubahan Humus adalah namanya. Humus merupakan zat humat yang bercampur dengan product sintesis mikroba yang sudah stabil dan ada di tanah. Memiliki struktur dan morfologi yang berbeda dari bahan aslinya. Humifikasi adalah proses di mana humus dipecahkan.

Sedangkan Saidy (2018) membagi bahan organik tanah juga menjadi dua yakni bahan organik tanah yang telah mati dan yang

hidup. Akar tanaman, binatang di dalam tanah dan mikroorganisme biomassa adalah komponen hidup bahan organik, sedangkan komponen mati terdiri dari residu organik yang terdekomposisi secara kimia dan biologi. Komponen organik yang mati juga dapat dibedakan menjadi produk atau material yang sudah mengalami transformasi, atau materi yang tidak berubah.

6.2.3 Proses pembentukan B.O

Pelapukan sisa-sisa tumbuhan dan hewan membentuk bahan organik dalam tanah. Proses penguraian yang dilakukan oleh detritivor dan dekomposer di tanah menyebabkan pembentukan bahan organik dalam tanah.

Kecepatan proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik sangat dipengaruhi oleh kualitasnya. Ratio C/N, kandungan lignin, kandungan polifenol, dan kapasitas polifenol untuk mengikat protein adalah komponen kualitas penting dari bahan organik. Kualitas bahan organik sangat dipengaruhi oleh jumlah hara N, P, dan S.

Laju mineralisasi bahan organik dapat diprediksi dengan menggunakan rasio C/N. Ketika bahan organik memiliki kandungan lignin yang tinggi, maka kecepatan mineralisasi nitrogen akan menjadi lebih lambat. Lignin, sebuah senyawa polimer yang ditemukan pada jaringan tanaman berkayu, mengisi rongga antar sel tanaman, menyebabkan jaringan tanaman menjadi keras dan sulit dirombak oleh organisme tanah. Biasanya kandungan lignin dalam jaringan berkayu berkisar sampai 38%.

6.2.4 Peran B.O

Selain memengaruhi sifat fisik, biologi, dan kimia tanah, bahan organik juga memengaruhi pasokan hara tanah. Agar supaya tanaman tumbuh pada media tumbuh dengan baik, tanah membutuhkan kondisi fisik dan kimia yang baik. Keadaan fisik tanah yang baik adalah ketika tanah dapat menjamin pertumbuhan akar

tanaman, berfungsi sebagai tempat aerasi, dan berfungsi sebagai lensa tanah untuk fungsi bahan organik. Bahan organik mempengaruhi sifat fisik tanah dalam berbagai cara, seperti struktur, konsistensi, porositas, daya mengikat air, dan, yang paling penting, meningkatkan ketahanan terhadap erosi. Bahan organik mempengaruhi sifat fisik tanah, termasuk:

6.3 Humus Tanah

Humus pertama kali digunakan oleh orang Romawi kuno untuk menggambarkan tanah. Pada tahun 1761, Wallerius pertama kali mendefinisikan humus sebagai bahan organik yang telah mengalami dekomposisi. Humus adalah bahan atau substansi berwarna coklat sampai agak gelap yang dibuat oleh mikroorganisme dari sisa tanaman dan hewan secara aerobik atau anaerobik. Dari segi kimia, humus terdiri dari bagian tanaman yang tidak rusak selama proses dekomposisi, bagian tanaman yang rusak selama proses dekomposisi melalui hidrolisis atau oksidasi reduksi, dan senyawa-senyawa lain yang dibuat oleh mikroorganisme selama proses sintesis.

6.3.1 Definisi Humus

Humus merupakan bagian dari organik tanah yang secara proses sudah ada dalam tahap lanjutan dan telah menjadi bagian dalam tanah. Humus, menurut Hanafiah (2010), adalah senyawa kompleks yang berasal dari jaringan organik tanaman atau fauna yang sudah diubah atau disintesis oleh mikroba. Humus berwarna coklat, amorfus atau tanpa bentuk, bersifat koloidal, dan tahan terhadap pelapukan.

6.3.2 Karakteristik dan sifat humus

Humus biasanya dicirikan sebagai berikut:

1. Meskipun bersifat koloidal seperti liat, ia amorfus dengan luas permukaan dan daya jerap yang jauh lebih besar daripada liat. Akibatnya, kapasitas tukar kation atau KTK nya berkisar antara 150 dan 300 me/gram dibandingkan dengan 8 hingga 100 me/gram dan daya jerap air 80-90% dibandingkan dengan liat yang hanya berkisar 15 % sampai 20% saja;

2. Rendahnya daya kohesi dan plastisitas mengurangi sifat lekat liat dan mendorong granulasi agregat tanah;

Senyawa kompleks berwarna coklat amorf yang dihasilkan dari pelapukan jasad biotik yang sudah termodifikasi oleh mikroorganisme dikenal sebagai koloid organik, yang juga dikenal sebagai humus. Senyawa kompleks ini terdiri dari lignin dan poliuronida and tahan terhadap pelapukan. Berwarna hitam, plastisitas dan kohesi rendah, tetapi mampu menahan air dan hara dengan baik. Secara umum, susunannya terdiri dari C, H, dan O.

Humus adalah nama lain untuk koloid organik, yang merupakan asam-asam organik bermuatan negatif yang mampu menyerap kation-kation. Nilai Kapasitas Pertukaran Kation (KTK) berkisar antara 200 dan 300 me per 100 g. Karena eksistensi ion aluminium Al^{3+} (Al^{3+}), humus dapat membentuk ikatan khelat yang berfungsi sebagai ligan bermuatan negatif, sehingga mengurangi kemasaman. Kation H^+ yang dinetralkan oleh OH^- memengaruhi muatan negatif koloid organik.

Koloid organik dapat berupa : lignin, poliuronid, lignin, dan senyawa lain yang mengandung karbon, nitrogen, oksigen , fosfor , belerang , dan unsur lainnya Menurut Hanafiah (2005), C, N, dan O adalah yang paling banyak ditemukan di alam. Yang lainnya relatif sedikit.

Jenis humus atau basa dapat diklasifikasikan berdasarkan kelarutan mereka. Asam fulvit adalah yang paling ringan, berwarna muda, dan dapat larut dalam asam. Asam humik adalah yang paling sedang, berwarna sedang, dan dapat larut dalam basa tetapi tidak larut dalam

asam. Asam humin adalah yang paling berat, berwarna agak gelap, dan tidak larut sama sekali dalam larutan basa dan asam (Sagala, 2022)

Substansi humus dapat dibagi menjadi tiga fraksi, yaitu humin, asam humik, dan asam fulvik, berdasarkan kelarutannya di dalam lingkungan masam atau alkali.

1) Humin

Humin adalah fraksi substansi humus yang tidak melarut dalam air, larutan asam, atau larutan alkali. Asosiasi fraksi ini dengan mineral tanah dan logam berat menyebabkan ketidaklarutan humin ini. Humin adalah bahan organik makro dengan berat molekul 100.000–10.000.000. Ini sebanding dengan berat molekul karbohidrat, yang berkisar antara 500 dan 100.000. Humin adalah bagian humus yang paling tahan terhadap dekomposisi mikroorganisme tanah. Humin, bahan organik dalam tanah, meningkatkan struktur tanah, stabilitas, pertukaran ion, dan kapasitasnya untuk menahan air.

2) Asam Humik

Asam humik adalah campuran asam organik dari grup alifatik berupa struktur karbon rantai panjang dan aromatik berupa struktur karbon berbentuk ring). Dalam kondisi yang alkali, mereka tidak larut dalam air tetapi melarut. Sekitar 35% molekul asam humik terdiri dari grup aromatik, dan grup karbon dengan struktur alifatik membentuk bagian terakhir molekul. Ketika pH larutan mencapai 2, fraksi asam humik ini akan mengendap. Berat molekul asam humik antara 10.000 sampai 100.000.

3) Asam Fulvik

Asam fulvik adalah asam organik lemah yang terlarut di dalam air pada pH, seperti asam, netral, atau alkali. Berat molekul

asam fulvik berkisar antara 1.000 and 10.000, dibandingkan dengan asam humik. Jika dibandingkan dengan asam humik, asam fulvik lebih reaktif karena memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi serta gugus karboksil dan gugus hidroksil. Asam fulvik memiliki gugus karboksil dari 520 cmol (H+) kg⁻¹ sampai 1120 cmol (H+).

Molekul asam fulvik memiliki kemampuan untuk memasuki system perakaran tanaman, termasuk batang dan daun, karena berat molekulnya yang relatif kecil. Asam fulvik, bersama yang bersifat reaktif terhadap unsur hara, terutama hara mikro, merupakan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk daun yang berkualitas tinggi. Dengan menggunakan asam fulvik yang berasosiasi dengan unsur hara mikro sebagai pupuk daun pada tanaman, unsur hara mikro dibawa langsung ke bagian tanaman yang memungkinkan metabolisme tanaman terjadi di dalam sel tanaman. Pada akhirnya, ini akan menghasilkan peningkatan produksi tanaman.

6.3.4 Proses Formasi Humus

Tanah humus juga dapat berasal dari sisa hewani yang telah diubah oleh organisme. Tanah humus adalah tanah yang kompleks yang terdiri dari berbagai macam bahan organik makromolekular. Salah satu proses terbentuknya humus lanjutan yakni humifikasi. Tan (1993) menyatakan bahwa proses humifikasi adalah proses transformasi sisa-sisa bahan organik. Proses yang disebut humifikasi adalah kombinasi dari berbagai proses yang terjadi pada bahan organik yang menghasilkan asam fulvik dan asam humik.

Beberapa teori pembentukan humus membentuk substansi humus. Ini termasuk modifikasi lignin, interaksi asam amino-kuinon, sintesa senyawa aromatik oleh mikroba, dan reaksi *Mallard*. Pada dasarnya, teori pembentukan humus ini menggambarkan reaksi

biotik dan abiotik yang sangat kompleks di mana senyawa organik seperti polifenol misalnya lignin, karbohidrat, dan senyawa nitrogen diproses kembali untuk membentuk polimer yang sangat kompleks. Untuk proses pembentukan humus, ketersediaan mineral anorganik sangat penting karena reaksi polimerasi ini membutuhkan katalis mineral anorganik.

6.3.5 Peran humus dalam tanah

Hal-hal berikut dilakukan oleh humus (Hayes, Mylotte and Swift, 2017)

- a) Menjaga kondisi struktur tanah dan membantu proses formasi;
- b) Meningkatkan keluar masuk air dari tanah; dan 3. Mengikat unsur hara melalui proses pertukaran kation.
- c) Selama proses mineralisasi, mineral, nitrogen, fosfor, dan sulfur dilepaskan dari jaringan tanaman
- d) Mencegah bahan kimia yang disebabkan oleh manusia yang dimasukkan ke dalam tanah yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. 6. Membantu mengangkut dan mengangkut bahan kimia yang tidak diinginkan, seperti bahan kimia organik yang tidak larut dalam air dan logam yang tidak diinginkan
- e) Melengkapi proses kompleksasi logam dan menyebarkannya ke tanah dan akar tanaman
- f) Meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan kapasitas penopang tanah, dan meningkatkan suhu tanah karena penyerapan sinar radiasi yang lebih baik.

Berdasarkan rumus molekulnya yang jelas, humus dapat dipisahkan dari substansi non-humus seperti karbohidrat (fraksi utama karbon di tanah), lemak, lilin, alkana, peptida, asam amino, protein, lipida, dan asam-asam organik. Mikroba tanah biasanya mudah memecah molekul substansi non-humus ini. Berbeda dengan

substansi non-humus, substansi humus (juga disebut humus) sangat lambat terurai dalam lingkungan alami. Dalam bentuk kompleks humus-mineral tanah, humus dapat bertahan di dalam tanah selama ratusan tahun. Antara 65% and 75% bahan organik tanah terdiri dari humus.

Substansi humus merupakan komponen utama penyusun humus yang terdiri dari senyawa-senyawa dengan berat molekul yang tinggi dan berwarna hitam kecoklatan dengan sifat hidropilik, molekul fleksibel, dan polielektrolit. Substansi humus ini adalah bagian bahan organik yang bertanggung jawab atas pembentukan struktur tanah, porositas, kapasitas menahan air, pertukaran kation dan anion, dan kelatisasi mineral. Hasil analisis unsur kimia menunjukkan bahwa substansi humus terdiri from rantai karbon yang kompleks yang terdiri dari karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, dan sulfur.

DAFTAR PUSTAKA

- Hayes, M. H. B., Mylotte, R. and Swift, R. S. (2017) *Humin: Its Composition and Importance in Soil Organic Matter, Advances in Agronomy*. doi: 10.1016/bs.agron.2017.01.001.
- Sagala, D. (2022) *Pengantar nutrisi tanaman, Kita Menulis*.
- Saidy, A. R. (2018) *Bahan organik tanah: klasifikasi, fungsi dan metode studi*.
- Stevenson, F.J. and Cole M.A. (1999.) *Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients*. 2nd edition. John Willey & Sons, New York.
- Tan, K. H. (1993). *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker Inc. New York
- Wawan (2017) 'Pengelolaan Bahan Organik', *Buku Ajar*, pp. 1–130.

BAB 7

Koloid tanah dan Perannya

Oleh Muhammad Aksan

7.1 Pendahuluan

Tanah merupakan bagian yang sangat krusial sebagai sarana bertumbuhnya tanaman serta habitat hidup dan berkembangnya mikroorganisme lainnya. Tanah memiliki karakteristik sesuai dengan jenis tanahnya. Selain memiliki sifat dan reaksi kimia, fisik, dan biologis tanah juga memiliki komponen tanah yang lebih detail yang disebut dengan koloid tanah. Dalam bab ini penulis akan membahas dan mengkaji mengenai koloid tanah dan sifat-sifatnya, serta perannya dalam sistem kajian tanah.

7.2 Koloid Pada Tanah

Tanah selain memiliki sifat biologis dan fisika, juga memiliki sifat kimia tanah dimana koloidal tanah atau partikel tanah yang kompleks dan mikro terjadi (Beamlaku and Habtemariam, 2021).

7.2.1 Pengertian Koloid Tanah

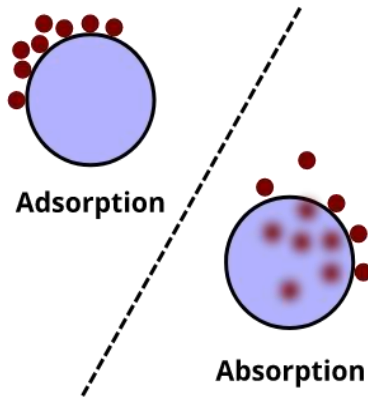
Secara harfiah definisi dari koloid tanah adalah partikel-partikel tanah yang berukuran sangat kecil dengan diameter kurang dari 1 μm . Koloid tanah merupakan bahan organik yang menyerupai ‘perekat’ baik dalam bentuk organik maupun anorganik dengan ukuran partikel yang sangat kecil (Sagala, 2022); tetapi memiliki luas permukaan yang besar per satuan massa atau volume. Koloid tanah merupakan agregat utama yang bentuknya gumpalan kecil dengan berbagai bentuk yang disebut juga agregasi sekunder tanah (Taisa *et al.*, 2021). Pada dasarnya koloid tanah bisa dikatakan sebagai bahan organik dan organik lempung pada tanah. Menurut Handayanto dkk

(2017) koloid tanah merupakan perubahan mika menjadi partikel liat yang berukuran $>2 \mu\text{m}$. Selain itu, koloid tanah juga memiliki permukaan eksternal yang luas, tingkat pertukaran kapasitas kation yang tinggi (*Cation and Cation Exchange Capacity = CEC*). Koloid tanah menentukan tingkat kesuburan tanah dikarenakan tingginya pertukaran kation, jaminan ketersediaan unsur hara dan fiksasi hara pada tanah. Koloid tanah memiliki bentuk *amorphous* (tidak teratur) dan tidak menunjukkan larutan asli saat tercampur dengan larutan lain; tidak ditemukan dalam keadaan ionik atau molekuler tetap justru ditemukan dalam bentuk kumpulan atom atau molekul.

Secara sistem koloidal tanah terbagi atas liofilik dan liofobik (Hidrofilik dan Hidrofobik)

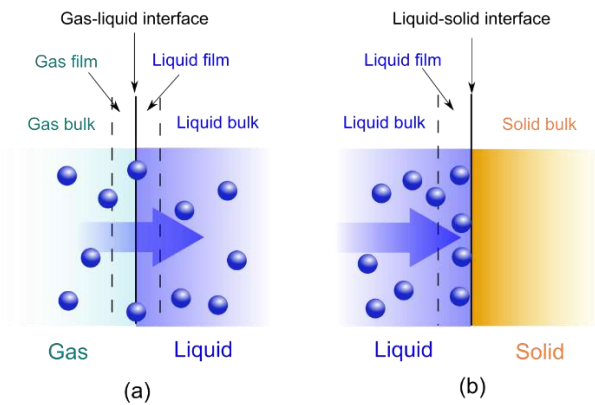
Secara definisi koloid tanah dapat dibedakan menjadi;

- Misel (kompleks jerapan); yakni koloid yang dibungkus kulit hidrasi
- Adsorpsi (penjerapan) dimana terjadi konsentrasi pada permukaan koloidal
- Absorpsi (penyerapan); berupa adanya retensi suatu bahan di dalam bahan lainnya. Kapasitas absorpsi didefinisikan sebagai kapasitas atau kemampuan tanah dalam mengikat kation dan anion yang melibatkan peran partikel-partikel koloid tanah yang berupa koloid liat dan koloid organik (Purba dkk, 2021)
- Sorption (Erap); pada kondisi erap adsorpsi dan absorpsi susah dibedakan (hampir serupa).



Gambar 1. Perbedaan adsorpsi dan absorpsi

Sumber : <https://psiberg.com/adsorption-vs-absorption/>



Gambar 2. Ilustrasi kemiripan sorption

Sumber : Wikipedia, 2023 ,
<https://en.wikipedia.org/wiki/Sorption>

7.2.2 Sifat -Sifat Koloid Tanah

Koloid tanah merupakan salah bentuk komponen sifat fisik tanah yang terdiri atas padat, cair dan gas. Koloid tanah yang berbentuk fragmen terdiri atas komponen organik dan anorganik terlarut, garam yang mendukung keterserapan unsur hara. Komponen mineral tanah yang berasal dari batuan induk pembentuk tanah, memiliki karakter dan ciri masing-masing. Secara umum komponen mineral dari batuan induk terbagi atas dua yakni mineral primer dan sekunder. Contoh mineral primer yakni *feldspar*, kuarsa, dan mika. Sedangkan, komponen kapur, hasil oksidasi Fe (besi) dan Al merupakan bentuk restrukturisasi pelapukan secara kimia dan ini terdapat pada tanah lempung.

Fraksi lempung pada tanah biasanya memiliki diameter kurang dari 2 μm . Sebagaimana dikemukakan sebelumnya bahwa koloid tanah adalah yang berpartikel kecil (kurang dari 1 μm) sehingga tidak semua partikel lempung bisa dikategorikan sebagai koloidal tanah, meski memiliki sifat yang serupa.

Sifat-sifat diantaranya sifat silika dan kristal pada mineral koloid yang secara garis besar terbagi menjadi tiga yakni 1) lempung silikat lapisan kristal; 2) lempung silikat non- kristal; dan 3) lempung non- silikat

7.3 Jenis Koloid Tanah

Menurut Handayanto (2017) jenis koloidal tanah dapat dikategorikan sebagai berikut;

7.3.1 Koloid Mineral

Koloid mineral merupakan komponen yang berbentuk mineral liat tanah. Beberapa contoh koloid mineral misalnya oksida - oksida Fe (besi), Al (aluminium) dan mineral -mineral utama dan Al-silikat. Contoh aluminium silikat diantaranya; ilit, haosilit, kaolinit, dan

montmorilonit. Pada tanah yang berwarna kemerah-merahan atau kecokelatan menandakan adanya drainase yang baik. Montmorillonit biasanya banyak (Sagala dkk, 2022)

7.3.3 Koloid Organik

Koloid organik disebut juga humus yakni senyawa kompleks yang berwarna coklat amorf, yang bersumber dari pelapukan jasad biotik yang sudah termodifikasi oleh mikroorganisme. Senyawa rumit ini tahan pelapukan yang tersusun atas poliuronida dan lignin. Karakteristiknyaa yakni berwarna hitam, memiliki plastisitas rendah, begitu juga dengan daya kohesi rendah namun kapasitas menahan air dan hara cukup tinggi. Secara umum susunannya meliputi; C, H, dan O

Nama lain dari koloid organik yaitu humus yang merupakan asam-asam organik yang bermuatan negatif yang dapat menyerap kation-kation. Nilai Kapasitas Pertukaran Kation (KTK) berkisar antara $200 < 300 \text{ me}/100 \text{ g}$. Humus dapat mereduksi kemasaman karena eksistensi dari Al^{3+} (Ion aluminium) karena dapat membentuk ikatan khelat yang bertindak sebagai *Ligand* yang bermuatan negatif. Muatan negatif koloid organik dipengaruhi oleh kation H^+ yang dinetralkan oleh OH^-

Koloid organik dapat berupa poliuronid, lignin, dan senyawa lainyang mengandung karbon (C), nitrogen (N), Oksigen (O), dan Fosfor (P), Belerang (S) dan unsur lainnya. Dari sekian banyak itu yang banyak jumlahnya di alam yakni C, N dan O, sedangakn lainnya relatif dalam jumlah yang sedikit (Hanafiah , 2005).

Jenis- jenis humid atau humus berdasarkan kelarutan dapat digolongkan menjadi (Sagala, 2022);

- a. Asam fulvit : karakter kategori paling ringan, warna muda, dapat larut dalam asam
- b. Asam humik : karakter kategori sedang, warna sedang, dapat larut dalam basa tapi tidak larut dalam asam

- c. Asam humin : karakter kategori terberat, warna agak gelap, tidak larut sama sekali dalam larutan basa dan asam.

Humus memiliki beberapa peran diantaranya (Hayes and Swift, 1990);

1. Membantu dalam proses formasi dan menjaga kondisi struktur tanah
2. Meningkatkan keluar masuknya air oleh tanah
3. Mengikat unsur hara melalui proses pertukaran kation
4. Melepaskan nitrogen, fosfor, sulfur, dan mineral pada jaringan tanaman selama proses mineralisasi
5. Menghalangi beberapa antropogenik kimia yang ditambahkan ke tanah untuk mempengaruhi pertumbuhan tanaman
6. Membantu mobilisasi dan transportasi bahan kimia yang tidak diinginkan misalnya bahan kimia organik yang tidak larut dalam air beserta logam-logam yang tidak diinginkan.
7. Melengkapi proses kompleksasi logam dan penyalurannya di tanah dan ke akar tanaman
8. Mengstimulasi pertumbuhan tanaman
9. Meningkatkan penopang kapasitas tanah
10. Meningkatkan suhu tanah karena peningkatan penyerapan sinar radiasi.

7.3.4 Koloid Anorganik

Liat Silikat

Koloid anorganik dapat berbentuk silikat dengan struktur berlempeng, seperti memiliki 2 permukaan serta mengandung Si, Al, Mg dan O. Adapun karakter koloid anorganik ini diantaranya ;

- a. Berbentuk kristal

- b. Memiliki muatan negatif
- c. Memiliki kemampuan menyerap dan menukarkan kation
- d. Permukaan relatif luas
- e. Garamnya bersifat masam

Selain itu bentuk dasar dari liat silikat ini yakni berstruktur mineral seperti tetrahedral dan oktahedral. Permukaan koloid tanah ini memiliki muatan negatif (negatif) yang memiliki sifat dapat menarik atau pun menolak ion yang muatannya yang berlawanan dengan sifat molekul air dan ion ini dapat terserap baik oleh akar tanaman.

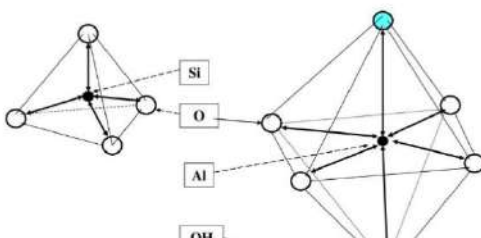
Penggolongan liat silikat dapat dibagi menjadi;

a. Kristalin

- Tipe 1 : susunan terdiri atas 1 Si – tetrahedron + 1 Al-Oktahedron. Contohnya; *kaolinit* dan *halloisit*. Mineral ini bersifat kaku karena masing-masing terikat oleh ikatan H, meski ikatan lemah namun jadi kaku saat berkomunal
- Tipe 2 : 1 : susunan terdiri dari 2 Si- tetrahedron + 1 Al-Oktahedron. Mineral ini dapat berupa *Montmorilonit*, *Vermikulit*, *Illit*. Sifat mineral ini mudah kembang-kempis (mengembang) karena masing-masing ikatan O
- Tipe 2 : 1 : 1. Susunan yakni : 2 Si- Tetrahedron + 1 Al-Oktahedron + 1 Mg (OH)₂. Nama mineral yakni *Klorit*. Bersifat mengembang dan mengerut

b. Non- Kristalin

- Nama mineral ini misalnya Fe dan Al Hidroksida misalnya Alofan dan Imogolit. Mineral ini terbentuk dari abu vulkanik atau andosol.



Tetrahedra

Oktahedra

Gambar 3. Diagram visual tetrahedra silika dan oktahedra alumina
Sumber : re-desain pribadi

7.3.5 Muatan Koloid Tanah

Pada dasarnya muatan negatif yang terbagi atas muatan karena kadar keasaman (pH) yang terjadi karena pemisahan hidrogen dan pinggiran kristal yang patah. Muatan juga dapat bersifat tetap karena substitusi Isomorfik yakni ikatan Si oleh Al, Al oleh Mg. Muatan negatif bersumber dari isomorfik yang memiliki ukuran ion Na^+ - Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} dan valensi tidak boleh berbeda lebih dari 1 unit.

Pada mineral liat, muatan negatif bersumber dari kelebihan muatan negatif pada tip patahan kristal di Si- Tetrahedron dan Al-Oktahedron. Selain itu dapat disebabkan oleh pemisahan H^+ dari gugus OH yang ada pada tepi atau ujung kristal dan selain itu karena adanya substitusi isomorfik.

7.3.6 Fungsi Dan Peran Koloid Tanah

Koloid tanah memegang peranan penting dalam menahan unsur hara agar tetap tersedia dalam tanah dan mudah diserap oleh tanaman. Unsur hara dapat hilang karena terbawa oleh aliran permukaan (*run off*) dan atau pencucian unsur hara (*leaching*) dan

keberadaan koloid tanah menjadi penting. Fungsi berikutnya, yakni regulator pada status basa tanah juga dibantu oleh keberadaan koloid tanah dimana kation dasar dapat diatur oleh koloid tanah. Pada kondisi tanah basa, berarti koloid tanah menahan banyak kation yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Begitupun juga saat tanah memiliki basa rendah, serta kurang subur itu berarti koloid tanah sedikit menahan persediaan basa. Lempung organik dan anorganik memiliki kesuburan yang cukup tinggi.

Jika dijabarkan koloidal tanah memiliki fungsi sebagai berikut;

- a) Memperbaiki kesuburan tanah
- b) Dalam bidang konservasi tanah dan air, koloid tanah menentukan sifat fisika yang mana berpengaruh terhadap proses infiltrasi dan permeabilitas. Infiltrasi merupakan sebuah proses masuknya air ke dalam tanah karena pengaruh gaya kapiler. *Run off* dan erosi juga dipengaruhi oleh keberadaan koloid tanah
- c) Dalam bidang non-pertanian koloid tanah berpengaruh terhadap sifat fisika tanah yang dapat berpengaruh terhadap kekuatan konstruksi bangunan, jalan dan lain sebagainya.

Dari sisi peran koloid tanah dapat berfungsi sebagai pendukung proses Pertukaran kation (KTK). Pertukaran kation (KTK) yakni ukuran kuantitatif dari tanah yang memiliki kemampuan menukar kation dengan larutan tanah yang dinyatakan dalam cmols (+) kg⁻¹, sedangkan menurut ilmuwan dapat dinyatakan dalam meq/ 100 gram tanah; cmol kg⁻¹ = meq/100 gram ; sifat koloid tanah mudah menyerap, menahan dan melepaskan ion. Muatan negatif pada koloid tanah menyebabkan adanya pertukaran kation. Selain itu molekul air juga dapat terserap pada permukaan air yang merupakan bagian terhidrasi kation. Tanaman dapat menyerap unsur hara karena adanya ikatan dari koloidal tanah. Pertukaran kation sendiri

dalam defenisinya adalah pertukaran kation dalam tanah dengan kation lain yang terjadi pada permukaan koloid. Jika koloid tidak ada maka unsur hara dalam tanah akan mudah tercuci ke dalam tanah dan hilang.

DAFTAR PUSTAKA

- Beamlaku, A. and Habtemariam, T. (2021) 'Soil Colloids, Types and their Properties: A review', *Open Journal of Bioinformatics and Biostatistics*, 5, pp. 008–113. doi: 10.17352/ojbb.000010.
- Hanafiah, K. A. (2005) 'Dasar Dasar Ilmu Tanah'.
- Hayes, M. H. B. and Swift, R. S. (1990) 'Genesis, Isolation, Composition and Structures of Soil Humic Substances', pp. 245–305. doi: 10.1007/978-1-4899-2611-1_10.
- Handayanto, E. (2014) *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Handayanto, E., Muddarisna, N. and Fiqri, A. (2017) *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Purba, T., Ningsih, H. and Abdus, P. (2021) *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. 1st edn. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Sagala, D. (2022) *Pengantar nutrisi tanaman, Kita Menulis*.
- Taisa, R. *et al.* (2021) *Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Edited by A. Karim. Medan: Yayasan Kita Menulis.

BAB 8

pH Tanah

Oleh Charly Mutiara

8.1 Pendahuluan

Reaksi kimia di dalam tanah berkaitan dengan pH atau yang berasal dari kata *Potential of Hydrogen*. pH mempunyai pengertian tingkat asam atau basa suatu larutan yang dinyatakan dengan derajat keasaman. Derajat keasaman ini dilihat dari kologaritme ion hidrogen yang telah terlarut dan tidak bersifat absolut.

Derajat keasaman tanah atau pH mempengaruhi berbagai aktivitas di dalam tanah. Banyak proses kimia dan biokimia hanya dapat berlangsung pada kondisi pH tertentu. Kemampuan mineral tanah dan bahan organik terdekomposisi dipengaruhi oleh pH tanah. Mineral lempung yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi pH tanah. Penyerapan unsur hara oleh tanaman sangat bergantung pada pH tanah. Sebagian besar unsur hara makro akan banyak tersedia bagi tanaman pada kondisi pH yang berbeda dengan unsur hara mikro (Tan, 1991).

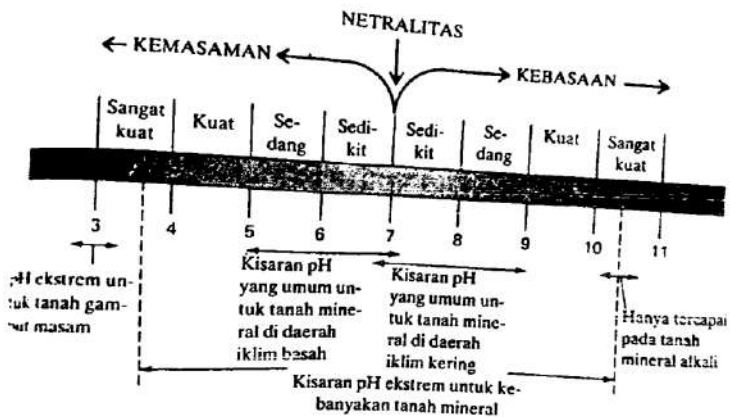
Beberapa konsep tentang pH tanah telah dikembangkan, seperti Arrhenius, Bronsted –Lowry dan Lewis. Menurut konsep Arrhenius (1880), asam adalah suatu senyawa yang mengandung ion Hidrogen (H^+), sedangkan basa adalah suatu senyawa yang menghasilkan ion Hidroksi (OH^-). Konsep ini mulai mendapat pertentangan karena telah ditemukan bahwa basa bukan hanya senyawa yang mengandung ion OH^- . Menurut konsep Bronsted – Lowry (1923) asam adalah senyawa yang mampu menyumbang proton, sebaliknya basa adalah penerima. Namun konsep ini mulai terbantahkan dengan diketahuinya pasangan asam basa konjugat.

Konsep Lewis (1923) menyatakan bahwa asam adalah senyawa yang dapat menerima pasangan elektron dan sebaliknya untuk basa (Tan, 1991).

8.2 Kemasaman Tanah

Tingkat keasaman tanah selalu berubah-ubah, tergantung dari kandungan ion H^+ dan OH^- di dalam tanah. Kondisi masam dengan kandungan H^+ yang lebih tinggi dari OH^- dan sebaliknya untuk kondisi basa. Kondisi dimana jumlah ion H^+ dan OH^- sama maka tanah bereaksi netral.

Nilai pH tanah berkisar dari 0-14, dengan kondisi netral diperoleh ketika pH tanah 7, di bawah 7 disebut masam dan lebih dari 7 disebut basa. Kriteria pH tanah sendiri terbagai atas beberapa tingkatan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.1 di bawah ini. Nilai pH tanah tersebut diukur berdasarkan besarnya konstanta disosiasi air murni (Hardjowigeno, 2015).

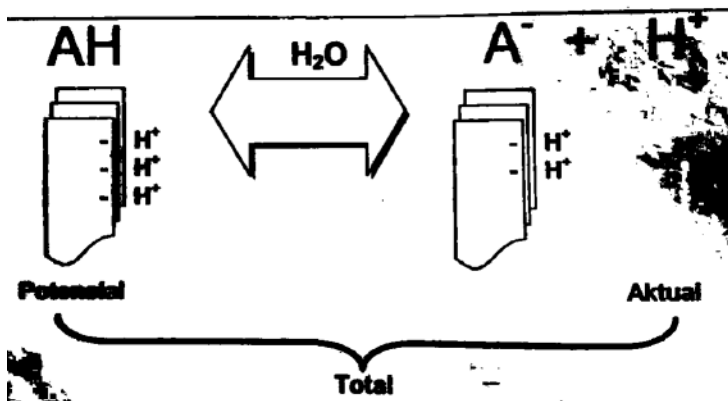


Gambar 8.1. Kriteria-Kriteria pH Tanah
Sumber: (Buckman and Brady, 1982)

8.2.1 Tipe Kemasaman Tanah

Tipe kemasaman tanah berkaitan dengan sumbangan yang diberikan berbagai senyawa. Prosen dekomposisi bahan organik menghasilkan asam-asam organik dan anorganik yang berpengaruh pada kemasaman tanah. Senyawa CO_2 yang dihasilkan dari proses respirasi akan membentuk H_2CO_3 di dalam air yang merupakan sumber ion H^+ .

Komplek lempung di dalam tanah akan menyerap sebagian besar ion H^+ menjadi ion-ion yang dapat dipertukarkan. Kemudian akan terjadi disosiasi ion, sehingga ion-ion H^+ menjadi bebas yang dapat dipertukarkan. Ion-ion yang ada dalam jerapan lempung tanah dikenal sebagai kemasaman tanah potensial. Sedangkan ion-ion bebas merupakan keasaman aktif yang dinyatakan sebagai pH tanah (Gambar 8.2).



Gambar 8.2. Kemasaman Potensial, Aktual dan Total Pada Tanah

Sumber: (Winarso, 2005)

Besaran kemasaman aktif, jauh lebih kecil dari kemasaman potensial. tanah-tanah berpasir mempunyai mempunyai kandungan ion H^+ pada bidang jerapan (kemasaman potensial) 1000 kali lebih besar dari pada kemasaman aktif (Brady, 1974). Hal ini dipengaruhi juga oleh kandungan bahan organik. Pada tanah-tanah berlempung

dengan kandungan bahan organik tinggi, kemasaman potensial dapat mencapai 50 ribu hingga 100 ribu kali lebih besar kemasaman aktif. Hal ini berkaitan dengan aktivitas pengapuran yang akan diberikan pada tanah. Semakin besar kapasitas penyangga tanah, maka untuk menaikkan pH tanah membutuhkan kapur yang lebih banyak sehingga kemasaman aktif dapat berkurang. Keasaman aktif ini berpengaruh pada aktiivtas kimia dan pertumbuhan tanaman.

8.2.2 Pengaruh Kemasaman Aktif

Berbagai jenis tempat budidaya tanaman mempunya pH tanah yang bervariasi (Tabel 8.1). Variasi ini dipengaruhi oleh garam Ca dan Na atau H⁺ dan Al³⁺ yang terdapat di dalam larutan tanah (Winarso, 2005). Kondisi pH tanah berkisar antara 6 sampai 7,5 berpengaruh langsung pada aktivitas mikroorganisme dan perakaran tanaman. Pengaruhnya terhadap perakaran tanaman ini berkaitan dengan ketersediaan unsur hara, yakni pada kisaran pH tersebut banyak unsur hara makro berada pada keadaan tersedia, sehingga dapat diserap akar tanaman. Jika pH tanah lebih rendah dari kisaran di atas, atau kondisi masam, maka ketersediaan unsur hara mikro akan meningkat. Dengan meningkatnya ketersediaan unsur mikro, maka meningkat pula sifat meracunnya bagi tanaman dan mikroorganisme.

Tabel 8.1. Variasi pH untuk berbagai Macam Tanah

Macam Tanah	pH Tanah									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Optimum untuk sebagian besar tanaman										
Lahan cekungan mengandung S										
Tanah-tanah hutan basah										
Tanah padang rumput subhumid										

8.2.3. Kapasitas Penyangga Tanah

Kondisi dimana terjadi penambahan bahan yang bersifat masam atau basa, akan berdampak pada perubahan tingkat kemasaman tanah. Pada kondisi tersebut, jika perubahannya masih dalam variasi yang kecil, maka tanah mempunyai kemampuan untuk menyangga perubahan tersebut, atau yang dikenal dengan kemampuan penyangga tanah (*Buffer*). Kemampuan menyangga ini dapat terjadi karena adanya muatan negatif pada tanah. Muatan negatif tersebut akan mengikat kation-kation baik yang bersifat basa (Ca^{+2} , K^+ , Na^+ , Mg^{+2}) maupun asam (H^+ dan A^{+3}). Ikatan tersebut mengakibatkan muatan negatif tanah ternetralisir, dengan begitu cadangan ikatan-ikatan kation dapat digunakan untuk mempertahankan pH tanah sehingga tidak berubah.

Proses menyangga perubahan pH tanah secara sederhana dapat dideskripsikan sebagai berikut. Pada kondisi tertentu, ketika ada penambahan kation asam seperti H^+ pada tanah. Ion H^+ yang banyak pada larutan tanah, sebagiannya akan mengganti posisi kation basa seperti Ca^{+2} pada bidang jerapan (fraksi lempung dan humat. Akibatnya, kation Ca^{+2} akan pindah ke larutan tanah sehingga menetralkan pengaruh asam dari penambahan ion H^+ . Kondisi yang sama akan terjadi juga jika yang ditambahkan unsur basa yaitu OH^- (Winarso, 2005).

Proses pertukaran kation pada kondisi di atas menciptakan kemasaman potensial dan aktif, dimana keduanya akan saling mempertahankan kemasamannya. Hal ini dapat terlihat ketika kegiatan pengelolaan lahan dengan pemberian kapur diberikan. Pemberian kapur merupakan upaya untuk menetralkan konsentrasi ion H^+ bebas. Ketika hal itu terjadi maka kemasaman potensial akan melepaskan ion-ion H^+ dapat tukar ke bidang kemasaman aktif (larutan tanah) agar terjadi keseimbangan. Hal ini akan terus berlangsung hingga cadangan ion H^+ habis.

Kemampuan tanah sebagai penyangga tidak hanya berkaitan dengan perubahan kemasaman. Selain kemasaman, kapasitas penyangga pada tanah juga berkaitan dengan perannya sebagai penyaring bahan pencemar maupun koloidal. Ketika bahan-bahan tersebut masuk ke tanah bagian atas, maka akan teroksidasi dan termineralisasi oleh udara tanah. Kemudian, ion-ion yang terlepas akan terjerap oleh kompleks jerapan, sehingga tidak masuk atau diminimalisir untuk masuk ke air tanah (Tan, 1991).

8.3 Hubungan pH Tanah dengan Aktivitas Pertanian

8.3.1 Faktor-Faktor yang mempengaruhi pH Tanah

Kondisi suatu daerah berpengaruh pada pH tanah. Pada daerah pantai yang berawa-rawa dengan kondisi tergenang, maka pH tanah mendekati netral. Namun ketika terjadi drainase, maka akan terjadi proses oksidasi oleh oksigen atau bakteri sehingga menghasilkan asam kuat (asam sulfat). Pada kondisi ini, pH tanah dapat turun hingga 2, dan dikenal sebagai tanah sulfat masam (Hanafiah, 2012). Pada kondisi pH tanah yang rendah (misalnya pada tanah sulfat masam, kelarutan besi dan aluminium sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan tanaman keracunan kedua unsur tersebut ketika terserap.)

Pada daerah-daerah industri, hasil sampingannya berupa sulfur. Unsur tersebut ketika bereaksi dengan air akan menjadi asam sulfur dan asam nitrit. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam. Selain itu, hujan asam dapat terjadi karena penggunaan dan pembakaran fosil-fosil padat yang menghasilkan gas sulfur dan nitrogen. Hujan asam ini berpengaruh pada perubahan pH tanah.

Selain kondisi suatu daerah, tingkat kemasaman tanah atau pH, juga dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut seperti bahan organik, bahan induk, pengendapan, vegetasi, kedalaman tanah dan pupuk Nitrogen.

Bahan organik tanah akan mengalami proses dekomposisi atau perombakan dengan bantuan mikroorganisme tanah. Proses tersebut menghasilkan asam-asam organik, karbon dioksida dan air sebagai senyawa pembentuk asam karbonat. Ketika senyawa tersebut bereaksi dengan Calcium ataupun Magnesium Karbonat, maka akan bikarbonat yang lebih larut. Akibatnya senyawa tersebut mudah tercuci, sehingga tanah menjadi lebih masam.

Bahan induk merupakan bahan pembentuk tanah, selain bahan organik. Batuan mengandung unsur-unsur yang bersifat asam ataupun basa. Batuan beku mempunyai sifat dan asam, yang terkait dengan kandungan SiO_2 , Fe dan Mg. Semakin besar kandungan SiO_2 maka tanah akan semakin masam.

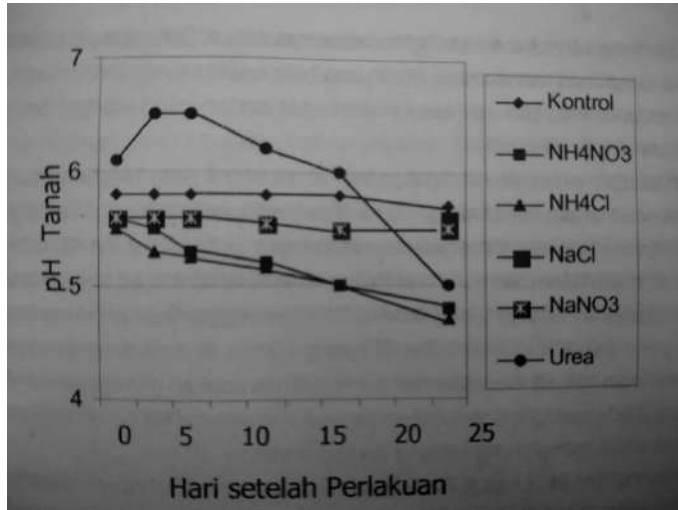
Proses pengendapan mempengaruhi kondisi pH tanah. Ketika air hujan terinfiltrasi ke dalam tanah, maka air tersebut mencuci kation basa seperti Ca dan Mg. Hal ini mengakibatkan posisi mereka pada bidang jerapan diganti kation masam seperti Al, H dan Mn. Hal inilah yang mengakibatkan tanah-tanah dengan curah hujan yang tinggi mempunyai pH yang lebih asam dari pada daerah kering.

Vegetasi mempunyai pengaruh pada kondisi pH tanah terlihat dari adanya perbedaan pH tanah pada lahan dengan vegetasi hutan dan padang rumput. Kondisi pH tanah pada lahan hutan lebih masam dari pada padang rumput. Masing-masing hutanpun mempunyai pH tanah yang berbeda. Pada hutan yang ditumbuhi pepohonan berdaun kecil, mempunyai pH lebih masam dibandingkan berdaun lebar.

Tanah-tanah yang ditanaman tanaman pertanian cenderung mempunyai pH yang lebih masam. Hal ini dikarenakan basa-basanya cenderung hilang akibat ikut terpanen. Masing-masing jenis tanaman

mempunyai pengaruh terhadap pH tanah. Tanaman leguminosa mengandung basa-basa lebih tinggi dibandingkan rerumputan. Tanaman leguminosa cenderung melepaskan ion H^+ ke dalam daerah perakaran ketika melakukan fiksasi Nitrogen dari udara. Karena itu, tanaman leguminosa lebih mempengaruhi keasaman pH tanah dibandingkan tanaman lainnya.

Kedalaman tanah mempunyai peran tersendiri dalam mempengaruhi perubahan pH tanah. Pengaruh curah hujan terhadap perubahan pH tanah akan berbeda-beda pada masing-masing kedalaman tanah. Pada umumnya, semakin dalam lapisan tanah, maka kondisi pH tanah akan semakin masam. Namun, terdapat juga daerah-daerah dengan lapisan sub soil yang lebih basa dibandingkan top soil. Pupuk nitrogen berperan penting dalam menyumbang keasaman tanah. Kandungan nitrogen di dalam tanah dapat berasal dari pupuk N, bahan organik, sisa hewan, dan fiksasi N dari udara. Namun demikian, pemupukan N mempunyai pengaruh yang paling besar dalam memasamkan tanah. Pemupukan N dengan dosis yang tinggi pada tanah masam dapat menurunkan 1 unit pH dalam perioden yang cukup singkat, yakni hanya 3 sampai 4 minggu. Perubahan pH ini terjadi karena proses nitrifikasi, yakni NH_4^+ diubah menjadi NO_3^- dengan cepat dan melepaskan H^+ . Pelepasan ion hidrogen inilah yang membuat tanah menjadi lebih masam. Pengaruh pupuk N terhadap perubahan pH tanah akan berbeda-beda untuk setiap jenis pupuk dan kondisi awal pH tanah (Smith and Doran, 1999). Hal ini dapat terlihat pada gambar 8.3.



Gambar 8.3. Hubungan antara Sumber Pupuk N dan Garam dengan pH Tanah pada Lempung Liat Berdebu

Sumber : (Smith and Doran, 1999)

Penggenangan mempunyai pengaruh terhadap pH tanah yakni meningkatkan pH tanah masam dan menurunkan pH tanah alkalin. Proses penggenangan selama 1 bulan mempunyai kisaran pH 6,5 hingga 7,2. Hal inilah yang terlihat pada tanah sawah, dengan pemberian genangan, pH tanahnya cenderung stabil. Pada tanah sawah, kebutuhan kapurnya hanya sedikit, karena jika kapur ditambahkan kemungkinan terjadi defisiensi unsur mikro akan sangat tinggi.

8.3.2. Pentingnya pH Tanah

Berbagai pernyataan yang telah disampaikan sebelumnya menggambarkan betapa pentingnya pH di dalam tanah. Karena itu, pemahaman terhadap kondisi pH tanah, bagaimana bisa mempertahankan pH tanah, ataupun mengapa pH tanah bisa berubah perlu untuk diketahui. Hal ini menjadi semakin penting terlihat ketika dikaitkan dengan tanaman yang dibudidayakan.

Secara umum peran pH tanah adalah sebagai berikut:

1. Menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap oleh tanaman.

Kondisi pH tanah yang optimal untuk penyerapan unsure hara bagi tanaman adalah pada pH netral. Pada kondisi ini, unsur-unsur makro berada dalam ketersediaan lebih tinggi, dibandingkan unsure hara mikro. Ketika pH tanah berada pada kondisi masam, maka unsure P akan terikat oleh Al, sehingga sulit terserap tanaman. Namun ketika pH basa, unsure inipun tidak bisa terserap tanaman karena terikat oleh unsur Ca (Buckman and Brady, 1982)

2. Menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun

Pada kondisi tanah dengan pH rendah, unsur Al selain mengikat P, juga merupakan racun bagi tanaman ketika terserap. Kondisi pH tanah yang rendah pada tanah rawa, mengakibatkan tanaman keracunan unsur sulfat. Selain unsur-unsur di atas, ketika pH rendah, beberapa unsur mikro seperti Fe, Mn, Zn, Cu dan Co menjadi mudah larut. Padahal unsur-unsur tersebut hanya dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit.

Terdapat salah satu unsur mikro yang mempunyai sifat berbeda dari unsur lainnya yaitu Mo. Unsur Mo tidak mudah terlarut pada kondisi pH tanah masam, sebaliknya pada pH tanah basa atau alkalis. Selain melarutkan unsur Mo yang tinggi, kondisi pH tanah alkalis sering mengandung garam yang tinggi.

3. Mempengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah.

Beberapa peran pH tanah terhadap mikroorganisme diantaranya perkembangan bakteri. Perkembangan bakteri yang baik adalah pada pH 5.5 atau lebih, di bawah itu, perkembangannya terhambat. Berbeda dengan bakteri, jamur dapat berkembang dengan baik pada berbagai kondisi pH tanah. Namun, pada pH 5,5 atau lebih,

perkembangannya mengalami persaingan dengan bakteri. Sedangkan bakteri pengfiksasi nitrogen dari udara serta nitrifikasi, hanya dapat berkembang dengan baik pada pH lebih dari 5,5.

Pernyataan-pernyataan di atas menggambarkan peran pH yang sangat penting bagi reaksi tanah dan secara tidak langsung sangat berkaitan dengan pertumbuhan dan produksi tanaman pertanian. Karena itu informasi terkait pH tanah perlu diketahui, dan dipantau secara berkala. Hal ini penting untuk perencanaan dalam pengelolaan tanah. Ketika tanah berada pada pH yang masam, dapat dinaikan dengan pemberian kapur, sedangkan pada pH tanah basa, dapat diturunkan dengan pemberian belerang.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, N. . (1974) 'The Nature and Properties of Soils', in 8. 8th edn. Macmillan Nwe York.
- Buckman, H. . and Brady, N. . (1982) *Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Bharatara Karya Aksara.
- Hanafiah, K. . (2012) *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno, S. (2015) *Ilmu Tanah*. Bekasi Timur: Akademika Pressindo.
- Smith, J. . and Doran, J. . (1999) *Measurement and Use of pH and Electrical Conductivity for Soil Quality Analysis*. Wisconsin: Soil Science Society of America, Inc.
- Tan, K. H. (1991) *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Winarso, S. (2005) *Kesuburan Tanah*. Pertama. Yogyakarta: Gava Media.

BAB 9

Unsur Hara Esensial

Oleh Yonce Melyanus Killa

9.1 Pendahuluan

Tanah merupakan lapisan atas bumi yang berfungsi sebagai media tempat tumbuh dan berkembangnya tanaman. Tanah juga berperan sebagai penyedia unsur hara penting, air dan udara yang diperlukan tanaman (Andira, dkk., 2022). Tanah yang dapat menopang pertumbuhan dan perkembangan tanaman sedemikian rupa sehingga ada tanah yang subur dan sebaliknya ada tanah kurang subur. Kesuburan tanah adalah kesanggupan tanah dalam menyediakan unsur hara baik jumlah, bentuk, maupun keseimbangan yang dibutuhkan untuk produksi tanaman (Utomo dkk., 2016).

Unsur hara tanaman merupakan unsur esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Nurhidayati, 2017). Unsur hara digunakan tanaman untuk memenuhi siklus hidupnya, sehingga jika tidak dipenuhi maka kegiatan metabolisme akan terganggu atau berhenti sama sekali (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Berdasarkan keesensialannya unsur hara dapat memenuhi kriteria, sebagai berikut: 1) tanpa tersediannya unsur tersebut tanaman tidak dapat menyelesaikan siklus hidupnya (tidak dapat tumbuh); 2) berperan dalam proses fisiologis tanaman dan tidak dapat digantikan oleh unsur yang lain; 3) unsur tersebut terlibat langsung dalam metabolisme tanaman (Marschner, 2012 dalam Armita dkk., 2022). Unsur hara esensial berdasarkan jumlah kebutuhan tanaman dibagi menjadi: 1) unsur hara makro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, yang terdiri atas Karbon (C), Hidrogen

(H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Kalium (K), Fosfor (P), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Belerang (S); 2) unsur hara mikro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit, yang terdiri atas Boron (B), Besi (Fe), Mangan (Mn), Klor (Cl), Tembaga (Cu), Seng (Zn), dan Molibdenum (Mo) (Nurhidayati, 2017).

9.2 Unsur Hara Makro

Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif banyak oleh tanaman untuk melakukan pertumbuhan. Unsur hara makro dapat digolongkan menjadi:

- 1) Unsur hara bebas yaitu unsur hara yang tersedia bebas di alam, udara, sisa tanaman, dalam tanah maupun air, seperti Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O);
- 2) Unsur hara makro primer yaitu unsur hara yang cukup tersedia di alam maupun dalam bentuk yang belum tersedia bagi tanaman, bahkan tidak tersedia secara bebas. Contohnya Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K);
- 3) Unsur hara makro sekunder yaitu unsur hara yang terbatas ketersediaannya dan memerlukan penambahan dengan cara pemupukan (Taisa dkk., 2021).

9.2.1 Karbon (C)

Karbon adalah unsur yang merupakan komponen penyusun penting pada biomassa tanaman. Unsur C dapat digunakan oleh tanaman berupa karbon dioksida (CO_2) yang tersedia bebas di udara. CO_2 yang diambil oleh tanaman akan diubah menjadi senyawa organik seperti glukosa atau karbondioksida dari proses fotosintesis (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Karbon dioksida sangat berguna untuk keberlangsungan hidup tanaman. Tanaman akan terganggu pertumbuhannya bahkan dapat mati jika CO_2 tidak tersedia. CO_2 bersumber dari hasil pelapukan bahan organik seperti sisa-sisa tanaman dan hewan,

bakteri, fungi maupun hasil respirasi invertebrata (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

9.2.2 Hidrogen (H)

Hidrogen merupakan unsur yang mempunyai peran membentuk jaringan tanaman. Unsur ini diserap tanaman berupa air (H_2O). Air dalam tanaman digunakan sekitar 0,01% untuk proses fotosintesis. Selain fotosintesis air dalam tanaman digunakan sebagai pelarut senyawa anorganik, organik, gula, hidrasi sel, reaksi biokimia dan pengangkutan hara tanaman (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

9.2.3 Oksigen (O)

Oksigen adalah unsur yang berfungsi membentuk senyawa organik seperti karbohidrat, protein, glukosa atau gula, dan lemak. Oksigen juga dapat berfungsi sebagai pembentuk senyawa sekunder seperti vitamin, hormon, enzim. Tanaman tadapat mengambil oksigen di udara dalam bentuk CO_2 (Mansyur dkk., 2021).

9.2.4 Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman dan dibutuhkan dalam jumlah yang banyak. Tanaman menyerap unsur N berupa ion NO_3^- dan NH_4^+ (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Unsur N bersumber dari bahan organik, fiksasi N bebas dari udara oleh mikroorganisme (Mansyur dkk., 2021). Nitrogen berperan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman serta membuat daun semakin hijau, penyusun senyawa protein dan klorofil, dan membantu tanaman dalam memaksimalkan air secara optimal (Nurhidayati, 2017).

Tanaman yang kekurangan unsur N akan terhambat pertumbuhannya. Selain itu tanaman akan mengalami nekrosis (daun menguning) pada daun yang paling bawah atau daun tua. Tanaman yang mengalami defisiensi N yang parah, daun menjadi

kuning (atau kecoklatan) dan daun akan rontok. Tanaman tidak dapat tumbuh maksimal jika kekurangan N, akan tetapi kelebihan unsur N juga dapat mengurangi kualitas rasa pada beberapa tanaman dan mempengaruhi kesehatan hewan dan manusia yang mengkonsumsinya (Utomo dkk, 2016).

Ketersediaan unsur N sangat terbatas dalam tanah, beberapa faktor yang menyebabkan ketersediaan unsur N yaitu: 1) sifat N yang mudah bergerak dalam tanah; 2) tercuci oleh air hujan; 3) terangkut saat panen; 4) dimanfaatkan organisme tanah; 5) terikat mineral tanah (Jawang, 2021).

9.2.5 Fosfor (P)

Unsur fosfor (P) adalah unsur hara yang digunakan tanaman dalam jumlah banyak untuk bertumbuh dan berkembang. Unsur P berperan penting dalam merangsang pertumbuhan akar benih dan tanaman muda, pembentuk protein tertentu, membantu pernapasan dan asimilasi, dan memacu pembungaan tanaman, pemasakan biji dan buah (Purba dkk., 2021). Unsur P merupakan komponen nukleotida yang digunakan dalam metabolisme energi tanaman dan dalam DNA serta RNA (Utomo dkk., 2016). Tanaman menyerap unsur P dalam bentuk ion ortofosfat sekunder ($\text{HPO}_4^{=}$) dan ion ortofosfat primer (H_2PO_4^-) (Rosmarkam). Total P dalam tanah pada umumnya berkisar antara 0,005-0,15%. Ketersediaan P dalam tanah dipengaruhi oleh kandungan C-organik, kandungan Fe, Ca dan Al, pH tanah dan ciri fisik tanah (Killa dkk, 2022).

Gejala tanaman yang kekurangan unsur P adalah tanaman mudah akan terhambat pertumbuhannya serta warna daun terlihat hijau gelap atau keunguan. Selain itu jaringan tanaman yang mati akan terlihat bintik-bintik kecil (bintik-bintik nekrotik) (Utomo dkk, 2016).

9.2.6 Kalium (K)

Unsur kalium (K) adalah unsur yang dibutuhkan dalam bentuk yang banyak bersama N dan P. Unsur K diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Kalium merupakan unsur yang mobil dalam tanaman baik dalam sel, jaringan tanaman, maupun dalam xylem dan floem (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Unsur K berperan penting dalam mengatur potensi osmotik, mengaktifkan enzim yang terlibat dalam respirasi dan fotosintesis (Utomo dkk, 2016).

Kekurangan unsur K tanaman akan terlihat bintik-bintik atau mengarah klorosis yang berkembang menjadi nekrosis pada ujung daun. Gejala nekrosis pada tanaman monokotil yang awalnya di ujung daun kemudian memanjang ke dasar daun. Gejala kekurangan K akan muncul pada daun yang lebih tua (Utomo dkk, 2016). Faktor yang mempengaruhi ketersediaan K dalam tanah adalah mineral liat, kapasitas tukar kation (KTK), K dapat dipertukarkan, dan faktor lingkungan seperti kelembaban, temperatur, aerasi tanah, dan pH (Nurhidayati, 2017).

9.2.7 Kalsium (Ca)

Unsur Kalsium (Ca) adalah unsur makro sekunder yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Unsur ini diserap tanaman dalam bentuk Ca^{++} (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Ca berfungsi dalam mitosis pembelahan sel, mengikat protein yang ditemukan dalam sitosol sel tumbuhan (kalmodulin) (Utomo dkk, 2016). Tanaman yang mengalami kekurangan Ca akan mengalami nekrotik pada ujung daun muda dan akar muda, tempat pembelahan sel dan pembentukan dinding yang paling aktif. Ketersediaan Ca dalam dapat ditentukan oleh total suplai Ca, pH tanah, % kejenuhan Ca^{2+} pada KTK, tipe liat tanah, rasio Ca^{2+} (Nurhidayati, 2017).

9.2.8 Magnesium (Mg)

Magnesium (Mg) adalah salah satu unsur makro sekunder yang berperan dalam berbagai proses metabolisme tumbuhan. Mg sangat berperan karena merupakan bagian struktur dari klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan (Indarwati, 2001). Selain itu Mg berperan dalam aktivitas enzim yang terlibat dalam respirasi serta sintesis DNA dan RNA (Utomo dkk., 2016). Unsur Mg diserap tanaman dalam bentuk ion Mg^{++} . Kekurangan unsur Mg, tanaman akan menunjukkan gejala klorosis di antara tulang daun, terutama daun tua. Jika terjadi kekurangan Mg yang berkepanjangan akan menyebabkan jaringan akan kering dan mati. Selain itu daun tanaman akan menjadi kecil dan rapuh, serta pinggir daunnya akan menggulung (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Ketersediaan Mg dapat hilang dari tanah disebabkan oleh 1) air perkolasi; 2) diserap oleh organisme hidup; 3) diserap oleh tapak pertukaran; 4) mengendap dalam bentuk mineral sekunder (Nurhidayati, 2017).

9.2.9 Sulfur (S)

Sulfur adalah salah satu unsur hara makro sekunder yang berperan dalam peningkatan hasil tanaman. Sulfur dapat berfungsi dalam perbaikan tanah terutama pH tanah yang tinggi serta dapat mengefektifkan penggunaan N dan P oleh tanaman (Aisyah dkk., 2015). Unsur S diserap tanaman dalam bentuk SO_4^{2-} . Unsur S diperlukan tanaman untuk pembentukan beberapa protein dan klorofil (Nurhidayati, 2017). Unsur S juga merupakan komponen dari *cytein* dan *metionin*. Gejala kekurangan S mirip dengan gejala tanaman yang kekurangan unsur N seperti klorosis yang terjadi pada daun muda dan tua. Gejala lain seperti pertumbuhan yang kerdil dan terdapat akumulasi antosianin (Utomo dkk., 2016).

9.3 Unsur Hara Mikro

Unsur hara mikro adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit atau kecil. Unsur hara mikro

meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil akan tetapi fungsinya penting dan tak tergantikan dalam menunjang proses fisiologis dari tanaman. Ketersediaan unsur-unsur ini pun terbatas sehingga perlu ditambah melalui pemupukan. Unsur mikro tergolong atas boron (B), besi (Fe), mangan (Mn), klor (Cl), tembaga (Cu), seng (Zn) dan molibdenum (Mo) (Taisa dkk, 2021).

9.3.1 Boron (B)

Boron (B) adalah unsur salah satu hara mikro bagi tanaman dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, akan tetapi ketersediaannya sangat terbatas bagi tanaman (Darsana dkk., 2014). Unsur B dalam tanah tersedia dalam bentuk asam borat (H_2BO_3). Unsur ini berperan dalam metabolisme asam nukleat, protein, karbohidrat, auksin dan fenol. Selain itu berperan dalam pembelahan sel, diferensiasi sel, perpanjangan sel, perkecambahan serbuk sari dan permeabilitas membran (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Unsur B juga berperan dalam penguatan sel maupun jaringan tanaman dan sebagai komponen organik pada susunan dinding sel (Wirawan dkk., 2016). Gejala kekurangan unsur B yaitu berhenti bertumbuhnya titik tumbuh (tunas dan akar) tanaman, klorosis daun, daun muda mati, ruas memendek, batang dan tangkai menebal, bunga gugur dan terganggu pembentukan buah dan biji (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019).

9.3.2 Besi (Fe)

Besi (Fe) adalah unsur hara yang berfungsi sebagai penyusun klorofil, enzim sitokrom, protein dan berperan dalam perkembangan kloroplas. Selain itu unsur Fe berfungsi sebagai pelaksana pemindahan elektron dalam proses metabolisme. Unsur ini diserap tanaman dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) ataupun fero (Fe^{2+}) (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Kekurangan unsur Fe menyebabkan tanaman akan terhenti pertumbuhannya, terjadi

klorosis di antara tulang daun muda dan jika semakin parah maka daun berwarna putih (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019).

9.3.3 Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah unsur hara yang berperan penting dalam reaksi fotosintesis yaitu berperan dalam proses pemisahan oksigen yang dihasilkan dari air. Selain itu Mn dapat mengaktifkan beberapa enzim dalam sel tanaman, khususnya *decarboxylases* dan *dehydrogenases* (Utomo dkk, 2016). Unsur Mn juga berperan dalam mempertahankan kondisi hijau daun tua sehingga dapat berfotosintesis. Unsur Mn diserap tanaman dalam bentuk ion Mn^{++} . Tanaman yang mengalami kekurangan Mn menunjukkan gejala yang mirip dengan kekurangan Mg yaitu daun muda akan mengalami klorosi, kemudian berwarna kuning cerah, daun mengalami sobekan pada basalnya dan dalam kondisi ekstrim tanaman akan mati (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

9.3.4 Klor (Cl)

Klor (Cl) adalah unsur yang sangat mudah bergerak dalam tanaman. Tanaman menyerap unsur Cl dalam bentuk Cl^- . Unsur Cl berperan dalam tekanan osmotik, turgor daun, counterion K^+ , dan berperan dalam reaksi pemisahan air dalam proses fotosintesis (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019). Gejala tanaman yang kekurangan unsur Cl yaitu layu dari ujung daun diikuti klorosis daun dan nekrosis serta pertumbuhan yang melambat (Utomo dkk, 2016). Selain itu, kelebihan Cl pun dapat menyebabkan tanaman kurang menyerap air, daun menggulung dan menebal, serta kualitas buah maupun umbi berkurang (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019).

9.3.5 Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) adalah salah satu unsur mikro yang berperan dalam mengaktifkan enzim sitokrom-oksidadase, asam butiratifenolase, askorbat-oksidadase dan laktase. Unsur ini juga berperan dalam

metabolisme karbohidrat dan protein (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Tanaman menyerap unsur Cu dalam bentuk ion Cu^{++} . Kekurangan unsur Cu tanaman akan menunjukkan gejala seperti daun muda berwarna hijau muda, biru muda dan kekuningan, tepi daun menggulung, ujung daun kering, layu dan pembentukan buah dan biji tidak baik (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019).

9.3.6 Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan unsur hara mikro yang berfungsi dalam pengaktifan enzim anolase, aldolase, superdekarboksilase, lesitimase, sistein desufihifrase, histidin deaminase, superoksida demutase (SOD), dehidrogenase, karbon anhidrase, proteinase, dan peptidase. Selain itu berperan juga dalam penyusunan pati (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Unsur hara ini diserap tanaman dalam bentuk Zn^{2+} . Gejala kekurangan unsur Zn adalah pertumbuhan ruas pendek, roset, kekurangan IAA, daun berwarna hijau muda /kuning/putih, daun kecil, sempit dan tebal, daun mengalami pengguguran serta buah tidak terbentuk (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019).

9.3.7 Molibdenum (Mo)

Molibdenum (Mo) adalah unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang lebih sedikit dari hara mikro lainnya. Unsur ini berfungsi dalam mengaktifkan enzim nitrogenase, nitrat reduktase, dan xantine oksidase (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Unsur Mo diserap tanaman dalam bentuk MoO_4^{2-} . Gejala kekurangan unsur Mo mirip seperti kekurangan unsur N (Sutraman dan Miftakhurrohmat, 2019). Gejala kekurangan Mo yaitu pertumbuhan tanaman terhambat, daun menjadi pucat dan mati, serta pembentukan bunga terhambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, A., Wayan Suastika, I., & Suntari, R. (2015). Pengaruh Aplikasi Beberapa Pupuk Sulfur Terhadap Residu, Serapan, Serta Produksi Tanaman Jagung Di Mollisol Jonggol, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 2(1), 93–101. <http://jtsl.uib.ac.id>
- Andira, U., Killa, Y. M., & Kapoe, S. K. K. L. (2022). Analisis Sifat Kimia Tanah Pada Lahan Pertanian Di Kelurahan Kawangu Kecamatan Pandawai Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Agro Indragiri*, 7(2), 22–26. <https://doi.org/10.32520/jai.v7i2.2133>
- Armita, D., Wahdaniyah, W., Hafsan, H., & Al Amanah, H. (2022). Diagnosis Visual Masalah Unsur Hara Esensial Pada Berbagai Jenis Tanaman. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 16(1), 139–150. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v16i1.28639>
- Darsana, L., Pardono, P., & Sugianto, H. (2014). Penggunaan Boron untuk Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil, dan Kandungan Minyak Kacang Tanah. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 16(2), 29. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v16i2.18912>
- Indarwati. (2001). Uji Penggunaan Pupuk Magnesium Sulfat Pada Berbagai Umur Bibit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Lobak Besa. *Jurnal Ilmiah Agro Kusuma*, 1(1), 28–33.
- Jawang, U. P. (2021). Penilaian Status Kesuburan dan Pengelolaan Tanah Sawah Tadah Hujan di Desa Umbu Pabal Selatan , Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(3), 421–427. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.421>
- Killa, Y. M., Jawang, U. P., Andira, U., & Yewa, D. M. (2022). Evaluation of Soil Fertility in Dry Climate Dry Land in Pandawai District, East Sumba Regency. *International Conference On Agricultural, Nutraceutical, and Food Science (ICANFS) 2022*, 81–88.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtiلاكsono, A. (2021). *Pupuk dan Pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
- Nurhidayati. (2017). *Kesuburan dan Kesehatan Tanah*. Intimedia.
- Purba, T., Situmeang, R., Rohman, H. F., Mahyati, Arsi, Firgiyanto, R., Junaedi, A. S., Saadah, T. T., Junairiah, Herawati, J., & Suhastyo, A. (2021). *Pemupukan dan Teknologi Pemupukan*. Yayasan Kita

Menulis.

- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius.
- Sutraman, & Miftakhurrohmat, A. (2019). *Kesuburan Tanah*. UMSIDA PRESS.
- Taisa, R., Purba, T., Sakiah, S., Herawati, J., Junaedi, A. S., Hasibuan, H. S., Junairiah, J., & Firgiyanto, R. (2021). *Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Yayasan Kita Menulis.
- Utomo, M., Sabrina, T., Sudarsono, Lumbanraja, J., Rusman, B., & Wawan. (2016). *Ilmu Tanah: Dasar-dasar dan Pengelolaan*. Prenadamedia Group.
- Wirawan, B. D. S., Putra, E. T. S., & Yudono, P. (2016). Pengaruh Pemberian Magnesium, Boron dan Silikon terhadap Aktivitas Fisiologis, Kekuatan Struktural Jaringan Buah dan Hasil Pisang (*Musa acuminata*) "Raja Bulu." *Vegetalika*, 5(4), 1–14.

BAB 10

PENGERTIAN DAN KLASIFIKASI PUPUK

Oleh Etty Indrawati

10.1 Pendahuluan

Pengelolaan lahan yang buruk atau erosi tanah dapat menyebabkan degradasi lahan. Jika tanah terus-menerus digunakan untuk menanam tanaman hasil tinggi atau penggunaan sehari-hari, dapat mengakibatkan penurunan kesuburan tanah. Hal ini, pada gilirannya, dapat menyebabkan kurangnya nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan produksi yang optimal. Sebuah studi yang dilakukan oleh Setyawaty dan Wijaya pada tahun 2012 mendukung klaim tersebut.

Agar tanaman tumbuh subur, mereka membutuhkan unsur hara tertentu, termasuk unsur makro seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Kalium (K), dan Belerang (S), serta unsur mikro. unsur-unsur seperti Natrium (Na), Boron (B), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Seng (Zn), Mangan (Mn), Molibdenum (Mo), Klorin (Cl), Kobalt (Co), Silikon (Si), dan Nikel (Ni).

Dalam penelitiannya, Simanungkalit dan rekannya (2013) menemukan bahwa penggunaan pupuk NPK memiliki dampak yang signifikan terhadap panjang sulur, jumlah daun, hasil tanaman, dan produksi per petak melon.

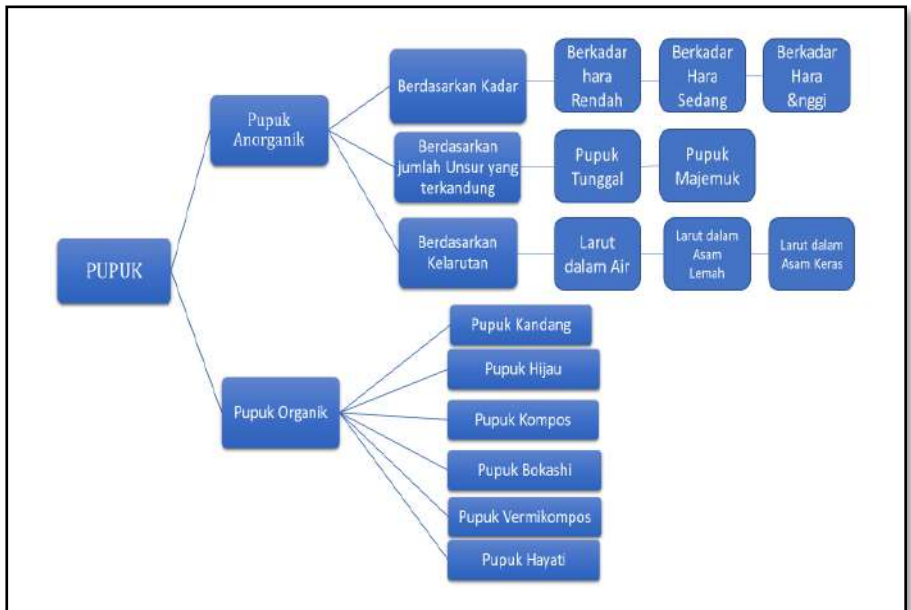
Kesuburan tanah dapat ditingkatkan dengan berbagai cara, salah satunya adalah penggunaan pupuk. Ini memerlukan tanaman dengan nutrisi penting yang mereka butuhkan untuk pertumbuhan optimal. Perlu dicatat bahwa unsur hara yang ada dalam tanah tidak

selalu cukup untuk tujuan ini (Salikin, 2003). Oleh karena itu, ada beberapa cara untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, termasuk penambahan pasir ke tanah liat, pemberian mikroorganisme, pengapuran, dan pemberian pupuk anorganik dan organik. Selain itu, menambahkan tanah mineral ke tanah organik adalah metode lain yang efektif.

Ada beberapa perspektif untuk mengklasifikasikan pupuk, termasuk komposisi nutrisi, kelarutan, dan sumber produksinya. Dapat dibayangkan bahwa jenis pupuk tertentu mungkin tumpang tindih dalam klasifikasi ini meskipun tampak berbeda di permukaan.

10.2 Klasifikasi Pupuk

Ada dua jenis pupuk, alami dan buatan, yang dapat dibedakan berdasarkan asal bahannya. Pupuk buatan atau disebut juga pupuk anorganik diproduksi di pabrik dengan jenis dan kandungan unsur yang telah ditentukan. Jenis pupuk ini dapat dikategorikan menjadi pupuk anorganik tunggal dan majemuk. Sedangkan pupuk alami yang disebut juga dengan pupuk organik diperoleh langsung dari alam dan dapat berupa bahan hidup atau bahan yang telah mengalami fermentasi. Ini termasuk pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, pupuk bokashi, pupuk kascing, dan pupuk hayati.



Gambar10.2.1: Klasifikasi pupuk berdasarkan asal pembuatannya
Sumber : Pribadi 2023

10.2.1. Pupuk Buatan (Pupuk Anorganik)

Pupuk buatan yang disebut juga dengan pupuk anorganik diproduksi di pabrik dengan menggunakan proses kimiawi. Pupuk ini dapat tersedia dalam dua bentuk: pupuk anorganik tunggal yang hanya mengandung satu unsur hara, atau pupuk anorganik majemuk yang mengandung dua atau tiga unsur hara. Manfaat penggunaan pupuk anorganik antara lain:

- Tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh dengan cepat, terutama bila ada pasokan nutrisi yang cukup. Tingkat nutrisi dalam pupuk anorganik cukup tinggi
- Memasukkan pupuk anorganik ke dalam praktik pengelolaan tanah dapat meningkatkan penampilan luar tanaman, membuatnya terlihat lebih sehat. Asalkan dirawat dengan baik, tanaman memiliki kemampuan untuk bertahan dalam segala macam kondisi.

- c. Pupuk anorganik diterapkan dengan cara yang lebih diperhitungkan, berdasarkan persyaratan tertentu. Nutrisi tanaman.

Kekurangan dari pupuk anorganik adalah :

- a. Tanah yang menerima pasokan pupuk anorganik secara konstan pada akhirnya akan mengalami perubahan. Tanah menjadi kokoh dan padat akibat sifat higroskopis pupuk. Tekstur tanah dipadatkan oleh pupuk. Dampak keberadaan mikroorganisme sedemikian rupa sehingga mempengaruhi kehidupan mereka. Kesuburan tanah terpengaruh.
- b. Kemampuan untuk menginduksi keasaman dalam tanah adalah efek potensial. Proses produksi sering meninggalkan residu kimia. Konsumsi zat-zat tersebut oleh individu dapat berdampak buruk pada kesejahteraan mereka secara keseluruhan.

Seperti digambarkan pada Gambar 10.2.1, pupuk anorganik dapat diklasifikasi berdasarkan kriteria berikut:

1. Kandungan unsur hara

- a. Pupuk tunggal
- b. Pupuk majemuk

2. Kadar unsur hara,

- a. Berkadar rendah ($UH < 20\%$) C/ Borax (10,8% B),
- b. Berkadar sedang ($UH 20-30\%$) C/ZA (20,5-21,0% N)
- c. Berkadar tinggi ($UH \geq 30\%$), C/ Urea (45%N), TSP (46-48% P_2O_5), KCl (50%)

3. Kelarutannya (mudah tidaknya pupuk dapat larut dalam air

- a. Larut dalam air: ES, DS, amophos, dsb.
- b. Larut dalam asam lemah: FMP, dsb.

- c. Larut dalam asam keras: fosfat alam, dsb.
4. Menurut asal pembuatannya, terdiri dari:
- Pupuk alam.
 - Pupuk buatan.

Pupuk buatan atau anorganik diproduksi di pabrik dan mudah diakses di pasar. Tabel 10.2.1. daftar berbagai jenis pupuk ini, baik dalam bentuk tunggal maupun majemuk, beserta nama dagangnya yang sesuai.

Tabel 10.2.1. Jenis-jenis pupuk anorganik yang banyak dipergunakan petani

Nama Dagang	Pupuk Tunggal	Pupuk Majemuk
<u>Pupuk N</u>		
Amonium sulfat (ZA)/(NH ₄) ₂ SO ₄	Tunggal	
Urea CO(NH ₂) ₂	Tunggal	
Amonium sulfat nitrat (ASN) /2 NH ₄ NO ₃ (NH ₄) ₂ SO ₄	Tunggal	
<u>Pupuk P</u>		
DSP (Double superfosfat) / DS /Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Tunggal	
TSP (Triple superphosphate) /TS / Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Tunggal	
SP-36	Tunggal	
FMP (Fused Magnesium Phosphate)	Tunggal	
Agrophos	Tunggal	
Fosfat cirebon	Tunggal	
Serbuk thomas	Tunggal	
Citraphos / CIRP	Tunggal	
<u>Pupuk K</u>		
K ₂ SO ₄ (ZK)	Tunggal	
KCl	Tunggal	
<u>Pupuk NP</u>		
Ammonos-Phos/NH ₄ H ₂ PO ₄ (mono amonium fosfat)		Majemuk

Superstikfos (SS atau SSF)	Majemuk
Diamonium fosfat (DAP)	Majemuk
<u>Pupuk NK</u> : Kalium nitrat /KNO ₃	Majemuk
<u>Pupuk PK</u> : Kalium metafosfat	Majemuk
<u>Pupuk NPK</u> : Rustika yellow, Amofoska	Majemuk

Sumber : www.researchgate.net/publication/345978428

10.2.2. Pupuk Organik

Pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari unsur-unsur organik yang berasal dari tumbuhan dan/atau hewan yang telah mengalami proses fermentasi, baik dalam bentuk padat maupun cair, disebut pupuk organik. Pupuk tersebut memiliki kapasitas untuk meningkatkan karakteristik kimia, fisik, dan biologi tanah di mana mereka digunakan. Mereka dapat meningkatkan kandungan nutrisi tanah, meningkatkan sifat fisik tanah seperti kemampuannya menahan air dan strukturnya, dan meningkatkan aerasi tanah.

Mikroorganisme tanah mengandalkan bahan organik sebagai sumber makanannya, oleh karena itu pemanfaatan pupuk organik dapat bermanfaat dalam mendorong pertumbuhan dan perkembangannya. Pupuk organik menawarkan berbagai keuntungan seperti membantu dalam budidaya lahan pertanian dan hemat biaya serta mudah diakses. Mereka juga mengandung mikronutrien lengkap, merangsang aktivitas mikroorganisme tanah, dan memfasilitasi mobilisasi nutrisi dalam tanah, memungkinkan mereka membentuk partikel ionik yang dapat dengan mudah diserap oleh tanaman. Selain itu, pupuk organik mencegah melimpahnya unsur hara yang dapat menjadi racun bagi tanaman, menjaga kelembapan tanah, dan melindungi dari erosi tanah. (Sumber: dispertan.bantengprov.go.id)

Dibandingkan dengan pupuk buatan, pupuk organik memiliki beberapa kekurangan seperti ketersediaannya yang lambat bagi tanaman, membutuhkan jumlah yang besar karena kandungan hara yang kecil, kemungkinan membawa bibit hama atau penyakit, dan risiko imobilisasi nitrogen jika rasio C atau N melebihi 30..

1. Pupuk Kandang

Kotoran ternak adalah kombinasi dari limbah padat dan cair yang dihasilkan oleh ternak, dan biasanya dicampur dengan sisa makanan. Komponen khusus pupuk kandang bervariasi tergantung pada hewan dan jenis makanan yang mereka konsumsi. Sumber utama pupuk organik ini adalah dari kotoran ternak dan unggas, seperti sapi, kerbau, kambing, domba, kuda, kelinci, dan ayam. Jenis pupuk ini sangat efektif untuk menyuburkan tanah dan mempertahankan pertumbuhan tanaman, karena kaya akan nutrisi seperti fosfor, nitrogen, dan kalium, serta elemen jejak seperti magnesium, belerang, kalsium, besi, natrium, molibdenum, dan tembaga. . Ini banyak digunakan oleh petani untuk menyuburkan tanaman dan lahan pertanian mereka. Ada berbagai jenis pupuk kandang, yang meliputi:

Tabel 10.2.2 : Tabel kandungan hara pada kotoran hewan

Jenis Hewan	Bahan Organik(%)	Nitrogen (%)	Phosfor (%)	Kalium (%)	Kelembaban (%)
Kotoran Sapi basah	17	0,3	0,2	0,4	83
Kotoran Domba basah	32	0,7	0,3	0,9	66
Kotoran Ayam basah	25-45	1,1	0,8	0,5	55-75
Kotoran Kuda basah	24	0,7	0,3	0,6	75
Kotoran Kelelawar kering	-	7,5	8	1,5	

Sumber: Pribadi diolah dari berbagai sumber,2023

2. Pupuk Hijau

Pupuk hijau mengacu pada pemanfaatan tanaman muda atau bagian tanaman sebagai jenis pupuk. Pupuk ini diintegrasikan ke dalam tanah untuk memperkayanya dengan bahan organik dan berbagai unsur hara, dengan fokus khusus pada nitrogen.

Umumnya tanaman pupuk hijau merupakan anggota dari famili Leguminosae. Tumbuhan ini berbeda dalam kapasitasnya untuk

menangkap Nitrogen (N_2) bebas dari udara melalui bakteri *Rhizobium* sp dalam bintil akar.

Leucaena glauca (Lamtoro), *Sesbania grandiflora* (Turi), *Crotalaria* sp. (mendengkur), dan tanaman sejenis lainnya dianggap sebagai tanaman pupuk hijau.



(a)



(b)



(c)

Gambar : a. *Leucaena glauca* (Lamtoro)
b. *Sesbania grandiflora* (Turi)
c. *Crotalaria* sp. (Orok-orok)

Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki>

3. Pupuk Kompos

Kompos adalah sejenis pupuk alami yang terbuat dari bahan tanaman yang membusuk dan kotoran hewan. Proses dekomposisi atau pelapukan ini memberi kompos sifat yang berbeda. Manfaat terbesar dari kompos adalah sifatnya yang ramah lingkungan. Mampu meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki kerusakan fisik akibat penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan (Subekti, 2015).

Pengomposan adalah proses penting yang bertujuan untuk mencapai beberapa tujuan. Salah satu tujuan utama pengomposan adalah untuk mempertahankan rasio C/N bahan organik yang berasal dari bahan limbah kurang dari tiga puluh. Proses ini juga membantu meminimalkan bau selama penyimpanan, menghilangkan organisme patogen, dan menghancurkan benih gulma. Kompos yang dihasilkan seragam, kering, bebas zat berbahaya, dan ideal untuk digunakan dalam berkebun. Berbagai faktor mempengaruhi

pengomposan, termasuk keseimbangan antara karbon dan nitrogen, mikroorganisme, suhu, kelembaban, oksigen, dan tingkat pH.

Produksi kompos dalam jumlah besar dicapai melalui proses pembuatan, meskipun bahan aslinya bersumber dari alam. Pupuk organik, termasuk pupuk kandang, pupuk hijau, dan humus, sering digunakan. Pupuk ini mengandung berbagai unsur hara yang terjadi secara alami, membuatnya lebih melimpah daripada alternatif sintetis. Melalui proses mineralisasi, kompos dibuat menggunakan bahan-bahan seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan sampah organik untuk menghasilkan sejenis pupuk.

4. Pupuk Bokashi

Pupuk Bokashi adalah bahan yang benar-benar alami yang dibuat melalui proses fermentasi dengan memanfaatkan kekuatan Effective Microorganisms (EM4). Bahan organik yang digunakan dalam proses ini berasal dari hewan dan tumbuhan, dan dapat mencakup barang-barang seperti kotoran hewan, sisa makanan, sisa tulang ikan, dan ampas tahu. Pupuk organik yang paling efektif memprioritaskan kandungan C-organik, memungkinkan rasio C/N yang rendah. Untuk memastikan bahwa pupuk yang dihasilkan memiliki rasio C/N yang konsisten dan kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) yang sesuai, digunakan fermentasi mikroba. Proses ini dilakukan melalui penggunaan Effective Microorganisms (EM-4), yang menyediakan energi yang diperlukan untuk dekomposisi. Pupuk yang dibuat melalui fermentasi EM4 dapat digunakan sepanjang memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu kadar air tidak boleh lebih dari 50%, kadar P harus lebih besar dari 0,10%, kadar K harus lebih besar dari 0,20%, kandungan N harus lebih besar dari 0,40%, dan rasio C/N harus antara 10 dan 20..

5. Pupuk Vermikompos

Pemanfaatan cacing dalam pengolahan kotoran sapi dikenal dengan istilah Vermicompost. Proses pembuatan pupuk dengan cara ini dilakukan secara bertahap dengan pertimbangan kapasitas dan kemampuan pembibitan cacing. Proses vermicomposting melibatkan penggunaan cacing sebagai pengurai untuk mengolah sampah organik, menghasilkan produksi pupuk organik dan massa cacing, seperti yang dicatat oleh Danilo.R pada tahun 2017.

Sesuai penelitian Abdullah Hussaini pada tahun 2013, Vermicomposting adalah prosedur bioteknologi sederhana yang memanfaatkan spesies cacing tanah tertentu untuk secara efektif mengubah limbah menjadi produk berkualitas tinggi yang lebih menguntungkan. Selain itu, Hussaini mencatat bahwa proses pembuatan dan pemanfaatan vermikompos merupakan kegiatan sadar lingkungan yang berfungsi untuk menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan kita. Tabel 2.5.1 menampilkan hasil evaluasi laboratorium yang dilakukan pada pupuk kascing

Tabel 2.5.1 Hasil analisis produk vermikompos

PARAMETER	Pupuk organik *	Pupuk organik**
pH 1:5 H ₂ O	4-9	6.36
C-Organik (Gravimetri) (%)	Min 15	25.06
Rasio C/N	15-25	16.89
P ₂ O ₅ + K ₂ O + N (unsur hara)	Min 4	3.19
Kadar Air (%)	15-25	22.9%

*Peraturan Menteri pertanian No
70/Pementan/SR.140/10/2011

** Vermicompost dari kohe sapi murni (100%)



Gambar 2.5. Proses vermicompos di kampung Papakmanggu, desa Cibodas

Sumber : Ratnaningsih, dkk.2020

6. Pupuk Hayati

Sebagaimana dikemukakan oleh Badan Litbang Pertanian pada tahun 2010, pupuk hayati tergolong inokulan yang dibuat dari organisme hidup. Tujuan organisme ini adalah untuk menyediakan nutrisi spesifik yang dibutuhkan tanaman di dalam tanah. Unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman merupakan produk dari tindakan mikro-organisme yang ada di dalam tanah. Untuk melakukan aktivitasnya, mikroorganisme memerlukan energi. Bahan organik merupakan salah satu sumber energi yang dimanfaatkan oleh mikro organisme dalam menjalankan fungsinya, seperti dikemukakan oleh Hardjowigeno pada tahun 2010..

Mikroorganisme tertentu memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai pengikat nitrogen. Tanpa mikroorganisme ini, tanaman tidak dapat mengambil nitrogen dari udara. Selain itu, mikroorganisme dapat bertindak sebagai pelarut fosfat dan pengikat kalium. Melalui modifikasi fisik, kimia, atau biologi, mikroorganisme berperan dalam meningkatkan kondisi tanah. Selanjutnya,

dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme menciptakan nutrisi tanaman.

Mikroorganisme tanah mampu menghasilkan berbagai jenis hormon pertumbuhan yang dibutuhkan tanaman. Selain itu, budidaya mikroorganisme yang menguntungkan dapat bersaing dengan organisme hidup bakteri, sehingga menghambat perkembangan dan pertumbuhan organisme tersebut. Akibatnya, besar kemungkinan pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berbakteri menjadi terbatas.

Penerapan pupuk hayati memberikan dampak yang signifikan terhadap perbaikan biologi tanah, serta pengurangan penggunaan pupuk anorganik. Patut dicatat bahwa pupuk semacam itu juga ramah lingkungan, terbukti dari penelitian yang dilakukan oleh Syam pada tahun 2008, Yopie dan Angkatan Laut pada tahun 2012, Sumarno et al. pada tahun 2012, dan Roidah pada tahun 2013.

Dalam budidaya tanaman, pupuk hayati berfungsi sebagai penyubur tanah, penyubur, dan penyedia nutrisi tanaman, yang pada akhirnya menyuburkan tanah yang selanjutnya menyuburkan tanaman

Tabel 6.1. Jenis pupuk hayati yang ada di Indonesia dan kandungan mikro organisme

Nama produk pupuk hayati	Kandungan mikroorganisme
Legin, Rhizobia ,Rhizo-plus	Bradyrhizobium, Sinorhizobium, Bacillus, Mikroccoccus
Emas	Azospirillum lipoverum, Azotobacter, Beijerinckia, Aeromonas punctata, Aspergillus niger

Ginon 100x	Bradyrhizobium japonicum
Biofer 2000-K	Jamur ektomikoriza
Biofer 2000-N	Jamur endomikoriza
E-2001	Azotobacter vinelandii, Clostridium pasterianum, Nitrosomonas, Nitrobacter, Ankia alni, Nostoc muscorum, Anabaena azollae

Sumber: hasil olahan penulis dari berbagai sumber

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Hussaini, 2013. Vermiculture bio- technology: An effective tool for economic and environmental sustainability, African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 7(2), pp. 56- 60,
- Danilo Rogayan Jr, Vermicompost and Vermicomposting [https:// www.researchgate.net/ publication](https://www.researchgate.net/publication/316988316) atau 316988316, May 2017.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta
- Mynaryati Azis, 2021. Pupuk Organik(pertanian. go. id) diunduh Mei 2023
- Permentan Nomor. 2/ Pert/ Hk. 060/ 2/ 2006,
- Ratnaningsih Ruhiyat, Dwi Indrawati, Etty Indrawati, Lailatus Siami. 2018“ Program kemitraan Masyarakat Kelompok Pemanfaat Kotoran hewan(Kohe) serta Kelompok Petani Organik(di Desa Ciboas serta Desa Cisondari, Kecamatan Pasir Jambu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat)” Empowerment: Jurnal Pengabdian Masyarakat, e- ISSN 2598- 2052 Vol. 01 No 01. 2018. 79- 88
- Roidah, I. S. 2013. Manfaat penggunaan pupuk organik buat kesuburan tanah. Jurnal Universitas Tulungagung, BONOROWO 1(1): 30- 42
- Salikin, K. A. 2003. Sistem Pertanian Berkelanjutan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Setyawaty, R. Wijaya. 2012. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman melon(Cucumis melo L.) terhadap kombinasi biodegradable super absorbent polymer dengan pupuk majemuk NPK di tanah miskin hara. J. Agrium. 17(3): 155- 162
- Sumarno, dan U. G. Kartasasmita. 2012. Kesiapan Petani Menggunakan Pupuk Organik pada Padi Sawah. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 31(3): 137- 144.
- Simanungkalit, P., J. Ginting, T. Simanungkalit. 2013. Reaksi pertumbuhan serta produksi tumbuhan melon(Cucumis melo L.) terhadap pemberian pupuk NPK serta pemangkasan buah. J. Agroekotek. 1(2): 238- 248.

- Subekti, K.(2015). Pembuatan kompos dari kotoran sapi(komposting).
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Supartha, I. N. Y., Wijana, G.& Andyana, G. M.(2012). Aplikasi jenis pupuk organik pada tumbuhan padi sistem pertanian organik. E Jurnal Agroekoteknologi Tropika, 1(2), 98- 106
- Syam, M. 2008. Padi Organik dan Tuntutan Peningkatan Produksi Beras. Jurnal Iptek Tanaman Pangan 3(1): 1- 8.
- Yopie, M., M. U. Harun, Munandar, R., Hayati, dan N. Gafa. 2012. Pemanfaatan bermacam tipe pupuk biologi pada budidaya tanaman jagung(Zea Mays. L) efisien hara di lahan kering marginal. Jurnal tanah suboptimal(1) 1: 31- 39.
- www.researchgate.net/publication/345978428_Mengenal_15_Jenis_Pupuk_Anorganik; diunduh tanggal 9 Mei 2023, jam 13. 00
- [https:// kandang. id/ mengenal- 5- jenis- pupuk- kandang- yang- baik/;](https://kandang.id/mengenal-5-jenis-pupuk-kandang-yang-baik/) diunduh tanggal 9 Mei 2023

BAB 11

KONSERVASI TANAH DAN AIR

Oleh Marten Umbu Nganji

11.1 Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang memiliki sumberdaya alam seperti tanah dan air yang melimpah. Tanah dan air merupakan unsur yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup (manusia, hewan, tumbuhan dan mikroorganisme). Kehidupan makhluk hidup mutlak membutuhkan tanah dan air untuk kelangsungan hidupnya. Namun, seringkali SDA tersebut tidak dimanfaatkan secara bijaksana yang berdampak pada kerusakannya. Selain itu, pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak sesuai dengan kemampuannya akan menimbulkan bencana alam yang merugikan makhluk hidup.

Saat ini, penggunaan sumberdaya tanah dan air oleh makhluk hidup (terlebih manusia) seringkali berlebihan sehingga di beberapa lokasi mengalami degradasi kesuburan tanah dan terjadinya kelangkaan air. Penurunan kualitas tanah dan air akan berdampak pada menurunnya produktivitas tanaman pertanian sehingga berdampak pula pada ketersediaan pangan masyarakat yang tidak tercukupi. Menurut Karyati & Sarminah (2018), penggunaan sumberdaya alam yang melampaui daya dukung lingkungan dan pemanfaatan yang tidak disertai usaha pelestarian tanah dan air akan menyebabkan lingkungan tidak seimbang.

Perlu dilakukan usaha untuk mempertahankan kondisi tanah yang subur dan ketersediaan air dalam tanah tetap tersedia. Usaha yang dapat dilakukan dalam mempertahankan kondisi tanah dan air yang berkualitas adalah tindakan konservasi tanah dan air.

Menurut Suripin (2002), dalam memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat dan menjaga keseimbangan lingkungan maka perlu dilakukan upaya pelestarian sumberdaya tanah dan air.

Teknologi konservasi tanah dan air merupakan suatu tindakan yang dilakukan oleh petani atau masyarakat untuk menjaga, mengawetkan atau melestarikan tanah dan air dengan tujuan untuk mempertahankan kualitas dan kuantitasnya. Menurut Arsyad & Rustiadi (2012) konservasi tanah adalah tindakan pemanfaatan tanah untuk kebutuhan manusia secara efisien tanpa merusak dan menjaga lingkungan. Selanjutnya menurut Rahyani & Agung (2017), menyatakan konservasi tanah dan air merupakan upaya-upaya yang dilakukan untuk mengendalikan dan meningkatkan produktivitas, jumlah, mutu tanah dan air. Secara umum definisi konservasi tanah adalah penggunaan bidang lahan sesuai dengan kemampuannya dan harus berdasarkan ketentuan yang dibutuhkan agar tidak terjadi degradasi tanah, sedangkan konservasi air merupakan pemanfaatan air hujan yang jatuh ke bumi sebaik-baiknya, dan mengatur waktu aliran sehingga meminimalisir terjadinya banjir serta menjaga ketersediaan air tanah pada musim kemarau (Karyati & Sarminah, 2018).

Teknologi konservasi tanah dan air dapat dilakukan dengan cara vegetatif maupun mekanik. Cara vegetatif merupakan teknik pengawetan tanah dan air dengan memanfaatkan tanaman penutup lahan untuk menahan laju aliran permukaan (*run off*) atau erosi yang disebabkan oleh aliran air hujan sehingga *top soil* atau tanah paling atas dari lapisan tanah tidak terbawa oleh air hujan ke dataran yang lebih rendah. Tanah yang terbawa akibat erosi tanah akan terjadi endapan yang biasa disebut sedimen. Cara vegetatif juga berfungsi untuk menghambat atau proses intersepsi air hujan yang jatuh ke bumi melalui tajuk, batang sampai akar tanaman dan selanjutnya akan masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi sehingga ketersediaan air dalam tanah tetap tersedia. Selain vegetatif, cara

yang bisa digunakan dalam proses konservasi tanah dan air adalah teknik mekanik, yaitu suatu usaha konservasi yang dilakukan dengan campur tangan manusia yaitu membuat bedengan, teras, rorak, dan metode mekanik lainnya. Menurut Wahyudi (2014), konservasi tanah adalah upaya mempertahankan kualitas tanah dengan teknik pembuatan bangunan mekanik di samping tanaman (vegetatif), agar tidak terjadi penurunan kualitas tanah dan penurunan kesuburan tanah serta produktifitas lahan.

11.2 Metode Vegetatif

Metode vegetatif adalah metode konservasi tanah dan air dengan menggunakan atau memanfaatkan tanaman penutup lahan sebagai penyangga degradasi kesuburan tanah. Degradasi kesuburan tanah tersebut dapat disebabkan oleh aliran air hujan di atas permukaan tanah dengan membawa lapisan tanah bagian atas dari dataran yang tinggi ke dataran yang lebih rendah. Kartasapoetra dkk. (2000) menyebutkan tanaman penutup tanah memiliki peran menjaga lapisan atas tanah dari daya pengrusakan oleh air hujan. Tanaman penutup tanah juga dapat memberi dan memperkaya bahan organik tanah serta memperbaiki pori-pori tanah.

Metode vegetatif merupakan metode yang secara sederhana dapat dilakukan karena dapat memanfaatkan tanaman umur panjang (pepohonan), tanaman legume maupun tanaman semusim dengan tujuan agar dapat mengikat partikel tanah secara kuat. Idjudin (2011) menyatakan bahwa tanaman leguminosa menjalar merupakan salah satu tanaman yang bisa dipakai sebagai tanaman penutup tanah, atau tanaman semusim dan tanaman tahunan sebagai tanaman yang digunakan untuk memperbaiki lahan yang terdegradasi.

Perlakuan metode vegetatif dapat dilakukan di lahan-lahan kritis dan wilayah penyangga misalnya lokasi yang rawan longsor, lahan pertanian tanaman pangan dan hortikultura dengan kelerengan 8 % s/d >45 %, dan daerah hulu Daerah Aliran Sungai.

Edison dkk. (2012) menyarankan untuk penerapan konservasi lahan secara vegetatif dilakukan pada wilayah bagian hulu berupa hutan produksi tegalan dan atau hutan produksi tanaman keras, sedangkan daerah hilir yaitu lahan tegalan.

Metode vegetatif secara umum memiliki fungsi untuk menjaga tanah dari bahaya erosi yang disebabkan oleh air hujan. Auliyani (2020) menyatakan tanah yang tererosi akan membentuk sedimen yang berdampak dangkalnya badan air, seperti sungai maupun waduk sehingga mempengaruhi kapasitas tampung air. Fungsi metode vegetatif yaitu; 1) menjaga tanah dari butir-butir hujan yang jatuh; 2) mengendalikan *run off* tanah; 3) Memperbaiki kapasitas infiltrasi tanah; 4) Memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologi tanah; 5) Meningkatkan masuknya air ke dalam tanah. Beberapa metode vegetatif yang dapat diterapkan dalam konsep KTA, yaitu: 1) tumpang gilir; 2) tumpang sari; 3) tanaman penutup tanah; 4) mulsa bahan hijauan.

11.2.1 Tumpang Gilir

Tumpang gilir merupakan suatu kegiatan bercocok tanam lebih dari satu jenis komoditas pertanian dalam suatu bidang lahan dengan ketentuan tanaman kedua akan ditanam apabila tanaman pertama sudah masuk fase berbunga atau telah dipanen. Tujuan tumpang gilir adalah meningkatkan intensitas pemanfaatan tanah dalam 1 tahun dan meningkatkan frekuensi tanaman (Karyati & Sarminah, 2018). Selain itu, bercocok tanam tumpang gilir juga dapat menjaga kestabilan kesuburan tanah dengan memanfaatkan sisa-sisa tanaman hasil panen atau bahan organik pada lahan tersebut. Menurut Prima dkk. (2021) tumpang gilir yang dilaksanakan sepanjang tahun akan meningkatkan intensitas tanam, sehingga bukan hanya produktivitas lahan yang ditingkatkan, tetapi juga merupakan tindakan konservasi vegetatif. Sistem tanam gilir dapat dilakukan dengan macam-macam komoditas, misalnya berupa padi-

palawija, padi-tumbuhan penutup tanah, atau palawija-tanaman penutup tanah.

11.2.2 Tumpang Sari

Tumpang sari merupakan kegiatan bercocok tanam dua atau lebih komoditas pertanian pada suatu lahan pertanian secara bersamaan. Selain meningkatkan produktivitas produk pertanian dan terdapat alternatif komoditas pertanian pada suatu lahan, tumpang sari juga merupakan tindakan konservasi tanah dan air. Konservasi tanah dan air yang dimaksud adalah memanfaatkan tanaman umur panjang sebagai penyangga tanah dan aliran permukaan sehingga humus atau bahan organik tanah tetap tersedia untuk pertumbuhan tanaman.

11.2.3 Tanaman Penutup Lahan

Tanaman penutup Lahan atau vegetasi lahan merupakan tanaman atau tumbuhan yang tumbuh pada suatu lahan tertentu, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang melalui proses budidaya. Keberadaan tanaman penutup tanah dapat membantu proses konservasi tanah dan air secara langsung karena dapat menghambat erosi dan menjaga kestabilan agregat tanah. Karsapoetra dkk. (2000) menjelaskan tanaman penutup tanah dibagi menjadi tanaman penutup tanah tinggi seperti tanaman pelindung; tanaman penutup tanah sedang seperti semak; tanaman penutup tanah rendah, seperti rumput-rumputan dan tanaman merambat; tumbuhan rendah alami seperti semak belukar; dan gulma.

11.2.4 Pemakaian Mulsa

Mulsa dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu anorganik (mulsa plastik) dan organik. Mulsa anorganik merupakan produk yang dihasilkan oleh pabrik dalam bentuk plastik yang biasa digunakan petani untuk menutupi bidang tanah atau bedengan

dengan keperluan budidaya tanaman pertanian. Mulsa organik merupakan sisa tanaman hasil pembersihan tanaman atau limbah produk organik yang diberikan atau ditebarkan di atas permukaan tanah atau bagian tanaman pertanian. Pemberian mulsa pada lahan merupakan salah satu cara konservasi dengan tujuan untuk melindungi tanah dari aliran permukaan, menahan atau menghambat laju aliran permukaan, menjaga kadar air tanah, meningkatkan konsentrasi bahan organik tanah, menekan pertumbuhan gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Menurut Karyati & Sarminah (2018) kegiatan pemulsaan memiliki beberapa keuntungan dalam upaya konservasi, yaitu: 1) menjaga agregat tanah; 2) menghambat volume dan kecepatan aliran permukaan; 3) meningkatkan porositas dan agregasi tanah; 4) meningkatkan konsentrasi bahan organik tanah; 5) menjaga suhu dan kelembaban tanah; 6) mengendalikan pertumbuhan gulma. Hasil penelitian Widawaty dkk. (2016) menyatakan dosis terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiate* (L.) dengan potensi hasil sebesar 1,42 ton/ha maka dibutuhkan kombinasi 25 kg/ha pupuk Urea, 37,5 kg/ha pupuk TSP, 25 kg/ha pupuk KCl dan 12 ton/ha mulsa alang-alang.

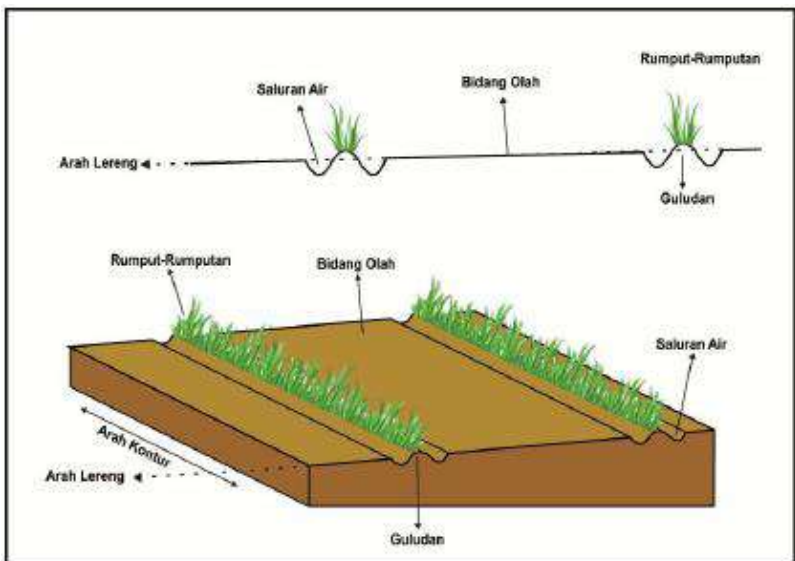
11.3 Metode Mekanik

- a. Konservasi tanah dan air secara mekanik adalah kegiatan-kegiatan mekanis yang diaplikasikan pada lahan pertanian dan non-pertanian dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya erosi, dan meningkatkan kemampuan penggunaan lahan. Fungsi metode mekanik diantaranya: 1) menahan laju *run off*; 2) mengurangi *run off* sehingga tidak merusak; 3) meningkatkan laju infiltrasi dan memperbaiki keseimbangan udara dalam tanah; 4) meningkatkan ketersediaan air untuk tanaman (Karyati & Sarminah, 2018). Beberapa metode mekanik dalam penerapan konservasi

tanah dan air, yaitu: teras datar, teras kredit, teras pematang, teras bangku, rorak, *water planting*, bendungan pengendali (*check dam*)

11.3.1 Teras Datar

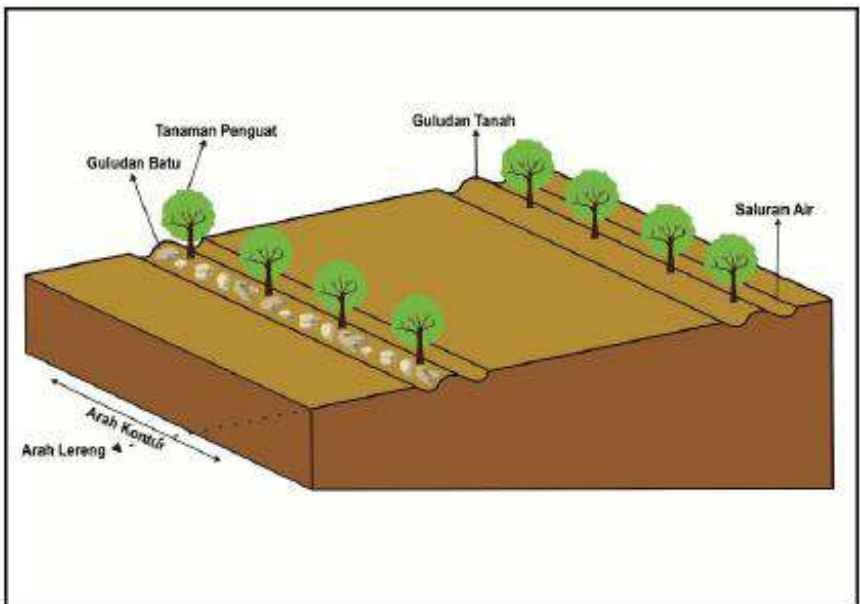
Penterasan merupakan suatu upaya yang dilakukan masyarakat untuk memperdek lereng dan sebagai upaya untuk menghambat laju erosi tanah. Menurut Rossa (2021) teras merupakan salah satu cara dari metode mekanik dalam upaya pencegahan erosi. Salah satu teras yang di biasa digunakan adalah teras datar. Menurut Karyati & Sarminah (2018) teras datar biasanya dibuat pada lahan dengan kemiringan $<3\%$ untuk menahan dan menyerap air. Teras datar sejajar garis kontur dengan guludan yang diberi saluran di bagian kiri dan kanan guludan. guludan yang dibuat sebaiknya ditanami rumput dengan tujuan memperkuat guludan tersebut. Adapun model teras datar dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Sketsa Teras Datar
(Sumber: Karyati & Sarminah, 2018)

11.3.2 Teras Kredit

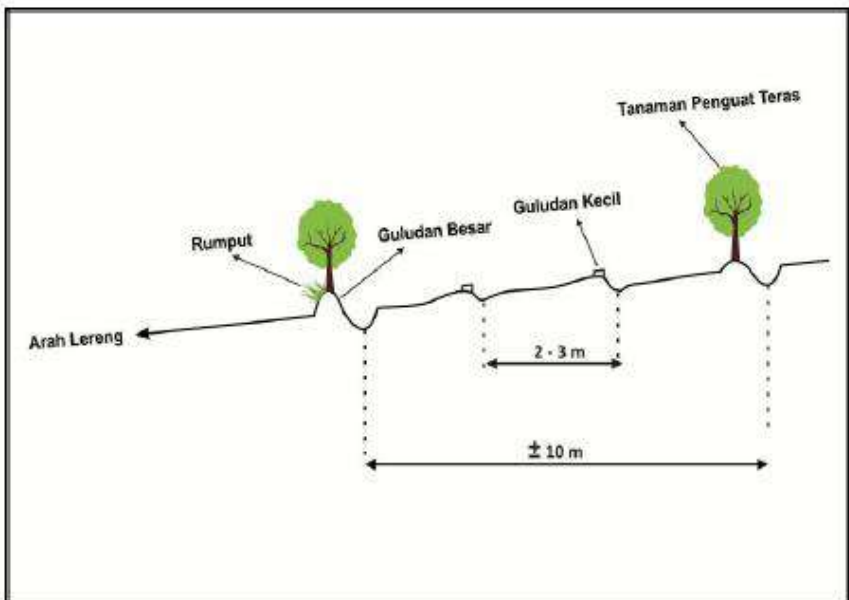
Teras kredit dibuat searah garis kontur dan memotong lereng. Teras kredit biasanya dibuat pada tanah-tanah dengan kelerengan 3-10% dengan tujuan menjaga lahan dari degradasi kesuburan tanah. Pembuatan teras kredit harus dibarengi pembuatan guludan keras yang ditanami tanaman pepohonan (umur panjang) misalnya lamtoro dan pohon jenis lainnya. Jalur tanaman teras diharapkan dapat menahan sedimen hasil erosi sehingga proses erosi akan berhenti apabila tanah bidang olahan menjadi datar (Karyati & Sarminah, 2018).



Gambar 2. Sketsa Teras Kredit
(Sumber: Karyati & Sarminah, 2018)

11.3.3 Teras Pematang/Guludan

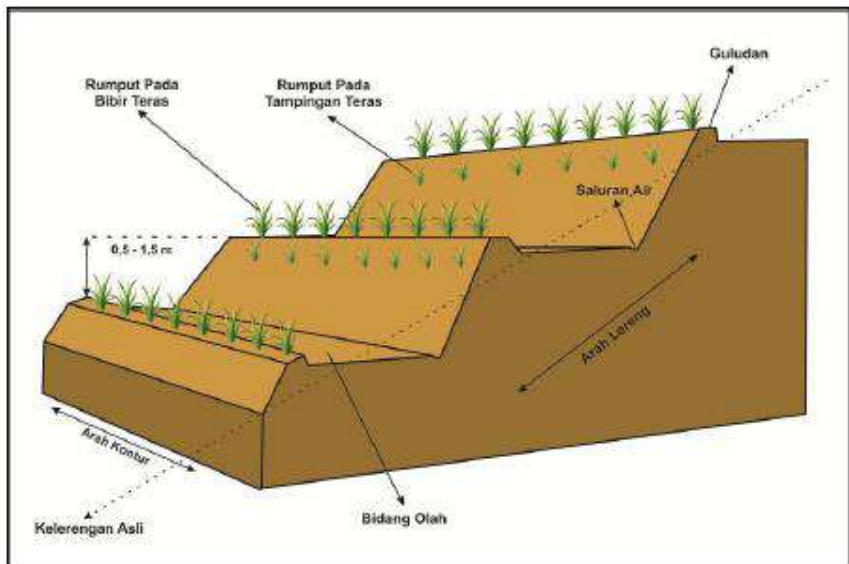
Teras pematang merupakan teras yang dibuat berbentuk pematang, dibuat sejajar garis kontur dan memotong lereng. Pematang berderetan dari atas ke bawah dengan kemiringan sekitar 0,1% ke arah saluran pembuangan air atau datar bila tanahnya bertekstur lepas serta tinggi terhadap daya serap air. Puncak guludan diupayakan untuk tidak dilewati air, karena guludan mudah rusak atau bobol. Teras pematang dibuat pada lahan dengan kemiringan lereng 10-40% untuk mencegah hilangnya lapisan tanah. Pada kemiringan lereng 20-40% diharuskan untuk ditanami tanaman penguat pematang seperti rumput atau pemberian batu. Biasanya 10 meter adalah jarak antar pematang, sedangkan besaran saluran air tergantung pada luas bidang olah teras dan atau letak saluran pembuangan (Karyati & Sarminah, 2018).



Gambar 3. Sketsa Teras Pematang/Guludan
(Sumber: Karyati & Sarminah, 2018)

11.3.4 Teras Bangku

Teras bangku biasanya diperuntukkan pada lahan dengan kemiringan 10-30%. Tujuannya adalah mencegah hilangnya *top soil* dan *sub soil* tanah akibat erosi. Teras bangku dibuat dengan arah sejajar kontur atau memotong lereng, selanjutnya tanah bagian bawah diratakan sehingga menjadi suatu deretan bentuk bangku. Teras bangku adalah bidang datar atau hampir datar yang miring ke sebelah dalam sekitar 3%. Bidang tersebut dibatasi oleh bidang tegak dengan kemiringan 2:1 agar air permukaan tidak mengalir ke arah tepi teras. Pematang dibuat pada tepi teras dengan ukuran lebar 20 cm dan tinggi 30 cm, teras tersebut ditanami tanaman penguat seperti lamtoro, kaliandra atau rumput untuk pakan ternak (Karyati & Sarminah, 2018).



Gambar 4. Sketsa Teras Kredit
(Sumber: Karyati & Sarminah, 2018)

11.3.5 Rorak

Sistem rorak merupakan teknik konservasi tanah dan air secara mekanis yang berperan untuk menahan sedimen dan menampung lapisan atas tanah yang hanyut terbawa oleh proses *run off* (Pratiwi & Salim, 2013). Pembuatan rorak ditujukan untuk memperbesar peresapan air ke dalam tanah dan menampung tanah yang tererosi. Pada lahan kering beriklim kering, rorak berfungsi sebagai pemanen air hujan dan aliran permukaan. Panjang rorak dibuat sejajar kontur atau memotong lereng, jarak ke samping antara satu rorak dengan rorak lain berkisar antara 100-150 cm, sedangkan jarak horizontal berkisar antara 20 m pada lereng yang landai dan agak miring sampai 10 m pada lereng yang lebih curam (Dariah dkk., 2004).

11.3.6 Pemanenan Air Hujan (*Water Planting*)

Kegiatan pemanen air hujan merupakan teknik konservasi air dengan cara membuat lubang resapan atau sumur resapan sederhana maupun semi parmanen pada area aliran air hujan pada lahan dengan topografi yang miring. Lubang resapan ini dibuat dengan ukuran yang berbeda-beda berdasarkan kebutuhan. Biasanya, lubang resapan ini dibuat dengan ukuran lebar 2 meter dan panjang 2 meter serta kedalaman 1-2 meter. *Water planting* bisa dalam bentuk sederhana berupa galian biasa tanpa penambahan pasangan tembok maupun semi parmanen dengan ketentuan setiap dinding galian harus diberi pasangan tembok agar kokoh dari terjangan aliran air dan bagian atas harus ditutup kawat bronjong atau sejenisnya untuk menjaga sampah plastik tidak ikut

masuk dalam lubang tersebut. Tujuan pembuatan *water planting* adalah untuk menampung aliran air hujan yang mengalir dari dataran tinggi ke dataran rendah sehingga air hujan tidak mengalir begitu saja dan pada akhirnya bermuara ke laut yang tidak dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup, akan tetapi air hujan masuk kembali ke dalam tanah (terinfiltrasi) dengan bantuan semur resapan tersebut sehingga menambah ketersediaan air dalam tanah dan berpotensi untuk munculnya sumber air baru yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup.

11.3.7 Bendungan Pengendali (*check dam*)

Bendungan pengendali (*check dam*) merupakan metode konservasi air yang dimanfaatkan untuk menampung aliran air hujan yang dibuat dengan konstruksi khusus pada daerah berbukit dengan kemiringan di bawah 30 %. Pembuatan check dam tidak lebih dari 150 ha dan tinggi bendungan tanggul maksimal 10 meter. Bendungan yang dibuat harus mempunyai cekungan dengan daya tampung air besar. Beberapa keuntungan check dam yaitu: 1) dapat tersedianya air pada musim kering; 2) memperbanyak areal persawahan dengan memanfaatkan fungsi saluran pembagi menjadi saluran irigasi; 3) dapat digunakan sebagai sarana perikanan; 4) dapat meningkatkan nilai keindahan wilayah tersebut (Karyati & Sarminah, 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Auliyani, Diah. 2020. Upaya Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Pertanian Dataran Tinggi di Sub-Daerah Aliran Sungai Gandul. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Juli 2020, Vol. 25 (3): 382-387
- Arsyad, S. & Rustiadi, E. 2012. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan*. Badan Penerbit Crestpent Press dan Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta
- Dariah, A. Haryati, U., & Budhyastoro, T. 2004. *Teknologi Konservasi Tanah Mekanik; Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Pertanian Berlereng*. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak). Jawa Barat
- Edison, Bisri, M. & Suhartanto, E. 2012. Studi Teknologi Konservasi untuk Menurunkan Laju Erosi pada Sub DAS Sombe Lewara Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2): 204–210
- Idjudin, A.A. 2011. Peranan Konservasi Lahan dalam Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(2): 103-116
- Kartasapoetra, G., Kartasapoetra, A.G. & Sutedjo, M.M. 2000. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Rineka Cipta. Jakarta
- Karyati & Sarminah. 2018. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Mulawarman University Press. Samarinda
- Pratiwi. & Salim, A. G. 2013. Aplikasi Teknik Konservasi Tanah dengan Sistem Rorak Pada Tanaman Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) di KHDTK Carita, Banten. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, Vol. 10, No. 3. 273-282
- Prima, J., Rumambi, D.P., & Kamagi, Y. E. B. 2021. Identifikasi Teknik Konservasi Tanah dan Air di Kawasan Persawahan untuk Menunjang Pengembangan Agrowisata Kabupaten Minahasa Tenggara. *In COCOS*, Vol. 6, No. 6

- Rayhani, R. N., & Agung R. 2017. Konservasi Tanah dan Air pada Tanah Terdegradasi di Lahan Kapus II UIN Sunan Gunung Djati Bandung. *Agroteknologi*, UIN SGD Bandung, Juni 2017
- Rossa. 2021. Penerapan Konsep Bukit Berteras Dengan Kombinasi Tanaman Campuran. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol. 16, No. 1, hal. 29-36
- Suripin. 2002. Pengelolaan Sumber Daya Tanah dan Air. Andi. Yogyakarta
- Wahyudi. 2014. Teknik Konservasi Tanah serta Implementasinya pada Lahan Terdegradasi Dalam Kawasan Hutan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Volume 6, Nomor 2, Juni 2014 Hal. 71-85
- Widawaty, I.F., Armaini & Silvina, F. 2016. Pengaruh Pemberian Mulsa Alang-alang dan Pupuk Urea, TSP, KCl pada Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta Unri*, 3(2): 1-13

BAB 12

SURVEY TANAH

Oleh John Bimasri

12.1. Pendahuluan

Tanah adalah sumberdaya alam yang memiliki peranan dan manfaat yang sangat dominan bagi makhluk hidup dan lingkungan. Tanah berperan sebagai habitat makhluk hidup, sebagai tempat akar tanaman tumbuh dan berkembang, serta berfungsi sebagai media dalam bidang konstruksi. Memahami sifat-sifat tanah dan respon tanah terhadap penggunaannya menjadi sangat penting agar pemanfaatan tanah untuk berbagai kepentingan manusia sesuai dengan kelayakan dan peruntukannya. Kondisi tanah disuatu wilayah apabila dibandingkan dengan kondisi tanah pada wilayah lain akan terlihat adanya pembeda baik dalam hal warna, keadaan fisik, serta gambaran horizon pada profilnya. Perbedaan yang ada pada masing-masing tanah mengakibatkan terjadinya perbedaan terhadap kemampuan tanah untuk pemanfaatan tertentu baik disektor pertanian maupun untuk kebutuhan lainnya.

Setiap wilayah memiliki jenis tanah yang berbeda dengan kondisi sifat dan daya dukung tanah yang berbeda terhadap masing-masing kegunaan yang dibutuhkan. Survei tanah merupakan serangkaian tahapan pekerjaan yang dilakukan untuk menentukan karakteristik suatu tanah. Hasil dari pelaksanaan survei tanah bermanfaat untuk menduga sifat dan karakter tanah bagi pemanfaatan lahan secara potensial, serta untuk mengetahui respon tanah terhadap aktifitas kegiatan yang dilakukan di atasnya. Guna mengetahui secara lebih rinci dan lebih spesifik tentang karakteristik dan potensi tanah dapat dilakukan dengan melakukan survei tanah. Hasil yang didapatkan dari pelaksanaan survei tanah disajikan dalam

bentuk peta tanah yang dilengkapi dengan berbagai informasi dan petunjuk yang dikenal dengan legenda, serta laporan hasil survei. Di dalam peta tanah hasil survei tanah menampilkan beberapa informasi seperti jenis tanah, sebaran lokasi tanah, serta luas masing-masing jenis tanah. Penjelasan tentang informasi tanah yang penting ditampilkan dalam bentuk legenda peta tanah. Laporan hasil survei tanah memuat latar belakang dan tujuan pelaksanaan survei, metode apa yang digunakan dalam survei, serta menyajikan semua informasi hasil dari interpretasi tentang tanah yang terdapat pada tanah di wilayah yang disurvei. Interpretasi terhadap tanah merupakan dugaan terhadap sifat dan karakteristik tanah terhadap tanggapan dari beragam pemanfaatan masing-masing jenis tanah, serta tanggapan tanah akibat dari pengelolaannya.

12.1.1. Pengertian Survei Tanah

Karakteristik yang ada pada suatu tanah tidak hanya ditentukan oleh tanah itu sendiri. Sifat tanah selalu beririsan dengan faktor-faktor lain disekelilingnya seperti kondisi meteorologi, keadaan lereng, hidrologi, bahan asal tanah, serta faktor-faktor yang lain. Membedakan antara satu tanah dengan tanah lainnya dibutuhkan suatu rangkaian kegiatan yang harus dilakukan yang dikenal dengan istilah Survei Tanah. Survei tanah dapat diartikan sebagai pengamatan tentang tanah yang dilakukan secara sistematis yang menggunakan metode tertentu serta didukung dengan berbagai informasi dari berbagai sumber yang relevan. Survei tanah dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap tanah secara sistematis untuk mendiskripsikan, mengelompokkan, serta memetakan tanah yang berada di wilayah tertentu.

Dikemukakan juga oleh Rosister (2000), bahwa survei tanah merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mendiskripsikan pola

penutupan tanah dan karakteristik tanah serta disajikan ke dalam bentuk yang memungkinkan untuk dimengerti dan diinterpretasi oleh semua kalangan yang membutuhkan. Dijelaskan oleh Soil Survei Staff (1993), bahwa survei tanah berfungsi untuk menggambarkan sifat dan ciri tanah di suatu wilayah dengan mengelompokkannya berdasarkan cara pengelompokan yang baku. Dapat disimpulkan bahwa survei tanah (*Soil survey*) merupakan kegiatan penelitian yang dilakukan di lapangan guna mengidentifikasi, dan karakterisasi, serta melakukan evaluasi terhadap suatu tanah atau lahan pada suatu lokasi yang dilengkapi informasi dari hasil analisis laboratorium. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan survei tanah adalah adanya perbedaan dalam pemanfaatan tanah, bagaimana jenis pengelolaan yang dilakukan yang dapat mempengaruhi tanah. Hasil survei tanah berupa berbagai informasi yang dapat digunakan untuk perencanaan pengembangan pemanfaatan tanah, serta untuk evaluasi dan prediksi terhadap dampak pemanfaatan tanah terhadap lingkungan. Hasil survey tanah mampu memberikan gambaran terhadap potensi yang terdapat pada tanah yang bersangkutan, informasi yang didapatkan digunakan untuk perencanaan dalam pemanfaatan tanah secara rasional. Agar mudah membaca sebaran tanah, setiap peta di beri simbol dan menggunakan warna yang berbeda, dan tiap simbol yang digunakan disajikan secara sistematis pada legenda peta. Informasi yang ada pada peta tanah ditentukan oleh skala, sehingga atas dasar skalanya peta memiliki nama atau jenis yang berbeda. Pelaksanaan survei tanah dilakukan sesuai dengan skala yang ditentukan, semakin besar skala yang ditetapkan maka akan semakin kompleks jenis dan jumlah komponen yang diamati dalam luasan tertentu.

12.1.2. Tujuan Survei Tanah

Dilaksanakannya survei tanah bertujuan untuk mengumpulkan semua informasi yang penting pada masing-masing jenis tanah mengenai pemanfaatannya maupun sifat dan ciri lainnya agar bisa ditetapkan pemanfaatannya. Survei tanah juga ditujukan pada penyajian ulasan tentang peta tanah yang dapat diinterpretasikan oleh pihak-pihak yang membutuhkan informasi tentang tanah. Tujuan utama dari pelaksanaan survei tanah adalah untuk mengenal dan identifikasi bagian tanah secara 3 dimensi yang mengandung makna penting untuk berbagai macam kebutuhan, serta untuk menetapkan batas distribusi secara geografi jenis-jenis tanah di dalam peta tanah.

Hasil survei menghasilkan peta tanah yang rinci memuat semua informasi tentang tanah yang dapat diinterpretasi untuk bermacam keperluan tanpa harus dilakukan survei kembali untuk menentukan permasalahan yang muncul di waktu yang akan datang. Agar mampu mewujudkan maksud dari pemanfaatan tanah, maka tujuan survei tanah wajib menggunakan prinsip survei tanah yang baik dan benar termasuk dalam hal ini adalah dalam penentuan skala survei, skala peta, intensitas pengamatan, serta bentuk pelaporan. Terdapat 2 strategi yang dapat digunakan dalam melakukan survei tanah berdasarkan tujuannya, yaitu survei tanah untuk tujuan umum dan bertujuan khusus.

1. Survei Tanah Umum

Survei tanah secara umum ditujukan untuk memberikan informasi dan data yang dapat digunakan sebagai informasi untuk menginterpretasi yang dapat digunakan pada berbagai penggunaan baik saat ini maupun penggunaan dimasa yang akan datang yang

belum diketahui. Skala peta yang digunakan untuk tujuan umum ini didasarkan atas kondisi dari morfologi tanah yang bersangkutan. Pelaksanaan survei tanah untuk tujuan umum ini biasanya cocok dilakukan pada tanah-tanah yang memiliki bentuk lapisan yang seragam, berasal dari batuan induk yang sama dan dipengaruhi oleh faktor luar yang sama. Tanah yang diklasifikasikan dari hasil survei tanah umum ini mempunyai persamaan dan seri tanahnya serta merupakan survei yang berguna untuk tujuan umum serta sebagai landasan dalam pelaksanaan penelitian yang berhubungan dengan tanah maupun tumbuhan.

Survei tanah yang bertujuan umum ini terdiri dari penyusunan peta pedologi yang menampilkan penyebaran jenis tanah yang ditetapkan berdasarkan morfologi sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang diperoleh baik dari lapangan maupun atas dasar hasil analisa di laboratorium. Peta tanah yang dihasilkan dari survei yang bertujuan umum ini dapat dimanfaatkan sebagai pedoman dalam melakukan interpretasi selanjutnya. Peta tanah dapat digunakan sebagai dasar untuk evaluasi lahan dengan memadukan antara faktor fisik tanah, kondisi sosial dan ekonomi yang berhubungan. Survei tanah secara umum sangat cocok dilakukan pada daerah yang masih alami, dimana sebagian informasi kondisi fisik ekologiinya belum terinformasi dengan lengkap. Rung lingkup pemanfaatan lahan sangat bervariasi baik pemanfaatan di bidang pertanian maupun selain pertanian, sehingga informasi mengenai tanah wajib tersedia sebelum ditentukan tentang tujuan pemanfaatan yang terbaik. Survei jenis ini akan berguna apabila menggambarkan data tentang wilayah serta pemanfaatannya serta potensi pengembangannya, sehingga pemanfaatan untuk kebutuhan yang lain dapat ditentukan.

2. Survei Tanah Khusus

Survei tanah yang dilakukan bertujuan khusus dilakukan bila tujuan awal surveinya telah ditentukan dahulu dan bersifat khusus. Contoh berbagai survei tanah dengan tujuan khusus antara lain: survei tanah untuk pembangunan sarana pengairan, untuk reklamasi lahan, atau survei untuk penggunaan tanah menjadi lahan pertanian dengan jenis tanaman yang telah ditentukan. Pelaksanaan survei tanah dengan tujuan khusus dilakukan dengan menetapkan secara jelas tujuannya, dimana sifat dan ciri tanah telah diketahui sehingga dapat dilakukan pemetaan dengan jalan pendugaan serta menyimpulkan ciri-ciri yang diketahui. Namun apabila sulit dilaksanakan, maka dapat dilakukan dengan pengamatan secara Grid yang dilanjutkan dengan melakukan analisa tanah.

Survei tanah dengan tujuan khusus memiliki kelemahan karena tidak dapat digunakan untuk semua kebutuhan. Survei tanah khusus dilakukan hanya untuk tujuan tertentu, misalnya untuk perkebunan kelapa karet, sehingga hasil survei tidak bisa dimanfaatkan bila untuk kebutuhan pembukaan kebun kopi atau tanaman lainnya. Sehingga apabila dibutuhkan untuk keperluan yang lain harus dilakukan survei lanjutan agar didapatkan informasi yang dibutuhkan.

12.2. Pendekatan dalam Survei Tanah

Pelaksanaan survei tanah dilakukan dengan menggunakan berbagai pendekatan seiring dengan semakin berkembangnya metode dan teknologi yang tersedia. Beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam pelaksanaan survei tanah antara lain dengan:

1. Menggunakan citra satelit dengan penginderaan jarak jauh, penggunaan citra satelit ini hasilnya mirip dengan

penggunaan foto udara yang dapat dimanfaatkan dalam penyusunan awal peta dasar serta mengklasifikasikan tingkat penutupan tanah.

2. Pemanfaatan *Global Positioning System* (GPS) yang dapat menentukan koordinat secara tepat, dan dapat digunakan untuk pemetaan di bawah permukaan. Saat ini juga telah berkembang menjadi model elevasi digital (DEM) yang dapat digunakan untuk menduga karakteristik suatu wilayah.
3. Penggunaan geostatistik dan teknik interpolasi data.
4. Pemanfaatan *Sistem Informasi Geografis* (GIS) yang dapat digunakan untuk penyimpanan data, melakukan transformasi, untuk analisis wilayah, serta dapat juga digunakan untuk pembuatan peta tanah atau peta wilayah.

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan keadaan tutupan lahan maupun potensi sumberdaya lain yang ada di dalam tanah dapat dipersepsikan dalam bentuk spasial yang hasilnya lebih akurat dibandingkan hasil pelaksanaan survei yang dilakukan secara manual. Metode-metode survei yang tersedia saat ini mampu memberikan informasi langsung pada posisi pengamatan yang dikuantifikasi berbeda dengan menggunakan satuan taksonomi heirarki yang digunakan klasifikasi tanah tradisional.

12.2.1. Ruang Lingkup Survei Tanah

Pelaksanaan survei tanah mencakup beberapa kegiatan, yaitu:

1. Deskripsi Sifat Dan Ciri Tanah Pada Suatu Wilayah

Tanah merupakan objek dari survei, maka karakteristik tanah mesti ditelaah secara mendalam dengan tujuan untuk memberikan gambaran tentang tanah yang

terdapat disuatu wilayah. Cara yang paling mudah dalam pemetaan atau pengenalan tanah adalah dengan berpedoman pada kondisi geomorfologi dan kondisi lainnya. Hasil dari survei tanah harus menampilkan gambaran yang rinci dari tanah yang ada pada suatu wilayah. Pelaksanaan survei tanah dilaksanakan dilapangan dengan melakukan pengamatan terhadap penampang melintang tanah (profil) dan pengamatan profil mini, melakukan pengeboran tanah, pengamatan terhadap singkapan tanah, serta mengamati jalan atau teras berdasarkan pedoman yang ada. Rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam survei tanah diikuti dengan pengambilan sampel tanah untuk dianalisa di laboratorium.

2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tata Cara Klasifikasi Yang Baku

Pengklasifikasian tanah dalam survei tanah bertujuan untuk melakukan korelasi tanah yang terdapat suatu wilayah terhadap tanah yang ada di wilayah lainnya, serta melakukan pembakuan pemetaan tanah dari setiap wilayah yang telah disurvei. Pengklasifikasian tanah secara baku dapat mengacu pada sistem klasifikasi internasional, nasional ataupun sistem klasifikasi lokal. Korelasi tanah bertujuan untuk lebih mengefisienkan supaya transfer teknologi menjadi lebih efisien. Hasil yang di dapat dari pelaksanaan survei di suatu wilayah dapat digunakan untuk melakukan survei di wilayah lain. Beberapa kemungkinan dapat terjadi mengingat wilayah antar pulau, antar benua dengan kondisi geografi yang sangat luas akan ditemukan beberapa kondisi tanah yang sama, sehingga pengalaman survei disuatu wilayah dapat digunakan untuk melakukan survei untuk tanah dengan jenis yang sama di wilayah lain.

3. Delinasi Batas Tanah Dalam Peta

Perbedaan jenis tanah digambarkan berbeda pada peta tanah, yang menunjukkan posisi geografis tanah sehingga dapat dijadikan pedoman bagi penggunaan lahan. Kegiatan delinasi batas tanah ini merupakan gambaran dari bentuk satuan geografis dalam sebuah peta pada dasar yang umumnya berasal dari peta topografi maupun dari mozaik foto, yang tiap satuan peta diberi tanda atau simbol. Tiap simbol diuraikan secara jelas yang disajikan dalam legenda peta. Di dalam legenda suatu peta tanah juga menyajikan berbagai informasi mengenai sifat dan ciri tiap jenis tanah yang tercantum dalam satuan peta.

4. Interpretasi Survei Tanah

Inti dari kegiatan survei tanah adalah suatu kegiatan yang tertuju kepada persoalan dalam memanfaatkan tanah. Interpretasi pada survei tanah bila diartikan secara sempit adalah pemanfaatan informasi tentang tanah guna menduga sifat yang ada pada tanah yang bertujuan untuk penggunaan tanah. Apabila dijabarkan dalam arti luas dapat dikatakan sebagai evaluasi lahan, karena mencakup karakteristik lahan yang terdiri dari kondisi iklim, pemanfaatan lahan, topografi, serta informasi lainnya. Interpretasi survei tanah selain dapat dilakukan oleh ahli survei tanah, juga dapat dilakukan oleh ahli lainnya secara bersamaan. Sebab dalam survei tanah aktifitas yang dilakukan selain mengidentifikasi tanah juga melakukan inventarisasi informasi mengenai karakter lahan lainnya yang berguna dalam melakukan pendugaan.

12.3. Perkembangan Survei Tanah

Adanya kegiatan survei tanah diawali di negara Amerika pada tahun 1899, saat itu survei tanah merupakan salah satu kegiatan riset yang berhubungan dengan lahan-lahan untuk digunakan sebagai lahan pertanian. Disamping itu survei tanah pada awalnya di Amerika juga ditujukan pada kegiatan penelitian yang berhubungan dengan kondisi iklim yang berkaitan dengan bahan-bahan anorganik. Survei tanah terus mengalami perkembangan seiring dengan terjadinya kebutuhan dalam melakukan pengklasifikasian tanah, serta berkembangnya metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei.

Awal perkembangan survei tanah di Indonesia ditandai dengan didirikannya *Laboratorium Voor Agrogeologie en Grondonderzoek* di tahun 1883. Kegiatan survei tanah di Indonesia sudah dimulai sejak zaman kolonial Belanda di Indonesia, tetapi pengkajian secara intensif terhadap tanah-tanah yang terdapat di Indonesia dimulai baru pada tahun 1905. Tahun 1912 dilaporkan bahwa telah dilakukan deskripsi mengenai topografi dan geologi pada wilayah pantai di Sumatera Barat, dan di Sumatera dilakukan survei tanah di wilayah Sumatera Selatan pada lingkup agrogeologi menggunakan skala 1:200.000. Sejak tahun 1930 kegiatan survei tanah dilakukan untuk wilayah pulau Jawa dan Madura yang diperuntukkan bagi sektor pertanian dan industri batu bata, genteng, serta untuk kebutuhan infrastruktur berupa jalan umum dan jalur kereta api.

Sejak tahun 1955 dilakukan survei untuk keseluruhan wilayah di Indonesia yang dilaksanakan oleh Balai Penelitian Tanah menggunakan skala 1:1.000.000 yang ditujukan untuk kebutuhan bidang pertanian. Khusus di Pulau Jawa dan Madura dilakukan survei dengan skala yang lebih detail (1:250.000) yang bertujuan untuk perencanaan pemanfaatan lahan, rehabilitasi tanah serta menyusun

rekomendasi pemberian pupuk. Selanjutnya dari rentang waktu antara tahun 1979 sampai 1986 kegiatan survei di Indonesia dilakukan untuk pengembangan wilayah transmigrasi. Dilanjutkan dengan kegiatan *Land Resources and Evaluation Planing* tahap pertama yang dilakukan antara tahun 1985 sampai 1990, dan dilanjutkan pada tahap ke dua antara tahun 1991 sampai 1997. Kegiatan survei di Indonesia dilakukan untuk menentukan kebijakan dalam pembangunan sektor pertanian secara umum.

Semenjak tahun 1957 pengklasifikasian tanah yang digunakan di Indonesia berdasarkan sistem klasifikasi tanah Dudal dan Suprptohardjo, tetapi sejak tahun 1961 dilakukan perubahan oleh Suhadi dan Soeprptocharjo dengan menggunakan skala yang lebih besar. Setelah dilakukan kongres Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI) ke sebelas, sistem klasifikasi tanah diperkenalkan menggunakan sistem yang baru dengan menambahkan uraian tanah sampai pada level *great group*. Guna memenuhi kebutuhan survei dan pemetaan tanah untuk daerah transmigrasi, diterbitkan pedoman tentang jenis dan macam tanah di Indonesia oleh Pusat penelitian Tanah, yang penamaan beberapa jenis serta macam tanah mengacu pada sistem FAO-UNESCO yang disesuaikan dengan keadaan di wilayah Indonesia. Setelah dilaksanakannya konggres HITI ke empat yang diselenggarakan di Kota Medan Sumatera Utara di bulan Desember 1989, disepakati untuk survei serta pelaksanaan penelitian tanah yang dilakukan di Indonesia menggunakan Sistem Taksonomi Tanah. Sampai pada tahun 2004 hampir separoh wilayah di Indonesia, khususnya di wilayah Indonesia bagian Barat telah berhasil di petakan.

12.4. Peran Survei Tanah

Survei tanah dapat berperan sebagai sumber informasi mengenai potensi sumberdaya alam khususnya mengenai sifat serta faktor pembatas tanah yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Informasi yang didapatkan dari kegiatan survei tanah sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan untuk pengembangan sumberdaya alam yang dapat digunakan untuk sektor pertanian atau nonpertanian sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal dan berkelanjutan. Masing-masing tanah memiliki informasi mengenai sifat dan faktor pembatas yang berbeda yang berkaitan dengan tujuan tertentu. Informasi yang diperoleh dari survei tanah sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan untuk mengembangkan potensi sumberdaya alam yang ada, yang akan digunakan untuk pengembangan sektor pertanian maupun sektor lainnya sehingga tanah yang ada dapat dimanfaatkan dengan optimal secara berkelanjutan.

Masing-masing tanah memiliki sifat dan ciri serta faktor pembatas yang berbeda, yang pada gilirannya akan mempengaruhi potensi dan kemampuan tanah yang bersangkutan. Dalam memanfaatkan potensi masing-masing tanah dibutuhkan tindakan yang berbeda pada masing-masing jenis tanah. Sebagai contoh, dalam mengambil keputusan mengenai tindakan konservasi atau rehabilitasi lahan, dibutuhkan data dan informasi yang akurat tentang sifat dan ciri tanah serta tingkat kesesuaian tanahnya. Dalam melakukan tindakan konservasi yang akan menggunakan metode vegetatif dengan penanaman jenis tanaman tertentu, agar tanaman yang ditanam dapat tumbuh dengan baik maka dibutuhkan informasi yang didapatkan dari kegiatan survei tanah yang akurat guna meminimalkan kegagalan. Akurasi data yang diperoleh dan disajikan dari pelaksanaan survei tanah akan sangat berpengaruh terhadap akurasi keputusan yang diambil dalam mengembangkan sumberdaya alam yang ada. Upaya yang dapat dilakukan untuk

memperoleh data dan informasi yang akurat, dibutuhkan teknik serta metode yang tepat dan dilaksanakan dengan benar.

12.5. Pelaksanaan Survei Tanah

Kegiatan survei tanah merupakan kegiatan yang membutuhkan persiapan yang matang, karena harus dipersiapkan secara teliti dan pelaksanaannya membutuhkan tahapan, proses, dan waktu yang panjang. Tahapan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan survei tanah meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan survei lapangan yang terdiri dari tahap pra survei dan pelaksanaan survei utama, tahapan pelaksanaan analisis data, tahap pembuatan peta, serta penyusunan laporan hasil survei.

12.5.1. Tahapan persiapan Survei

Banyak hal yang wajib dipersiapkan sebelum melaksanakan kegiatan survei tanah, agar dalam pelaksanaan survei tanah lapangan tidak menemui banyak hambatan dan dapat dilakukan sesuai dengan tujuan dari pelaksanaan survei.

1. Tahap pertama yang dilakukan dalam persiapan pelaksanaan survei tanah adalah menentukan tujuan dari survei. Survei tanah yang dilakukan pada dasarnya mempunyai tujuan yang berbeda. Survei tanah yang dilakukan pada wilayah yang belum berkembang umumnya dilakukan untuk tujuan yang masih umum, sedangkan apabila survei tanah yang dilakukan pada wilayah yang sudah berkembang biasanya memiliki tujuan khusus.
2. Membuat perkiraan kebutuhan biaya, karena masing-masing tingkatan survei yang menghasilkan skala peta yang lebih detail akan membutuhkan biaya yang berbeda. Skala survei yang berbeda akan menentukan tingkat intensitas

dalam pelaksanaan pengamatan dilapangan. Semakin tinggi intensitas skala survei tentu akan membutuhkan jumlah biaya yang lebih besar.

3. Perumusan kerangka acuan antara tim pelaksana survei dengan calon pengguna hasil survei, Kerangka acuan kerja di dalamnya terdapat ketentuan dan kesepakatan mengenai beberapa hal yang harus dilakukan di dalam pelaksanaan survei tanah
4. Sebelum survei tanah dilakukan, pelaksana diharapkan melakukan pengurusan perizinan kepada para pihak yang berhubungan dengan penguasaan wilayah yang akan di survei.
5. Melakukan inventarisasi data sekunder sebagai pendukung dan sebagai sumber informasi awal yang dapat membantu dalam pelaksanaan survei tanah. Data awal yang perlu dikumpulkan sebelum melakukan survei tanah antara lain: data iklim, hidrologi, bahan induk dan geologi, kondisi vegetasi dan penggunaan lahan, kondisi tanah, kondisi sosial, ekonomi, dan kepemilikan tanah
6. Pengadaan foto udara dan citra satelit yang memiliki skala foto dua kali lebih besar dari skala peta tanah yang akan dibuat atau dihasilkan.
7. Menyiapkan peta dasar yang berkaitan dengan wilayah yang akan disurvei sebagai informasi awal mengenai wilayah yang akan disurvei. Apabila peta dasar yang ada merupakan peta dasar yang lama, maka perlu dilakukan pembaharuan sesuai dengan kondisi yang terbaru. Beberapa aspek yang perlu diperbaharui dalam peta dasar antara lain tentang kondisi sungai, jalan, bangunan. Peta dasar yang dibutuhkan terdiri dari dua jenis, yaitu peta topografi dan peta rupa bumi.

8. Melakukan interpretasi foto udara dan citra satelit yang hasilnya berupa peta interpretasi dalam bentuk peta liputan lahan dan peta landform. Hasil pelaksanaan interpretasi foto udara dan citra satelit dibutuhkan sebagai pedoman untuk penyusunan peta rencana rintisan ataupun sebagai peta rencana pengamatan yang sering disebut dengan peta lapangan.
9. Penyiapan peta lapangan atau peta rintisan yang dibuat dalam bentuk peta landform yang menggambarkan wujud riil dari lahan. Pembuatan peta lapangan harus memperhatikan sebaran atau proporsi daerah kunci. Pembuatan peta rintisan dilakukan dengan mempertimbangkan rintisan utama harus berada tegak lurus pada pola wujud lahan. Semua aksesibilitas yang ada harus dimaksimalkan, posisi rintisan awal, harus diketahui secara pasti di lapangan, dan menentukan jumlah titik pengamatan yang disesuaikan dengan skala peta yang akan dihasilkan dalam pelaksanaan survei.
10. Penyusunan jadwal pelaksanaan survei dilakukan secara matang agar tidak menimbulkan hambatan dalam pelaksanaan dilapangan.
11. Penyiapan alat dan bahan survei selengkap mungkin sesuai dengan jenis pengamatan yang dilakukan dan jumlah tim yang melaksanakan survei termasuk menyiapkan perlengkapan pendukung seperti tenda dan lain-lain.

12.5.2. Pelaksanaan Prasurvei

Kegiatan pra survei dilaksanakan oleh ketua atau koordinator tim survei yang dibantu oleh tim inti dari kegiatan survei yang akan dilakukan. Kegiatan awal yang dilakukan dalam masa pra survei ini diantaranya pengurusan izin survei kepada pihak-pihak

berwenang yang berhubungan wilayah yang akan disurvei. Setelah izin diperoleh dilakukan *overview* di semua wilayah survei guna untuk menyesuaikan dan koreksi pada peta rencana rintisan atau peta kerja. Menyiapkan *basecamp* dan merekrut tenaga kerja untuk membantu dalam pelaksanaan survei utama, dan menyiapkan kebutuhan akomodasi yang dibutuhkan. Akhir kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan pra survei adalah memantapkan rencana survei utama, menentukan waktu dimulainya survei, menjadwalkan waktu pemindahan basecamp, dan menghitung seluruh kebutuhan biaya yang diperlukan.

12.5.3. Pelaksanaan Survei Utama

1. Melakukan pengamatan lapangan dengan melaksanakan identifikasi dilapangan. Pelaksanaan identifikasi dilaksanakan dengan melakukan pengeboran, mengamati kondisi tebing, mengenali satuan taksonomi yang bertujuan untuk mengetahui golongan pedon tanah pada suatu titik pengamatan. Dalam pelaksanaan identifikasi juga dilakukan pengamatan karakteristik tanah yang meliputi ketebalan horizon, warna tanah, tekstur, keadaan batuan, kedalaman efektif tanah, kondisi drainase tanah, serta karakteristik tanah lainnya. Kondisi morfologi tanah yang diidentifikasi antara lain kondisi kelerengan, bentuk relief, elevasi, wujud lahan, singkapan batuan, serta macam vegetasi.
2. Pengamatan detail dilakukan dengan minipit, yaitu dengan melakukan pengamatan tanah dengan membuat lubang pada tanah berukuran 40 cm x 40 cm dengan dalam 50 cm yang menggunakan alat bantu berupa sekop tanah. Pengamatan minipit mirip dengan pengamatan profil, tetapi dalam skala yang lebih kecil. Pengamatan minipit bertujuan

untuk membuat kisaran karakteristik satuan taksonomi tanah guna menentukan kelompok pedon tanah.



Gambar 2. Penampang melintang profil tanah

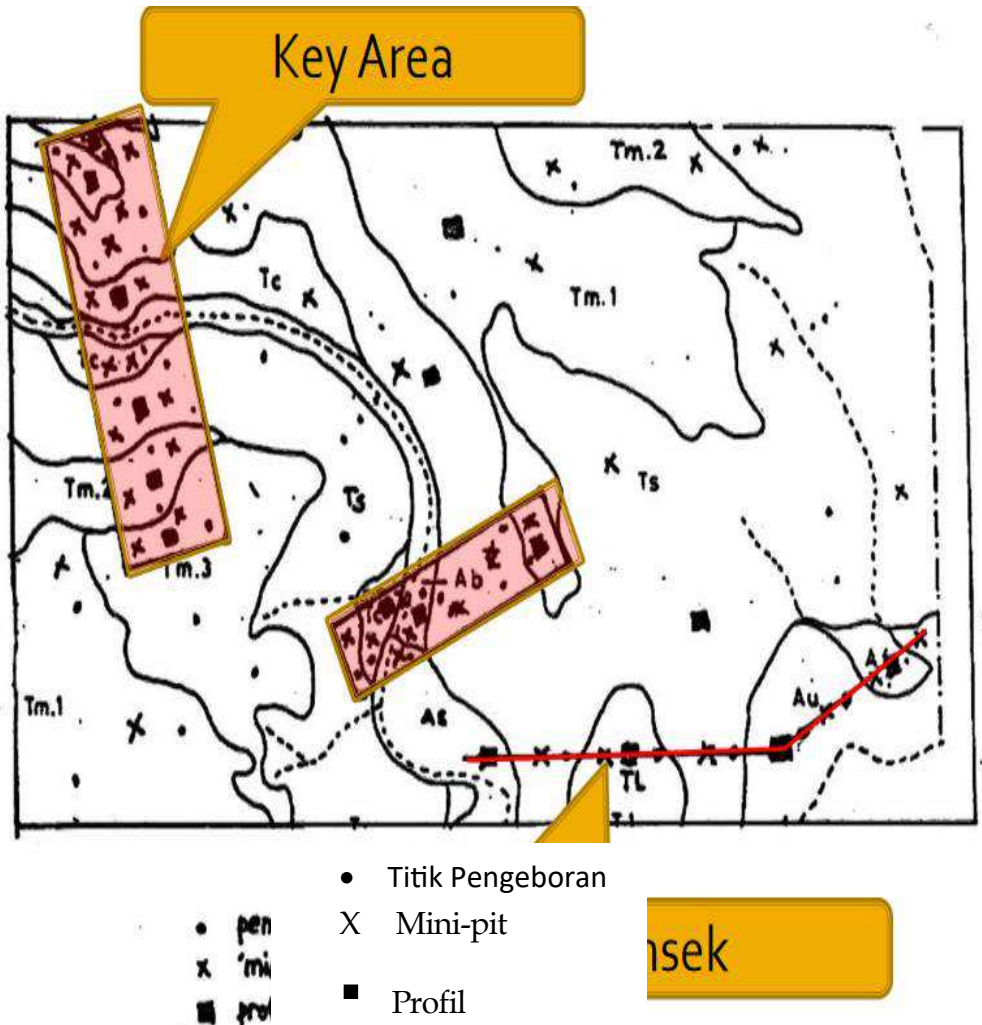
3. Deskripsi profil berfungsi untuk mengilustrasikan konsep utama satuan taksonomi tanah yang ada pada wilayah survei. Profil tanah merupakan penampang tanah yang dibuat berukuran panjang antara 1,5 sampai 2 meter, dengan lebar 1 meter sedalam 2 meter atau sampai pada

batuan induk apabila di buat pada tanah yang memiliki kedalaman tanah yang dangkal.

4. Pengamatan daerah kunci (*key area*). Daerah kunci adalah wilayah yang dipilih untuk mewakili suatu wilayah survei dimana informasi yang terdapat di daerah kunci dapat memberikan informasi sebanyak mungkin terhadap wilayah yang disurvei. Fungsi dari pengamatan daerah kunci adalah untuk mempelajari tanah dengan lebih rinci dari peta final, membuat definisi mengenai satuan peta dengan menyusun legenda peta sementara, untuk mengetahui produksi tanaman, dosis pupuk, serta keperluan lainnya secara lebih rinci. Luas daerah kunci yang ditentukan berkisar antara 10 sampai 30% dari total luas wilayah yang disurvei. Transek merupakan daerah kunci yang dibuat sederhana berbentuk jalur atau rintisan yang mencakup sebanyak mungkin satu peta maupun wujud lahan. Penentuan transek tidak diperkenankan dibuat sejajar dengan batas wujud lahan.

12.5.4. Penyusunan Peta Pengamatan

Peta pengamatan lapangan disusun berpedoman pada peta satuan lahan yang didapatkan dari hasil interpretasi dan hasil analisis. Seluruh titik-titik lokasi pengamatan tanah di lapangan diplotkan kedalam tiap-tiap lembar peta satuan lahan. Informasi dan data yang diperoleh dari pengamatan lapangan berupa informasi sifat dari morfologi tanah maupun data fisik lingkungan disimpan menjadi basis data.



Gambar 3. Penentuan Key Area dan Transek

12.5.5. Pengumpulan Data Pendukung

Data pendukung yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan hasil survei dikumpulkan secara rinci. Jenis data pendukung yang dikumpulkan terdiri dari data kondisi iklim dan hidrologi atau

potensi sumberdaya air, serta data lain seperti informasi tentang sosial ekonomi pertanian.

12.5.6. Analisis Contoh Tanah

Contoh tanah diambil sebanyak masing-masing 0,5 sampai 1 kg pada setiap horizon tanah yang didapatkan dengan cara melakukan pengeboran pada lahan basah, minipit dan pada profil tanah sebagai sampel tanah yang dibutuhkan untuk keperluan analisa tanah di laboratorium. Pelaksanaan analisa tanah untuk menganalisa sampel tanah yang di dapatkan dari hasil survei tanah diharapkan dilakukan di laboratorium tanah yang sudah terakreditasi.

12.5.7. Perbaikan Peta Tanah

Peta tanah berserta legendanya yang telah dibuat yang berpedoman pada hasil pengamatan di lapangan harus diperbaiki kembali untuk penyempurnaan. Komponen peta tanah yang harus diperbaiki pada peta tanah adalah yang berkaitan dengan penentuan klasifikasi tanah yang perlu dipertimbangkan dengan memperhatikan hasil analisa tanah di laboratorium yang telah dianalisis. Disamping itu pada peta tanahnya juga perlu diperbaiki terkait terhadap penajaman delineasi satuan peta tanah serta tatanama lanform.

12.5.8. Penyusunan Basis Data

Seluruh data yang diperoleh selama pelaksanaan survei yaitu data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan, hasil analisa tanah di laboratorium, maupun peta-peta tanah yang telah diolah disusun secara sistematis dan disimpan dalam bentuk data.

12.5.9. Evaluasi dan Korelasi Tanah

Tahapan evaluasi dan korelasi tanah ditujukan untuk menjamin mutu serta menjaga mutu hasil survei agar sesuai dengan standar mutu yang telah ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan dengan menetapkan kriteria dan definisi yang digunakan dilaksanakan secara konsisten. Isi, format peta, serta laporan dibuat dengan seragam, penetapan klasifikasi dan delineasi satuan peta tanah dilapangan dilakukan secara konsisten.

12.5.10. Reliabilitas Peta

Reliabilitas sering disebut dengan kehandalan ataupun tingkat kepercayaan dari suatu peta tanah dapat beragam. Keragaman reliabilitas peta tanah dapat terjadi disebabkan oleh perbedaan tingkat informasi maupun data yang didapatkan sewaktu pelaksanaan survei tanah dilakukan.

12.5.11. Pencetakan Peta dan Pelaporan

Setelah seluruh tahapan pelaksanaan survei tanah selesai dilakukan, maka bagian akhir dari kegiatan survei tanah berupa pencetakan peta serta menyusun laporan hasil dari pelaksanaan survei secara lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T.S. 1996. Survei Tanah dan Evaluasi Lahan. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Arnold. & Sosrodarsono, S. 2005. Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan. Cetakan V. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Beek, K.J. 1978. Land Evaluation for Agricultural Development. ILRI Wageningen, The Netherlands. Publication No 23.
- Budiyanto. E. 2005. Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spasial 3 Dimensi Menggunakan Surfer, Edisi I. Andi Offset. Yogyakarta.
- Brinker, R.C., & Wolf, P.R. 1986. Dasar-Dasar Pengukuran Tanah (*Surveying*), Edisi VII, Jilid I. Erlangga. Jakarta.
- Centre for Soil and Agroclimate Research. 1995. Secon Land Resource Evaluation and Planning Project (LREP). Part C. Strenbthening Soil Resources mapping.
- Claney, J. 1991. Site Surveying and Levelling. Second Edition.
- Darmawijaya, & Isa, M. 1990. Klasifikasi Tanah, Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian Di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Djaenudin, D., Herdriman, M., Subagyo, H., Mulyani, A., & Suharta, N. 2003. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian. Versi 4: Januari 2003. Balai Penelitian Tanah. Pusat Penelitian Tanah dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Dudal, R., and Soeprattohardjo, M. 1957. Soil Classification in Indonesia. Coutr. Res. Gen Agric. Bogor, 148 p.

- Food Agriculture Organization. 1983. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. Soils Bulletin 52, Rome, Italy:
- Food Agriculture Organization. 1976. A framework for land evaluation. Soil Resources Development and Conservation Service Land and Water Development Division. FAO Soil Bulletin No. 32. Italy (IT): FAO-UN.
- Foth, H. D., 1994. Fundamentals of Soils Science. 8th editions. USA. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Fiantis, D. 2016. Morfologi dan Klasifikasi Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang
- Hapsari, B., Awalludin, M., & Yuwono, B.D. 2014. Evaluasi Kesesuaian Lahan Pertanian Berbasis Sistem Informasi Geografis dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Set* (Studi Kasus: Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri). Jurnal Geodesi Undip, 3(1): 241
- Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. CV Akademika Presindo. Jakarta. 274. p
- Hardjowigeno, S., & Widiatmaka. 2001. Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. 381 p.
- Hardjowigeno, S. & Widiatmaka. 2011. Evaluasi Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Hidayat A., Djaenudin,D., Suhardjo, H., & Subardja, D. 2004. Petunjuk Teknis Pengamatan Tanah. Balai Penelitian Tanah. Puslitbangtanak. Bogor. 117 p.
- Landon, J.R. 1984. Booker Tropical Soil Manual. BAI Limited, London.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1992. Pertemuan Teknis Pembakuan Sistem Klasifikasi dan Metode Survei Tanah.
- Rayes, M.L. 2006. Deskripsi Profil Tanah di Lapangan. Unit Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. 133 p.
- Ritung, S., Wahyunto, F., Agus, dan Hidayat, H. 2007. Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan Contoh Peta Arahana Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre
- Sinaga, I. 1992. Pengukuran dan Pemetaan Pekerjaan Konstruksi. Sinar Harapan.
- Sobatnu, F. 2018. Survei Terestris, Cetakan I, Poliban Press, Banjarmasin.
- Soil Survey Division Staff-USDA. 1993. Soil Survey Manual. USDA Handbook, No 18.
- Siswanto, B. 2008. Dasar-Dasar Evaluasi Lahan dan Rencana Tata Guna Lahan. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Sitorus, S.R.P. 1985. Evaluasi Sumberdaya Lahan. Penerbit Tarsito. Bandung.186 p.
- Wandana, E., Raka, I.D.N., & Udiyana, B.P. 2016. Evaluasi Kesesuaian Lahan Menggunakan Citra Satelit dan Survey Lapangan untuk Tanaman Asparagus

Di Desa Pelaga Kabupaten Badung. Agrimeta: Jurnal Pertanian
Berbasis
Keseimbangan Ekosistem, 18-29

Wongsotjitro, S. 1977. Ilmu Ukur Tanah, Kanisius, Yogyakarta.

Whyte, W., & Paul, R.E. 1997. Basic Surveying, Butter Worth.
Heineman

Zainuddin, R. 2015. Genesis dan Klasifikasi Tanah Yang Berkembang
Diatas Batuan
Induk Granit Ditaman Nasional Lore Undu. Universitas
Tadulako : Sulawesi Tengah.
Jurnal Agroland. 21 (2) : 81 – 85.

BIODATA PENULIS



Dr. Syamsu Alam, S.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo (UHO)

Penulis dilahirkan di Kendari pada 13 Juni 1980. Pendidikan Sarjana Pertanian (UHO, 2003); Magister of Science (UGM, 2011) dan Program Doktor (UGM, 2021). Sejak April 2006 diangkat menjadi dosen tetap (PNS) pada Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo. Mata kuliah yang diampu diantaranya Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Geologi dan Mineralogi Tanah, Kesuburan Tanah dan Teknik Pemupukan, Pedogenesis dan Klasifikasi Tanah, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Kualitas dan Kesehatan Tanah, Bioteknologi Tanah. Buku ber-ISBN yang pernah ditulis sebelumnya diantaranya Pedogenesis: Pemaknaan Sifat dan Ciri Tanah pada Lokasi Tambang Nikel, Strategi Pengelolaan Tanah Marginal: Ikhtiar Mewujudkan Pertanian yang Berkelanjutan, Kesuburan Tanah dan Pemupukan.

BIODATA PENULIS



Uska Peku Jawang, S.Si., M.P

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Kristen Wira Wacana
Sumba

Penulis lahir di Anakalang Kabupaten Sumba Tengah pada tanggal 01 Januari 2022. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana Kupang dan melanjutkan S2 pada Program Studi Magister Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Penulis menekuni bidang agroteknologi/agroekoteknologi pada sub bidang ilmu tanah.

BIODATA PENULIS



Andi Masnang

Penulis lahir di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan tanggal 19 November 1965. Penulis adalah dosen tetap pada program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Bangsa. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tahun 1990. Pada tahun 1995 menyelesaikan S2 pada jurusan Ilmu Tanah Institut Pertanian Bogor. Pada tahun 2011 lulus program doktor di Institut Pertanian Bogor dengan spesialisasi Ilmu Pengeloaan Daerah Aliran Sungai.

Karir di bidang pendidikan mulai sebagai dosen sejak tahun 1994 pada mata ajaran Ilmu Tanah. Sebagai ahli tanah maupun ahli Pengelolaan daerah aliran sungai, penulis telah banyak melakukan penelitian serta mengikuti seminar profesi dalam bidang-bidang tersebut di atas pada tingkat nasional maupun internasional.

BIODATA PENULIS



Whin Themas Mico Saputra, S.P., M.Agr
Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Gajah Putih

Whin Themas Mico Saputra, Lahir 30 Agustus 1993 bertempat Takengon- Aceh Tengah. Penulis lulus Sekolah Dasar pada tahun 2005 bertempat di SD Negeri 01 Peureulak dan melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Pertama dan Lulus pada tahun 2008 di SMP Negeri 01 Peureulak dan kemudian lulus Sekolah Menengah Atas pada tahun 2011 bertempat Di SMA Negeri Unggul Aceh Timur serta melanjutkan perkuliahan di Strata-1 Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara dan lulus pada tahun 2015 dan kemudian melanjutkan jenjang Strata-2 pada tahun 2016 di Program Magister Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara sehingga Lulus pada Tahun 2019. Pada tahun 2021 memulai karir menjadi tenaga pendidik di Universitas Gajah Putih-Takengon hingga sekarang dan pada tahun 2021 menjabat sebagai Sekretaris Program Studi Agroteknologi dan melanjutkan jabatan sebagai Pelaksana Tugas Ketua Program Studi Agroteknologi pada tahun 2022.

BIODATA PENULIS



Didi Carsidi, S.TP., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Wiralodra

Penulis lahir di Indramayu tanggal 17 Maret 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Wiralodra. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknik Pertanian (2005-2010) dan melanjutkan S2 pada Magister Agronomi Universitas Jenderal Soedirman (2018-2020). Penulis menekuni bidang pertanian (Agroteknologi).

BIODATA PENULIS



Muhammad Aksan, S.P., M.Sc.

Dosen Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Pertanian
Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang

Penulis lahir di Kulo tanggal 6 Januari 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Pertanian, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang. Beliau menyelesaikan pendidikan S.1 pada Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan melanjutkan S2 pada Jurusan Biologi Pertanian, fokus pada Budidaya Pertanian dan Nematologi Lingkungan (Agro- and Environmental Nematology) di Ghent University, Belgia 2018-2020. Sempat mengenyam pendidikan di IHE Delft, Belanda 2016-2017 pada Jurusan *Land & Water Development for Food Security* pada Konsentrasi Irigasi Pertanian . Penulis menekuni bidang penulisan buku referensi dan jurnal terkait ilmu hama penyakit tanaman dan ilmu tanah dan kesuburan serta tata kelola lahan, khususnya di daerah tropis, selain itu juga aktif melakukan riset, dan pengabdian masyarakat dalam bidang pertanian berkelanjutan dan pertanian berbasis ramah lingkungan.

Saat ini penulis juga aktif sebagai anggota Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI), dan berpengalaman menjadi pembicara di beberapa konferensi internasional tentang pertanian dan lingkungan.

BIODATA PENULIS



Charly Mutiara, S.P., M.Si.
Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Penulis lahir di Kupang tanggal 03 Maret 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Flores. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana dan melanjutkan S2 pada Jurusan Pengeloaan sumber daya lahan-Ilmu Lingkungan Pasca Sarjana Universitas Nusa Cendana.

BIODATA PENULIS



Yonce Melyanus Killa, S.P., M.P.
Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

Penulis lahir di Desa Otan, Kabupaten Kupang, NTT tanggal 14 Mei 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman, Jurusan Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana tahun 2011 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana dan lulus pada tahun 2019. Penulis mulai menekuni bidang menulis buku pada 2022 dan buku chapter ini merupakan buku ke empat yang ditulis. Selain itu penulis aktif menulis artikel yang dipublikasikan dan sebagai pemakalah dalam beberapa seminar internasional.

BIODATA PENULIS



Ir. Etty Indrawati, MSi, Lahir di Bandung tahun 1959. Lulus S1 bidang Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Pajajaran Pandung tahun 1982 dan menyelesaikan program magister di Jurusan Biologi Konservasi, Program Studi Biologi FMIPA-UI Depok pada Tahun 2003.

Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar sejak tahun 1985 sebagai CPNS Kopertis wilayah IV Jawa Barat yang dipekerjakan pada Akademi Tanjungsari Sumedang kabupaten Bandung. Pada Tahun 1986 bergabung dengan Kopertis wilayah III DKI Jakarta yang ditempatkan di Program Studi Arsitektur Lanskap Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti, hingga sekarang.

Penulis terlibat dalam berbagai kegiatan Penelitian regular dari Usakti maupun Penelitian Hibah Kemenristekdikti tahun 2018. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat regular rutin dilakukan setiap tahun dan terlibat PKM Hibah Kemenristekdikti mono tahun 2018 dan Multitahun 2019-2021.

Berbagai kegiatan administrasi yang dilibatkan dan sebagai Kepala Jaminan Mutu FALTL sejak tahun 2019 – sekarang.

BIODATA PENULIS



Marten Umbu Nganji, S.TP., M.P

Dosen Program Studi Agroteknologi

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

Penulis lahir di Tarimbang, 18 Maret 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Kristen Artha Wacana Kupang pada tahun 2013 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga pada tahun 2015 selesai pada tahun 2018. Penulis memulai mengabdikan pada Prodi Agroteknologi, Fakultas Sains dan teknologi, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba pada bulan September 2018-sekarang. Penulis menekuni bidang menulis Agroekoteknologi sub bidang Konservasi Tanah dan Air dan Ilmu Tanah.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. John Bimasri, M.Si

Dosen Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana Universitas Musi Rawas

Penulis dilahirkan di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 5 Oktober 1966. Penulis merupakan putra pertama dari delapan bersaudara dari Bapak H.M. Zahir, B.Sc dan Ibu Hj. Hajimah. Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan pada tahun 1979 di Sekolah Dasar Xaverius Lubuklinggau. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama diselesaikan pada tahun 1982 di Sekolah Menengah Pertama Xaverius Lubuklinggau. Pendidikan Sekolah Menengah Atas diselesaikan pada tahun 1985 di Sekolah Menengah Aatas Pelita Lubuklinggau. Tahun 1985 sampai dengan 1990 penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Tahun 2010 menyelesaikan pendidikan Magister pada program studi Manajemen Perkebunan Program Pascasarjana Institut Pertanian STIPER Jogjakarka. Pada tahun 2014 penulis mendapatkan kesempatan melanjutkan pendidikan Doktor pada Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan di Universitas Sriwijaya Palembang dan selesai pada pendidikan doktor pada bulan Mei tahun 2019.

Sejak tahun 1990 penulis bekerja di PT Riau Sakti Trans Mandiri sampai tahun 1992 , dan sejak tahun 1993 bekerja sebagai

dosen Tetap pada Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Bumi Silampari yang sekarang menjadi Universitas Musi Rawas. Selama menjadi dosen, penulis pernah menduduki jabatan sebagai sekretaris Program Studi Mekanisasi Pertanian, Ketua Program studi Mekanisasi Pertanian. Menjabat selaku Pembantu Ketua Satu bidang akademik. Tahun 2006 sampai 2008 penulis menjabat sebagai Sekretaris Yayasan Pembina Pendidikan Tinggi Bumi Silampari yang merupakan yayasan penyelenggara Universitas Musi Rawas. Pada Tahun 2009 sampai tahun 2013 menjabat sebagai Pembantu Rektor Satu bidang akademik Universitas Musi Rawas dan dari tahun 2014 sampai tahun 2017 menjabat sebagai Rektor Universitas Musi Rawas di Lubuklinggau. Saat ini menjabat sebagai Ketua Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat dan Direktur Pascasarjana Universitas Musi Rawas.