

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA TANAH DI
BAWAH TEGAKAN PINUS (*Pinus merkusii* Jungh. et de
Vriese) DENGAN UMUR BERBEDA DI KECAMATAN
MENGKENDEK, KABUPATEN TANA TORAJA**

Disusun dan Diajukan Oleh:
YOLANDA EKA PUTERI
M011201008



PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) dengan Umur Berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja

Disusun dan diajukan oleh:

Yolanda Eka Puteri
M011 20 1008

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 30 Agustus 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

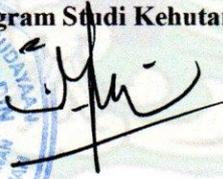
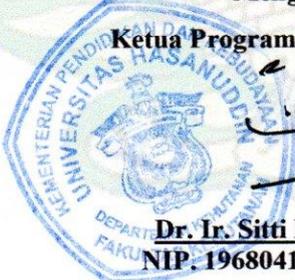
Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Samuel A. Paembonan, IPU.
NIP. 19550115198102 1 002


Budi Arty, S.Hut., M.Si.
NIP. 199005212021011 6 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan



Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yolanda Eka Puteri
NIM : M011201008
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulisan saya berjudul:

“ Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) dengan Umur Berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 30 Agustus 2024

Yang menyatakan



Yolanda Eka Puteri

ABSTRAK

Yolanda Eka Puteri (M011201008). Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) dengan Umur Berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja, di bawah bimbingan Samuel A. Paembonan dan Budi Arty.

Tanah merupakan benda alami heterogen yang mempunyai sifat dan perilaku yang dinamik. Sifat-sifat tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia tanah di bawah tegakan pinus (*Pinus merkusii*) dengan umur berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan penentuan sampel secara *purposive sampling* dengan plot berukuran 25 m x 25 m dan sub plot berukuran 1 m x 1 m. Tegakan *Pinus merkusii* dalam plot dihitung jumlahnya untuk menentukan kerapatan tegakan dan juga diukur diameter serta tingginya untuk menghitung volume pohonnya. Sampel tanah yang diambil berupa tanah terusik dan tanah tidak terusik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan umur tegakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perbedaan sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi penelitian. Sedangkan perbedaan kedalaman tanah memberikan pengaruh yang relatif berbeda terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Semakin bertambah kedalaman tanah maka terjadi perubahan sifat fisik dan sifat kimia tanah.

Kata Kunci: Tanah, Sifat Fisik, Sifat Kimia, Tegakan Pinus

ABSTRACT

Yolanda Eka Puteri (M011201008). Physical and Chemical Characteristics of Soils under Pine (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) Stands of Different Ages in Mengkendek District, Tana Toraja Regency, under the guidance of Samuel A. Paembonan and Budi Arty.

Soil is a heterogeneous natural object that has dynamic properties and behavior. Soil properties are very influential on plant growth and development. This study aims to determine the physical and chemical characteristics of soil under pine stands (*Pinus merkusii*) with different ages in Mengkendek District, Tana Toraja Regency. This study used a quantitative method with purposive sampling with plots measuring 25 m x 25 m and sub plots measuring 1 m x 1 m. *Pinus merkusii* stands in the plot were counted to determine stand density and also measured the diameter and height to calculate the volume of the tree. Soil samples were taken in the form of disturbed and undisturbed soil. The results showed that differences in stand age did not have a significant effect on differences in soil physical and chemical properties at the research site. While differences in soil depth have a relatively different effect on the physical and chemical properties of soil. As the depth of the soil increases, there are changes in the physical and chemical properties of the soil.

Keywords: Soil, Physical Properties, Chemical Properties, Pine Stand

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan kemuliaan hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena kasih karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) dengan Umur Berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja**” ini dengan baik.

Dalam melaksanakan seluruh kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mengalami hambatan, namun berkat keyakinan, kesabaran, bantuan, bimbingan, dorongan serta doa dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada Ayahanda tercinta **Alm. Octovianus** dan Ibunda tercinta **Adolvina Buntu** yang senantiasa mendoakan, memberi dukungan, semangat, motivasi, pengorbanan, serta selalu mengusahakan yang terbaik untuk penulis. Terimakasih juga kepada saudariku terkasih **Jessica Novianti** yang terus memberikan semangat dan motivasi bagi penulis.

Pada kesempatan ini penulis juga dengan tulus dan rendah hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Samuel A. Paembonan, IPU.** selaku pembimbing I dan Ibu **Budi Arty, S.Hut, M.Si.** selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu **Ummi Rosyidah, S.Hut, M.Sc.** dan Bapak **Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P.** selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.** selaku Ketua Program Studi Kehutanan, Bapak **Prof. Dr. Ir. Daud Malamassam, M.Agr., IPU.** selaku dosen pembimbing akademik, **seluruh Dosen,** serta **Staf Administrasi Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin,** yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan serta dalam pengurusan administrasi.
4. Teman-teman seperjuangan penelitian **Kak Grace Lande** dan **Kak Hary Dwi Luden** serta teman-teman **Gusti Elison Randan Tandiayu, Indriani Ratu Rinding, Jessica Fernanda, Novita Ramma', Nur Intan Janwar, Michel**

William, Sharel Thinov, dan Reynaldi yang telah membantu penulis dalam pengambilan dan pengolahan data penelitian.

5. Terkhusus kepada **Muhammad Fattah Al Ghaniy Tahir** terima kasih atas bantuannya selama penelitian hingga penyusunan skripsi. Terima kasih juga untuk dukungan, semangat dan motivasi yang selalu diberikan kepada penulis.
6. Keluarga besar **Persekutuan Doa Rimbawan Mahasiswa Kristen Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin (PDR-MK Fahutan Unhas)** yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan dan doa, serta kebersamaan yang boleh terjalin selama penulis menyelesaikan masa studi.
7. Teman-teman **Berbagi, Kanjorong Pride, dan PDR Api²** yang senantiasa menemani dan memberikan semangat kepada penulis selama masa studi.
8. Teman-teman **Imperium 20 dan Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon**, yang telah menemani penulis selama menyelesaikan masa studi.
9. Sahabat-sahabat terkasih **Witri Bangkaran, Nardo Azalio Bangri, Michael Abednego, Adelia Y.S., Sri Yuliani Azhari, Dinda Arojo D.S., Prisilia Tandilangnan, dan Sectio Dita** yang senantiasa memberikan semangat, dukungan serta doa bagi penulis.
10. Dan untuk diri sendiri, **Yolanda Eka Puteri** terima kasih atas usaha, kerja keras dan perjuangannya hingga bisa sampai ditahap ini. Meskipun dalam menjalani proses banyak tantangan yang harus dilalui.
11. Serta semua pihak tanpa terkecuali yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membaca.

Makassar, 30 Agustus 2024

Yolanda Eka Puteri

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pinus	3
2.2 Gambaran Umum Tanah.....	4
2.3 Sifat-Sifat Tanah.....	8
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Metode Pelaksanaan Penelitian	18
3.4 Analisis Data.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29

4.1 Deskripsi Pertumbuhan.....	29
4.2 Sifat Fisik Tanah.....	30
4.3 Sifat Kimia Tanah.....	37
V. PENUTUP.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 2.	Peta Lokasi Penelitian Tegakan Pinus Umur 10 Tahun	16
Gambar 3.	Peta Lokasi Penelitian Tegakan Pinus Umur 20 Tahun	17
Gambar 4.	Peta Lokasi Penelitian Tegakan Pinus Umur 30 Tahun	17
Gambar 5.	Sketsa Plot Pengambilan Sampel Tanah.....	20
Gambar 6.	Segitiga Tekstur Tanah	25
Gambar 7.	Ilustrasi Pengukuran Tinggi Pohon	27

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Klasifikasi Porositas Tanah.....	21
Tabel 2.	Klasifikasi pH Tanah.....	22
Tabel 3.	Kriteria C-Organik Tanah	22
Tabel 4.	Kriteria Kadar Nitrogen Tanah.....	23
Tabel 5.	Kriteria Kadar Fosfor Tanah	24
Tabel 6.	Kriteria Kadar Kalium Tanah.....	24
Tabel 7.	Deskripsi Pertumbuhan Pada Tegakan Pinus Umur 10, 20 dan 30 Tahun	29
Tabel 8.	Hasil Analisis Persentase Fraksi Tanah.....	30
Tabel 9.	Hasil Analisis Struktur Tanah	32
Tabel 10.	Hasil Analisis Warna Tanah.....	33
Tabel 11.	Hasil Analisis Porositas Tanah.....	35
Tabel 12.	Hasil Analisis pH Tanah.....	37
Tabel 13.	Hasil Analisis Bahan Organik Tanah	39
Tabel 14.	Hasil Analisis Kadar Nitrogen	41
Tabel 15.	Hasil Analisis Kadar Fosfor	43
Tabel 16.	Hasil Analisis Kadar Kalium.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Hasil Analisis Sampel Tanah di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah.	53
Lampiran 2.	Hasil Pengkategorian Kadar NPK	54
Lampiran 3.	Hasil Analisis Tekstur Tanah.....	55
Lampiran 4.	Hasil Analisis Porositas Tanah	56
Lampiran 5.	Hasil Analisis Bahan Organik Tanah.....	57
Lampiran 6.	Data Inventarisasi	58
Lampiran 7.	Dokumentasi Penelitian	72

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan benda alami heterogen yang mempunyai sifat dan perilaku yang dinamik yang terdiri dari komponen-komponen padat, cair, dan gas. Tanah terbentuk dari hasil proses pelapukan batuan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti topografi, iklim, organisme dan waktu. Komponen tanah yang bervariasi membuat karakteristik tanah berbeda-beda dari satu daerah ke daerah lain (Leonika *et al.*, 2021). Tanah merupakan media tumbuh tanaman yang memiliki karakteristik tersendiri sebagai akibat dari pengaruh iklim dan jasad hidup terhadap bahan induk dalam jangka waktu tertentu (Tewu *et al.*, 2016).

Tanah sebagai sumberdaya alam harus dijaga kelestariannya dengan pengelolaan yang tepat, karena tanah dapat mengalami kerusakan yang menurunkan produktivitasnya. Kerusakan tanah menyebabkan perubahan sifat dasar tanah yang melebihi kriteria baku kerusakan tanah sehingga mengurangi kemampuan tanah dalam menghasilkan biomassa. Tanah yang mengalami kerusakan harus dipulihkan namun membutuhkan biaya yang cukup tinggi, sehingga usaha untuk mengkonservasinya lebih baik daripada upaya pemulihannya. Kerusakan tanah banyak terjadi akibat penggunaan lahan yang melebihi daya dukungnya, khususnya pada lahan kering di daerah beriklim tropika humida yang tidak menerapkan kaidah konservasi tanah dan air, karena proses erosi sangat intensif (Hartanto *et al.*, 2022).

Sifat-sifat tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sifat tanah penting diidentifikasi untuk mengetahui keadaan tanah dalam rangka perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Minangkabau *et al.*, 2022). Sifat fisik tanah antara lain tekstur, struktur dan permeabilitas tanah. Sifat kimia tanah antara lain pH tanah dan kandungan unsur hara yang terdiri dari kandungan nitrogen, fospor, kalium dan bahan organik. Sifat biologi tanah antara lain mikroorganisme pengurai bahan organik di dalam tanah (Tewu *et al.*, 2016). Tanah memiliki sifat fisik dan kimia tanah yang berbeda di setiap lokasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat tanah ini adalah umur tanaman. Umur tanaman berpengaruh terhadap sifat dan kualitas tanah. Perbedaan

umur tanaman ini memberikan perbedaan pada kemampuan tanaman dalam melindungi tanah dari erosi (Marbun *et al.*, 2018). Perlu adanya analisis sifat tanah guna menunjang produktifitas tanaman dan kesejahteraan masyarakat.

Pinus (*Pinus merkusii*) merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki sifat pionir sehingga memiliki pertumbuhan akar lebih cepat dan dapat mengikat tanah lebih kuat (Sallata, 2013). Pinus dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, tanah berpasir, tanah berbatu dengan curah hujan tipe A-C pada ketinggian 200-1.700 mdpl (Kasih *et al.*, 2019). Keberadaan pinus di Kabupaten Tana Toraja, merupakan hasil reboisasi dan penghijauan secara bertahap yang dilakukan oleh petugas kehutanan Provinsi Sulawesi Selatan yang dimulai pada tahun 40-an. Menurut catatan Cabang Dinas Kehutanan Kabupaten Tana Toraja, penanaman pinus di Kabupaten Tana Toraja dimulai tahun 1948 dipusatkan pada 3 tempat kawasan antara lain Mapongka-Tampo, Kecamatan Mengkendek, Tumborera-gunung bebo', Kecamatan Sangalla' dan Tondon-Nanggala, Kecamatan Tondon (sekarang wilayah Kabupaten Toraja Utara) (Sallata, 2013).

Berdasarkan pernyataan di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan informasi mengenai Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Pinus dengan Umur Berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia tanah di bawah tegakan pinus (*Pinus merkusii*) dengan umur berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja. Kegunaan dari penelitian ini diharapkan sebagai sumber informasi bagi peneliti dan pembaca mengenai karakteristik fisik dan kimia tanah di bawah tegakan pinus dengan umur berbeda di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pinus

Pohon pinus termasuk dalam famili Pinaceae memiliki sebaran yang luas mulai dari bumi belahan utara hingga selatan dan mencakup hampir 120 spesies. Dari beragam jenis yang ada, pinus tropis (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) atau yang dikenal juga dengan nama tusam, adalah satu-satunya jenis pinus yang memiliki sebaran di kebanyakan Asia Tenggara, seperti Thailand, Vietnam, Malaysia, dan Indonesia (Sitompul, 2019).

Menurut Oktavia dan Supangat (2007) dalam Parerung (2021), klasifikasi pinus sebagai berikut :

Regnum : Plantae
Divisi : Coniferophyta
Kelas : Pinopsida
Ordo : Pinales
Famili : Pinaceae
Genus : Pinus
Spesies : *Pinus merkusii*

Pohon pinus memiliki akar tunggang dengan sistem perakaran yang cukup dalam dan kuat sehingga dapat tumbuh di tanah yang dalam atau tebal dengan tekstur tanah ringan sampai sedang. Jenis pinus ini juga tidak memiliki syarat tinggi untuk jenis tanah tempat tumbuhnya karena pohon pinus dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, bahkan pada tanah dengan pH asam. Pinus dapat tumbuh di berbagai ketinggian tempat, namun tempat tumbuh terbaik bagi jenis pohon pinus ini berada pada ketinggian tempat antara 400 – 2000 mdpl. Pohon pinus yang ditanam pada ketinggian tempat 2000 mdpl juga tidak akan optimal karena terhambatnya proses fotosintesis (Perum Perhutani, 2014).

Pinus dengan sebaran eko-geografisnya yang luas sebagai satu-satunya genera yang didistribusikan dibelahan bumi selatan sedang dikonfirmasi bahwa jumlah pohon pinus biasanya bertambah banyak, terutama di daerah terganggu di daerah tropis dengan suhu tahunan 21 sampai 28°C (Andini *et al.*, 2022). Pinus adalah salah satu jenis pohon utama yang akan ditanam dalam skema perkebunan

karena karakteristik, manfaat, dan khasiatnya. Populasi pinus juga meningkat pendapatan dari penyadapan resin dan 61% dilihat dari sisi nilai ekonomi dan pinus juga memainkan peranan ekologis melalui efeknya pada siklus air (Melinda *et al.*, 2022).

Variasi tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor genetik. Faktor lingkungan yang mempengaruhi perubahan variasi morfologi yaitu ketinggian tempat, suhu, kelerengan dan vegetasi umum. Faktor genetik akan berperan dengan baik jika faktor lingkungan dalam keadaan optimum atau jika faktor lingkungan berada dalam keadaan optimum, pertumbuhan dan hasil tanaman akan sangat ditentukan oleh faktor genetiknya (Sufardi, 2020).

Perbedaan kondisi lingkungan berdasarkan lokasi yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, kecuali daunnya. Semakin tinggi tempat tumbuh, maka akan semakin menurun pertumbuhan tinggi tanaman tersebut. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan unsur-unsur iklim, dimana unsur iklim yang menyebabkan perubahan atau sangat mempengaruhi fisiologis tumbuhan (Melinda *et al.*, 2022).

2.2 Gambaran Umum Tanah

2.2.1 Pengertian Tanah

Tanah adalah tubuh alami yang terdiri atas bahan-bahan padatan (berupa mineral dan bahan organik), cairan dan gas yang terbentuk di permukaan bumi, menempati ruang dan ditandai dengan terdapat horizon, atau lapisan yang berbeda dari bahan asalnya sebagai hasil dari proses penambahan, kehilangan, translokasi, dan/atau transformasi energi dan bahan atau merupakan tubuh alami yang berkemampuan untuk mendukung pertumbuhan tanaman berakar di suatu lingkungan alami (Rayes, 2006).

Tanah tidak selalu berasal dari batuan kukuh, tetapi dapat berasal dari bahan-bahan lunak seperti bahan aluvial, bahan marin, bahan vulkan dan lain-lain. Tanah menutupi permukaan bumi sebagai suatu rangkaian (kontinum), kecuali di atas batuan gundul, di daerah yang membeku abadi, di perairan dalam, atau di gletser yang gersang. Dalam hal ini, tanah memiliki ketebalan yang ditentukan oleh kedalaman perakaran tumbuhan. Tanah dapat memiliki tebal beberapa sentimeter,

atau bahkan hingga beberapa puluh meter dalamnya (Rayes, 2006).

2.2.2 Faktor-Faktor Pembentuk Tanah

Tanah terbentuk dari proses pelapukan bahan induk yang dipengaruhi oleh beberapa faktor pembentuk. Menurut Joffe (1949) terdapat dua kelompok faktor pembentuk tanah yaitu faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif yaitu faktor yang mempengaruhi dalam bentuk sumber massa dan kondisi seperti bahan induk, topografi dan waktu, sedangkan 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.

Bahan Induk

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 (Notohadiprawiro, 1998). Bahan induk merupakan faktor pasif dalam proses pembentukan tanah, yang memerlukan tindakan atau energi dari luar yang dapat mempengaruhi perubahan bentuk. Perbedaan bahan induk berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah serta dapat menentukan adanya perbedaan jenis tanah. 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.

Iklim

Faktor iklim berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah. Unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan tanah adalah suhu (temperatur) udara dan curah hujan. Secara umum, 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 maupun biologi. Menurut Sutanto (2005) radiasi matahari merupakan energi yang dapat berpengaruh terhadap suhu, batuan dan tanah, serta dapat membantu proses pelapukan dan dekomposisi dalam tanah.

Organisme

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

Faktor organisme dalam pembentukan tanah terdapat dua yaitu organisme pada permukaan tanah dan organisme di dalam tanah. Organisme pada permukaan tanah seperti tumbuhan, hewan, manusia dan organisme lainnya. Organisme dalam tanah yaitu bakteri, jamur, akar tumbuhan, cacing tanah, rayap, semut, kecoa dan organisme dalam tanah lainnya (Notohadiprawiro, 1998). 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 mempengaruhi nyata terhadap karakter karakteristik tanah baik fisik, kimia maupun 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. Pada lahan hutan jenis tanahnya didominasi oleh podsolik dengan kategori tanah sangat masam hingga masam, serta kandungan hara makro primernya rendah (Sutrisno *et al.*, 2011).

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. Menurut 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 *et al.*, (2018) wilayah dengan bentuk datar dan berbentuk cekungan lebih mudah menyerap air, dan proses pelapukan akan lebih cepat. Sedangkan pada wilayah dengan bentuk miring dan curam, air hujan tidak sempat terserap ke dalam tanah akibatnya proses pelapukan lambat.

Waktu

Waktu bukan merupakan faktor pembentuk tanah, tetapi 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 intensitas suatu faktor dan adanya reaksi sehingga kemungkinan dapat berubah-ubah sering waktu. Menurut Notohadiprawito (1998) proses terbentuknya tanah akan berhenti jika telah mencapai batas 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. Menurut Hardjowigeno (2010), bila 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 berlangsung pada bahan induk dan iklim. Rahman dan 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).

2.3 Sifat-Sifat Tanah

2.3.1 Tekstur Tanah

Tektur tanah merupakan perbandingan persentase fraksi pasir, debu dan liat dalam tanah. Tekstur tanah merupakan faktor utama yang menentukan parameter fisik tanah lainnya (Tamara *et al.*, 2020). 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 (Alam *et al.*, 2023).

Tekstur merupakan komposisi partikel tanah halus (diameter 2 mm) yaitu pasir, debu dan liat. Menurut Ritung *et al.*, (2007), pengelompokan kelas tekstur yaitu sebagai berikut :

1. Sangat halus (sh) : Liat
2. Halus (h) : Liat berpasir, liat, liat berdebu
3. Agak halus (ah) : Lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung liat berdebu
4. Sedang (s) : Lempung berpasir sangat halus, lempung, lempung berdebu, debu
5. Agak kasar (ak) : Lempung berpasir
6. Kasar (k) : Pasir, pasir berlempung

Tekstur mempengaruhi beberapa proses tanah, termasuk infiltrasi, drainase (distribusi air dan udara), erosi, proses kimiawi dan proses biologis (Alam *et al.*, 2023).

1. Pasir: pengembangan struktural terbatas, infiltrasi cepat, drainase cepat, kapasitas menahan air rendah, pencucian mineral dan bahan organik, proses kimia dan biologis berkurang dibanding dengan tanah dengan kandungan tanah liat tinggi.

2. Debu: pengembangan struktural yang buruk, tingkat infiltrasi sedang, dikeringkan dengan baik, tingkat pemrosesan kimia dan biologi sedang, mudah terkikis dan dipadatkan.
3. Lempung: laju infiltrasi lambat, drainase buruk, kapasitas menahan air tinggi, laju pemrosesan kimia tinggi bila tidak dipadatkan atau dijenuhkan, mudah dipadatkan.
4. Liat: karena merupakan campuran pasir, debu dan liat, tanah ini umumnya berdrainase baik, memiliki kapasitas pembenahan air yang baik, beragam secara kimiawi dan biologis secara aktif.

2.3.2 Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan faktor penting dalam tubuh tanah dan memiliki proses pembentukan yang kompleks dengan melibatkan bahan organik dan klei (Sukmawijaya dan Sartohadi, 2019). Struktur tanah merupakan partikel-partikel tanah seperti pasir, debu, dan liat yang membentuk agregat tanah antara suatu agregat dengan agregat yang lainnya. Dengan kata lain struktur tanah berkaitan dengan agregat tanah dan kemandapan agregat tanah. Bahan organik berhubungan erat dengan kemandapan agregat tanah karena bahan organik bertindak sebagai bahan perekat antar-partikel mineral primer (Nurhuda *et al.*, 2021).

Menurut Sugiharyanto dan Khotimah (2000), struktur tanah dikelompokkan kedalam 6 bentuk, yaitu sebagai berikut.

1. Granular, yaitu struktur tanah yang berbentuk butiran, bulat dan berpori, terdapat pada horizon A.
2. Gumpal (*blocky*), yaitu struktur tanah yang berbentuk gumpal membulat dan gumpal bersudut, bentuknya menyerupai kubus dengan sudut-sudut membulat untuk gumpal membulat dan bersudut tajam untuk gumpal bersudut, dengan sumbu horizontal dan sumbu vertikal setara, terdapat pada horizon B pada tanah iklim basah.
3. Prisma (*prismatic*), yaitu struktur tanah dengan sumbu vertikal lebih besar daripada sumbu horizontal dengan bagian atasnya rata, terdapat pada horizon B pada tanah iklim kering.
4. Tiang (*columnar*), yaitu struktur tanah dengan sumbu vertikal lebih besar

daripada sumbu horizontal dengan bagian atasnya membulat, terdapat pada horizon B pada tanah iklim kering.

5. Lempeng (*platy*), yaitu struktur tanah dengan sumbu vertikal lebih kecil daripada sumbu horizontal, ditemukan di horizon A2 atau pada lapisan padas liat.
6. Remah (*single grain*), yaitu struktur tanah dengan bentuk bulat dan sangat berpori, terdapat pada horizon A.

2.3.3 Warna Tanah

Warna tanah adalah salah satu sifat fisik tanah yang sering digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik tanah (Liana *et al.*, 2022). Warna tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bahan organik yang menyebabkan warna gelap atau hitam, kandungan mineral primer fraksi ringan seperti kuarsa dan plagioklas yang memberikan warna putih keabuan, serta oksida besi seperti goethit dan hematit yang memberikan warna kecoklatan hingga merah. Makin coklat warna tanah maka kandungan goethit semakin tinggi, dan makin merah warna tanah maka kandungan hematit akan semakin tinggi. Warna tanah menunjukkan kandungan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Makin tinggi kandungan bahan organik, warna tanah makin gelap (Afrianti, 2019). Bahan organik memberi warna kelabu, kelabu tua atau coklat pada tanah kecuali bila bahan dasarnya tertentu seperti oksida dan besi atau penimbunan garam memodifikasi warna (Holilullah *et al.*, 2015).

Warna tanah dibedakan berdasarkan tiga faktor basal (*basic*) berupa komponen warna, yaitu *hue*, *value*, dan *chroma* yang mendasari penyusunan variasi warna pada kartu Munsell. Hue adalah warna dominan sesuai dengan panjang gelombangnya. Value menunjukkan derajat terangnya warna sesuai dengan banyaknya sinar yang dipantulkan. Chroma menunjukkan kemurnian atau kekuatan dari warna atau gradasi kemurnian dari warna atau derajat pembeda adanya perubahan warna dari kelabu atau putih netral ke warna lainnya. Tiga komponen warna tersebut, yaitu (Salam, 2020):

1. Hue dibedakan menjadi 10 warna, yaitu: Y (Kuning), YR (Kuning - Merah), R (Merah), RP (Merah - Ungu), P (Ungu), PB (Ungu - Coklat), B (Coklat), BG

- (Coklat – Kelabu), G (Kelabu), dan GY (Kelabu - Kuning). Setiap warna ini dibagi menjadi beberapa kisaran: Hue = 0 – 2,5; Hue = 2,5 – 5,0; Hue = 5,0 – 7,5; dan Hue = 7,5 – 10; yang dalam *Munsell Soil Color Chart* ditulis: 2,5; 5,0; 7,5; dan 10.
2. Value dibedakan dari 0 sampai 8, makin tinggi menunjukkan makin terangnya warna (makin banyak sinar yang dipantulkan). Dalam *Munsell Soil Color Chart* angka ini terbentang secara vertikal dari bawah ke atas dengan urutan nilai 2; 3; 4; 5; 6; 7; dan 8. Angka 2 menunjukkan derajat warna paling gelap dan angka 8 paling terang.
 3. Chroma dibedakan dari angka 0 sampai angka 8, yang menunjukkan kemurnian atau kekuatan warna yang makin meningkat. Dalam *Munsell Soil Color Chart* angka ini disajikan dengan secara horizontal dari kiri ke kanan dengan urutan nilai: 1, 2, 3, 4, 6, dan 8. Angka 1 menunjukkan warna yang tidak kuat dan angka 8 menunjukkan warna paling kuat.

2.3.4 Porositas Tanah

Porositas adalah prosentase total ruang pori yang terdapat di dalam tanah yang ditempati oleh air dan udara (Kusuma dan Yulfiah, 2018). Pori tanah memegang peranan penting dalam menentukan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sistem pori tanah sangat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jumlah bahan organik, jenis dan jumlah liat, kelembaban, pemadatan tanah dan manajemen tanah. Karakteristik pori menggambarkan jumlah, ukuran, distribusi, kontinuitas dan stabilitas pori tanah. Karakteristik pori tanah sangat berperan besar dalam menentukan pergerakan air dalam tanah dan mempengaruhi kemampuan tanah dalam meretensi air (Masria *et al.*, 2018).

2.3.5 pH Tanah

pH merupakan ukuran jumlah ion hidrogen dalam suatu larutan. Larutan dengan nilai pH rendah dinamakan "asam" sedangkan yang nilai pH tinggi dinamakan "basa". Biasanya tanah pada daerah basah bersifat asam, sedangkan tanah di daerah kering bersifat basa. Pada tanah asam larutan tanahnya mengandung lebih banyak ion hidrogen (H^+) dibandingkan dengan ion hidroksil

(OH⁻), sebaliknya pada tanah basa tanahnya mengandung lebih banyak ion hidroksil (OH⁻) dibandingkan dengan ion hidrogen (H⁺). Skala pH terentang dari 0 (asam kuat) sampai 14 (basa kuat) dengan 7 (netral). Sedangkan pada pH tanah umumnya berada pada skala dengan nilai 4 hingga 10 (Kusuma *et al.*, 2014).

2.3.6 Bahan Organik (C-Organik)

Bahan organik tanah merupakan bahan yang kompleks dan dinamis, yang berasal dari sisa tanaman dan hewan di dalam tanah dan mengalami perombakan secara terus menerus. Hanafiah (2014) menyatakan bahwa bahan organik tanah terbentuk dari jasad hidup tanah yang terdiri atas flora dan fauna, perakaran tanaman yang hidup dan yang mati, yang terdekomposisi dan mengalami modifikasi serta hasil sintesis baru yang berasal dari tanaman dan hewan. Bahan organik tanah memegang peranan penting dalam menentukan sifat fisik, kimia, serta aktivitas biologis di dalam tanah yang menentukan daya dukung dan produktivitas lahan (Nangaro *et al.*, 2021).

Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah dengan jumlah sekitar 3-5% saja (Hardjowigeno, 2003). Bahan organik tanah berfungsi sebagai penyimpan unsur hara yang secara perlahan akan dilepaskan ke dalam larutan air tanah dan disediakan untuk tanaman. Bahan organik di dalam atau di atas tanah juga melindungi dan membantu mengatur suhu dan kelembaban tanah. Bahan organik juga dapat meningkatkan daya sangga tanah (Nangaro *et al.*, 2021).

2.3.7 Nitrogen

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang bermuatan negatif dalam bentuk NO₃⁻ (nitrat) dan positif dalam bentuk NH₄⁺ (amonium). Selain sangat mutlak dibutuhkan, nitrogen dapat dengan mudah hilang atau menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Ada tiga hal yang menyebabkan hilangnya nitrogen dari tanah yaitu nitrogen dapat hilang karena tercuci bersama air drainase, penguapan dan diserap oleh tanaman (Rahmadani *et al.*, 2020).

Ketersediaan N dalam tanah diikat oleh tanaman melalui akar dengan dibantu oleh organisme yang ada dalam tanah. Nitrogen yang terserap oleh tanaman kemudian digunakan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti

daun, batang dan akar. Unsur N berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, menyehatkan pertumbuhan daun dengan warna yang lebih hijau. Unsur N dalam tubuh tanaman dijumpai dalam bentuk anorganik yang bergabung dengan unsur C, H, dan O membentuk asam amino, enzim, asam nukleat, dan klorofil, sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis. Meningkatnya laju fotosintesis ini meningkatkan pula kandungan karbohidrat yang ada pada tanaman. Karbohidrat yang dihasilkan dimanfaatkan oleh tanaman untuk terus melakukan pembelahan sel. Tanaman muda yang mengalami pembelahan sel ini memiliki isi sel yang lebih tinggi dan memiliki dinding sel yang belum terlalu tebal atau tipis (Nuraeni *et al.*, 2019).

2.3.8 Fosfor

Unsur fosfor (P) merupakan unsur esensial bagi tanaman karena merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman (Aisyah *et al.*, 2010). Fosfor (P) dalam tanah banyak dijerap oleh klei, Al dan Fe, maupun oleh alofan pada tanah Andosol. Pada tanah yang memiliki pH rendah, kelarutan ion Al dan Fe relatif tinggi sehingga dapat menfiksasi P dalam tanah yang menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang baik (Sari *et al.*, 2017).

Kandungan P tersedia tergolong sangat rendah hingga sedang disebabkan oleh tanah yang terbentuk dari bahan induk (batuan/mineral) yang miskin unsur P dan kandungan P dalam bahan organik juga rendah. P dalam tanah berasal dari desintegrasi mineral yang mengandung P seperti apatit, dan dekomposisi bahan organik. Kelarutan senyawa P anorganik dan P organik di dalam tanah umumnya sangat rendah, sehingga hanya sebagian kecil P tanah yang berada dalam larutan tanah (P tersedia) (Rahmi dan Biantary, 2014).

Penambahan bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan P dapat secara langsung melalui proses mineralisasi atau secara tidak langsung dengan membantu pelepasan P yang terfiksasi. Hasil dekomposisi bahan organik yang berupa asam-asam organik dapat membentuk ikatan khelasi dengan ion-ion Al dan Fe sehingga dapat menurunkan kelarutan ion Al dan Fe, maka dengan begitu ketersediaan P menjadi meningkat. Asam-asam organik yang dihasilkan dari dekomposisi bahan

organik juga dapat melepaskan P yang terjerap sehingga ketersediaan P meningkat (Sari *et al.*, 2017).

2.3.9 Kalium

Kalium merupakan unsur hara yang sangat penting keberadaannya dalam tanah untuk produktivitas dan kesuburan tanah serta sebagai katalis yang mempercepat unsur hara lain tersedia bagi tanaman. Sumber unsur hara K dalam tanah berasal dari mineral-mineral tanah yang mengandung unsur K. Unsur K-tersebut merupakan K yang dapat dipertukarkan atau digunakan oleh tanaman. K-tersebut adalah K yang dapat segera diserap tanaman, dalam bentuk ion K^+ (Punuindoong *et al.*, 2021).

Unsur hara kalium (K) merupakan salah satu unsur esensial yang sangat dibutuhkan oleh tanaman sebagai salah satu pendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fungsi utama K antara lain, membantu perkembangan akar, membantu proses pembentukan protein, menambah daya tahan tanaman terhadap penyakit dan merangsang pengisian biji (Mu'min *et al.*, 2016). Jumlah K dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman hanya sedikit. Selain rendahnya ketersediaan K, ketersediaan K di dalam tanah juga dapat berkurang karena tiga hal, yaitu pengambilan K oleh tanaman (pemanenan), pencucian K oleh air, dan erosi tanah.