

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu unsur penting dalam ekosistem lahan yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain menjadi tempat dan media tumbuh, tanah juga berfungsi menyimpan serta menyediakan air, dan memasok unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk berkembang secara optimal. Secara fisik, tanah berperan sebagai media bagi pertumbuhan dan perkembangan akar, mendukung berdirinya tanaman secara kokoh, serta menyediakan air yang dibutuhkan tanaman (Mautuka & Karbeka, 2022). Tanah merupakan media tempat tumbuhnya tanaman serta memperoleh nutrisi dari dalam tanah untuk mendukung proses pertumbuhannya. Oleh karena itu, Kesuburan tanaman tergantung pada jumlah unsur hara di dalam tanah. Unsur hara yang diserap tanaman dari dalam tanah merupakan unsur hara yang tersedia secara alami. Produktivitas tanah merupakan salah satu aspek hubungan antara tanaman dengan tanah, yaitu pertumbuhan tanaman berkaitan dengan unsur hara tanah. Unsur hara tersebut diperlukan tanaman untuk proses fisiologis dan pembentukan struktur tanaman (Purba et al., 2021).

Hutan alam adalah tipe hutan yang masih alami dan belum mengalami gangguan oleh aktivitas manusia, sehingga jenis-jenis pohon yang tumbuh di dalamnya merupakan vegetasi asli setempat. Komposisi vegetasinya pun beragam, berbeda dengan hutan tanaman yang umumnya hanya terdiri dari satu jenis pohon. (Pangastuti, 2015). Hutan alam memberikan banyak manfaat terutama dalam pencegahan pemanasan global. Umumnya hutan alam terdiri atas tegakan campuran yang didalamnya tersusun oleh pepohonan dengan berbagai umur dan ukuran. Hutan alam berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan lingkungan. Salah satu fungsi hutan alam adalah membantu mengatur iklim, baik di dalam wilayah hutan maupun di sekitarnya. Kemampuan hutan untuk menyerap karbondioksida dan melepaskan oksigen untuk fotosintesis membuat proses tersebut terjadi. Pengaruh negatif dari efek rumah kaca bisa dikurangi dengan meningkatnya penyerapan karbondioksida dan penyimpanan dalam bentuk biomassa karbon oleh tanaman. Kenaikan suhu saat ini di permukaan bumi adalah dampak dari pemanasan global yang akan menyebabkan perubahan iklim ekstrem di bumi. Oleh karena itu, peran hutan sangat penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon untuk mengatasi masalah efek rumah kaca dan pemanasan global (Irfan et al., 2021).

Agroforestry merupakan suatu nama kolektif dalam pengembangan sistem penggunaan lahan yang berbasis kopi. Sistem ini memadukan budidaya tanaman berkayu (tanaman keras), tanaman pertanian, dan ternak dalam satu kesatuan pengelolaan lahan. Sistem *agroforestry* berbasis kopi mengindikasikan bahwa sistem tersebut memegang peranan krusial dalam pelestarian lingkungan

sekaligus berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kesejahteraan ekonomi petani. Hasil agroforestry berbasis kopi belum mencapai tingkat optimal karena keterbatasan modal serta ketidakjelasan status kepemilikan lahan yang digunakan oleh petani. Namun demikian, sejumlah faktor turut andil dalam terbatasnya penerapan teknologi budidaya yang telah dikembangkan, khususnya terkait dengan keterbatasan ketersediaan bahan tanam unggul membuat sistem *agroforestry* berbasis kopi belum mencapai hasil yang optimal. Hasil *agroforestry* yang berbasis kopi belum mencapai potensi optimalnya, hal ini disebabkan oleh keterbatasan modal serta ketidakjelasan status tanah yang digunakan oleh para petani (Supriadi & Pranowo, 2015)

Kabupaten Toraja Utara merupakan daerah dataran tinggi dan memiliki curah hujan yang sangat tinggi (Londongallo et al., 2020). Sebagian besar wilayah di Kabupaten Toraja Utara masuk dalam Hutan Kemasyarakatan termasuk di Kelurahan Bokin. Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm) di Kabupaten Toraja Utara dilakukan dengan menerapkan strategi yang disesuaikan dengan potensi wilayah HKm, baik yang menimbulkan efek secara langsung maupun yang memberikan pengaruh secara tidak langsung bagi masyarakat. Potensi terhadap biofisik HKm di daerah tersebut penting dilakukan agar perencanaan pengelolaan lahan serta perumusan strateginya dapat disesuaikan dan dikembangkan berdasarkan kondisi lingkungan setempat (Muin et al., 2018).

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu spesies tanaman dalam sistem agroforestry yang telah dibudidayakan sejak era kolonial Belanda. Saat ini, kopi telah berkembang menjadi komoditas strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan devisa negara. Kondisi tersebut tergambarkan melalui data mengenai tingkat produksi, volume ekspor, serta cakupan luas lahan agroforestry kopi di Indonesia. Saat ini, Indonesia menempati posisi ketiga sebagai produsen kopi terbesar di dunia, setelah Brasil dan Vietnam. Berdasarkan data International Coffee Organization (ICO, 2014), volume ekspor kopi Indonesia mencapai sekitar 0,353 juta ton biji kopi, dengan total luas areal agroforestry kopi sebesar 1,2 juta hektar. Dari luas tersebut, sekitar 96% merupakan lahan milik petani rakyat, sementara sisanya, sebesar 4%, dikelola oleh sektor swasta dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN). (Anshori, 2014).

Kopi adalah komoditas penting dalam peragroforestrian di Indonesia. Indonesia adalah negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia. Saat ini, tingkat produksi kopi nasional telah mencapai angka 600 ribu ton per tahun, di mana lebih dari 80% kontribusinya berasal dari sistem agroforestry berbasis petani rakyat. Kopi menjadi salah satu komoditas andalan Indonesia yang telah memperoleh pengakuan luas di pasar global. Saat ini, banyak upaya dilakukan untuk menghasilkan kopi secara organik, yang dikenal dengan istilah kopi organik. Sektor ini didominasi oleh *agroforestry* rakyat sebesar 96% dan 4% dimiliki oleh *agroforestry* swasta dan BUMN (Winarni et al., 2013).

Variabilitas sifat fisik dan kimia tanah secara signifikan dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan spesifik di setiap wilayah. Ketika sifat-sifat tersebut berada dalam kondisi yang baik, hal ini dapat menciptakan lingkungan yang lebih mendukung bagi pertumbuhan akar tanaman, sehingga secara tidak langsung mempermudah tanaman dalam menyerap unsur hara. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian terkait Perbandingan Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tanah Di Bawah Hutan Alam dan *Agroforestry* Kopi Di Kelurahan Bokin, Kecamatan Rantebua, Kabupaten Toraja Utara.

1. 2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Perbandingan Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tanah Di Bawah Hutan Alam dan *Agroforestry* Kopi Di Kelurahan Bokin, Kecamatan Rantebua, Kabupaten Toraja Utara.

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai sifat fisik, sifat kimia, dan pengaruh kedalaman pada dua jenis lahan yang berbeda, yaitu hutan alam dan *agroforestry* kopi di Kabupaten Toraja Utara, yang dapat menjadi referensi dan pertimbangan dalam pengelolaan lahan.

1. 3 Landasan Teori

Kopi adalah salah satu tanaman *agroforestry* yang banyak dibudidayakan secara global. Produktivitas kopi di seluruh dunia mengalami peningkatan yang konsisten, dengan rata-rata laju pertumbuhan mencapai 2,21%. Indonesia, yang memiliki luas perkebunan kopi terbesar kedua di dunia, berperan penting dalam menyediakan kopi berkualitas yang dikonsumsi di berbagai negara. Tanaman kopi tergolong dalam keluarga *Rubiaceae* dan genus *Coffea* (Pradipta, 2017).

Klasifikasi tanaman kopi (*Coffea sp.*) menurut Anshori (2014) sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Rubiales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea sp.</i> [<i>Coffea arabica</i> L., <i>Coffea canephora</i> , <i>Coffea liberica</i>]

Tanah berperan sebagai tempat tumbuh bagi tanaman. Tanaman memperoleh zat-zat makanan dari tanah guna mendukung pertumbuhannya. Oleh sebab itu, tingkat kesuburan tanaman sangat dipengaruhi oleh kandungan unsur hara dalam tanah. Unsur hara yang dimanfaatkan oleh tanaman berasal dari kandungan alami yang tersedia di dalam tanah. Dengan kata lain, tanah

menjadi sumber nutrisi utama bagi tanaman. Tingkat produktivitas tanah mencerminkan hubungan antara tanaman dan tanah, di mana pertumbuhan tanaman berkaitan erat dengan keberadaan unsur hara. Unsur hara ini sangat penting dalam menunjang proses fisiologis serta pembentukan struktur tanaman (Purba et al., 2021).

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif antara fraksi pasir, fraksi debu, dan fraksi liat yang ada dalam sistem tanah, juga menggambarkan tingkat kekasaran atau kahalusan tanah tertentu. Setiap tanah memiliki presentase pasir, hanya debu dan tanah liat. Tanah bertekstur pasir didominasi oleh fraksi pasir, sementara tanah bertekstur debu didominasi oleh fraksi debu (Salam, 2020). Tekstur berpengaruh pada kemudahan pengelolaan tanah, kemampuan permeabilitas tanah, daya tahan air serta hara dan memiliki pengaruh pada perkembangan akar tanaman. Jika dibandingkan dengan lahan pertanian, tekstur tanah pada hutan alam cenderung lebih terdegradasi dengan baik, yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan bahan organik yang melimpah di dalamnya (Tolaka et al., 2013).

Struktur tanah adalah bergabungnya fraksi tanah membentuk bangunan tiga dimensi dalam bentuk agregat. Dalam pembentukan struktur tanah, fraksi debu dan pasir memiliki fungsi sebagai kerangka, sementara fraksi liat, humus berfungsi sebagai perekat yang menggabungkan fraksi debu dan pasir. Kemantapan tanah didukung oleh keberadaan liat, humus, dan seskuioksida tanah yang membuat tanah lebih tahan terhadap kekuatan fisik yang menekan, seperti hantaman butiran air hujan (Salam, 2020).

Warna tanah adalah ciri fisik yang bisa mencerminkan kondisi tanah dan sangat mudah dikenali. Warna tanah dapat memberikan indikasi mengenai sifat-sifat tanah, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada di dalamnya. Perbedaan warna pada permukaan tanah umumnya disebabkan oleh variasi kandungan bahan organik. Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi cenderung memiliki warna yang lebih gelap (Kartina et al., 2016).

Porositas tanah mengacu pada jumlah pori di dalam tanah yang diisi dengan air dan udara, dibandingkan dengan total volume tanah. Pori tanah biasanya berisi udara pada pori-pori besar, sementara air akan masuk ke pori-pori yang lebih kecil. Beberapa faktor yang memengaruhi nilai porositas tanah meliputi ukuran butiran dan berat jenis tanah. Jumlah ruang pori tanah dipengaruhi oleh susunan butiran padat, sementara ukuran pori dalam struktur butiran tanah turut menentukan jumlah dan karakteristik pori tersebut (Kusuma & Yulfiah, 2018).

Permeabilitas tanah adalah kecepatan air dalam menembus tanah yang diukur dalam cm/jam. Permeabilitas tanah mengacu pada seberapa cepat atau lambat air meresap ke dalam tanah. Permeabilitas mengacu pada sifat suatu bahan yang memungkinkan cairan, seperti minyak dan air, mengalir atau merembes melalui material tersebut. Hal ini terjadi karena pori-pori tanah yang

saling terhubung, memungkinkan aliran air dari area dengan energi lebih tinggi menuju area yang lebih rendah (Alnasir, 2020).

Menurut Kusuma et al., (2014) pH tanah merupakan indikator konsentrasi ion hidrogen dalam larutan tanah. Larutan dengan pH rendah dikategorikan sebagai 'asam', sedangkan larutan dengan pH tinggi disebut 'basa'. Umumnya, tanah di daerah yang lembap bersifat asam, sedangkan tanah di wilayah kering lebih cenderung bersifat basa. Pada tanah yang bersifat asam, ion hidrogen (H^+) lebih mendominasi dibandingkan ion hidroksil (OH^-), sementara pada tanah basa, ion hidroksil (OH^-) lebih banyak daripada ion hidrogen (H^+). Skala pH berkisar dari 0 (sangat asam) hingga 14 (sangat basa), dengan angka 7 menunjukkan kondisi netral. Rentang pH tanah biasanya berada antara 4 hingga 10. Skala ini dibuat untuk memudahkan dalam mengukur konsentrasi ion H^+ yang sangat kecil di dalam air atau sistem biologis lainnya.

Bahan Organik (BO) adalah kunci keberhasilan dan keberlanjutan pertanian di daerah tropika basah. Penyebab degradasi lahan termasuk pemupukan, erosi, pembakaran sisa panen, dan pengolahan tanah berlebih. Salah satu faktor penentu kesuburan tanah adalah bahan organik (BO) yang berguna untuk meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Kartina et al., 2016). Bahan organik tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi kesuburan tanah, khususnya di wilayah tropis seperti Indonesia, yang memiliki suhu tinggi dan curah hujan yang signifikan. Rendahnya kandungan bahan organik membuat partikel tanah lebih mudah terpecah akibat hujan deras dan terbawa oleh aliran permukaan, yang dapat menyebabkan erosi. Pada kondisi ekstrem, hal ini dapat berujung pada desertifikasi (Risma, 2023).

Nitrogen adalah elemen hara utama yang diperlukan oleh hampir semua jenis tanaman untuk mendukung pertumbuhannya. Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat, yang memiliki muatan negatif, sehingga selalu berada dalam larutan dan mudah diserap oleh akar. Tidak seperti unsur hara lain, nitrogen tidak secara alami tersedia dalam bentuk mineral. Sebagian besar nitrogen berasal dari atmosfer dan dapat masuk ke dalam tanah melalui curah hujan atau partikel-partikel yang terbawa oleh udara (Siswanto, 2018)

Menurut Sari et al. (2017) Fosfor (P) merupakan salah satu hara esensial bagi tanaman. Tanaman sangat membutuhkan fosfor untuk pertumbuhannya. Fosfor dalam tanah memiliki tingkat ketersediaan yang rendah bagi tanaman karena banyak fosfor terjebak dalam tanah. Peningkatan ketersediaan fosfor dalam tanah dapat dicapai melalui penambahan bahan organik. Bahan organik berperan langsung dalam menyediakan fosfor melalui proses mineralisasi, yakni penguraian senyawa organik yang melepaskan fosfor dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. Selain itu, bahan organik juga dapat memberikan kontribusi secara tidak langsung dengan membantu melepaskan fosfor yang sebelumnya terikat atau terperangkap, membuatnya tersedia untuk tanaman.

Tanaman memanfaatkan unsur hara kalium dalam bentuk ion K^+ . Kandungan senyawa kalium hasil pelapukan mineral di dalam tanah bervariasi, tergantung pada jenis bahan induk yang membentuk tanah tersebut (Hanafiah, 2005). Agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang, kalium (K) merupakan unsur yang diperlukan. Kalium berperan penting dalam merangsang pertumbuhan akar, mendukung proses sintesis protein, memperkuat daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit, serta mempercepat proses pengisian biji secara optimal. Selain ketersediaan K yang rendah, tiga faktor erosi tanah, pencucian K akibat air, dan penyerapan tanaman dapat menurunkan ketersediaan K di tanah (Mu'min et al., 2016).

Kapasitas Tukar Kation (KTK) mengacu pada kemampuan tanah untuk menukar kation dalam larutan tanah dengan kation lain yang terikat pada permukaan partikel tanah yang aktif. Meskipun seluruh komponen tanah berkontribusi terhadap area pertukaran kation, sebagian besar proses ini berlangsung pada partikel-partikel liat dan bahan organik. Pertukaran kation terjadi secara intensif di permukaan partikel liat berukuran sangat kecil dan bahan humus, yang disebut misel. Setiap misel membawa muatan negatif dalam jumlah besar, yang dinetralkan oleh kation yang menempel di permukaannya. Nilai KTK suatu tanah sangat dipengaruhi oleh kadar liat dan kandungan bahan organiknya. Secara umum, tanah dengan tekstur lebih halus atau kandungan liat yang tinggi serta kandungan bahan organik yang lebih besar akan memiliki kapasitas tukar kation yang lebih tinggi, karena keduanya menyediakan lebih banyak permukaan untuk reaksi pertukaran kation (Suryani, 2014).

Karakteristik sifat fisik hutan tanaman dan tanaman pertanian memiliki perbedaan terutama pada warna tanah di hutan alam umumnya lebih gelap dibandingkan pada tanaman pertanian yang disebabkan oleh perbedaan komposisi dari bahan organik pada tanah. Variasi sifat kimia tanah antara ekosistem hutan alami dan lahan pertanian dipengaruhi oleh pemberian pupuk pada lahan tanaman pertanian sehingga pH, C organik, N total, P total, dan basa-basa dapat ditukar K, Ca, Mg, Na di lahan tanaman pertanian lebih tinggi dibandingkan pada hutan alam (Pardomuan, 2024).

Ciri utama pada hutan alam adalah campuran pepohonan dari berbagai umur dan ukuran. Sebaliknya, hutan buatan atau hutan tanaman umumnya berupa tegakan homogen (monokultur) yang terdiri atas satu spesies pohon utama dengan umur yang seragam, mungkin dari benih yang sama (Salatalohy et al., 2022). Berbeda pada sistem *agroforestry* merupakan pemanfaatan lahan yang berpusat pada kelestarian lingkungan yang menggabungkan pohon dengan tanaman tahunan dan atau ternak pada satu lahan. Ini akan meningkatkan kehidupan petani, terutama mereka yang tinggal di dekat hutan, dengan memperbaiki dan mempertahankan lingkungan (Hamid et al., 2023).

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November-Desember 2024 di Kelurahan Bokin, Kecamatan Rantebua, Kabupaten Toraja Utara untuk pengambilan data. Sampel tanah diidentifikasi dan dianalisis di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon Fakultas Kehutanan dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. GPS (*Geographic Position System*) digunakan untuk mengambil titik koordinat lokasi penelitian.
2. Roll meter digunakan untuk mengukur plot.
3. Tali rafia dan patok digunakan untuk pembuatan plot.
4. Pita meter digunakan untuk mengukur keliling batang tanaman dan mengukur kedalaman tanah
5. Clinometer digunakan untuk mengukur tinggi total dan tinggi bebas cabang pohon.
6. Cangkul dan linggis digunakan untuk menggali tanah.
7. Sekop digunakan untuk mengambil sampel tanah.
8. Ring sampel digunakan untuk mengambil sampel tanah utuh.
9. Plastik klip digunakan untuk menyimpan sampel tanah.
10. Spidol permanen digunakan untuk menandai sampel pada plastik klip.
11. Alat tulis menulis dan *tally sheet* digunakan sebagai alat dan media mencatat data pengukuran dan analisis keadaan lapangan.
12. *Handphone* digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian.
13. Alat-alat laboratorium digunakan untuk pengujian sampel tanah.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian, serta bahan-bahan yang digunakan di laboratorium seperti *aquades*, dan larutan indikator lainnya.

2.3 Metode Pelaksanaan Penelitian

Penetapan plot dalam penelitian ini menggunakan metode purposive sampling, yakni dengan memilih secara langsung lokasi pengambilan sampel yang dinilai representatif. Pemilihan lokasi ini mempertimbangkan sejumlah aspek, salah satunya adalah kesamaan elevasi atau ketinggian tempat yang tidak memiliki perbedaan signifikan antar titik pengamatan, keadaan topografi yang landai dan jarak antara hutan alam dan *agroforestry* kopi yang berdekatan. Karakteristik

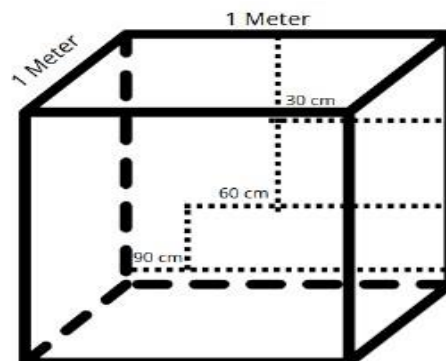
tanah yang diamati dalam penelitian ini yaitu tekstur, struktur, warna, porositas, *bulk density*, pH tanah, bahan organik, NPK dan KTK.

2.3.1 Survei Lapangan dan Pengambilan Sampel

Pengamatan yang dilakukan di lapangan yaitu pengamatan karakteristik tanah dan pengambilan contoh tanah. Penempatan plot pengamatan ditempatkan pada lokasi hutan alam dan *agroforestry* kopi. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*, yaitu penunjukkan langsung terhadap lokasi yaitu masing-masing 3 plot di hutan alam dan 3 plot pada lahan *agroforestry* kopi dengan ukuran plot masing-masing 20 m x 20 m dengan mengamati beberapa faktor seperti keadaan topografi, ketinggian tempat, dan kondisi tanah serta jenis dan kerapatan tumbuhan pada hutan alam dan *agroforestry* kopi.

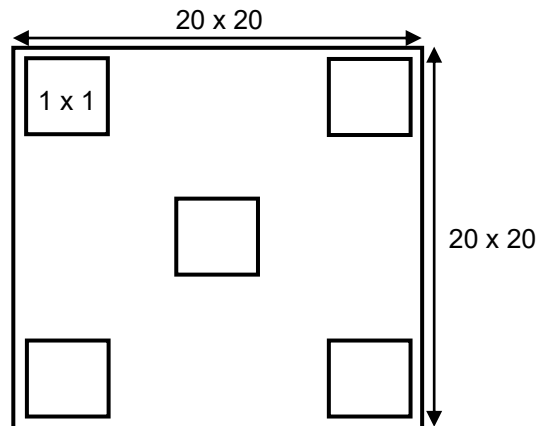
Langkah-langkah dalam pengambilan sampel tanah yaitu:

1. Membuat plot pengukuran dan pengambilan sampel tanah dengan ukuran 20 m x 20 m masing-masing sebanyak 3 plot pada hutan alam dan *agroforestry* kopi.
2. Membuat 4 sub plot pada setiap sudut dan 1 sub plot yang berada pada titik tengah plot berukuran 1 m x 1 m.
3. Menggali tanah pada 5 sub plot dengan kedalaman 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm.
4. Mengambil sampel tanah pada 5 sub plot tersebut, kemudian dikompositkan menjadi 1 sampel tanah terusik.
5. Menentukan 1 titik untuk mengambil tanah tidak terusik pada bagian tengah plot yang dianggap mewakili di setiap lokasi.
6. Menggali untuk mengambil profil tanah berukuran 1 m x 1 m kedalaman 30cm, 60cm dan 90 cm.
7. Tanah diambil sebagai sampel pada lapisan I (L1) dengan kedalaman 0-30 cm, lapisan II (L2) dengan kedalaman 31-60 cm, dan lapisan III (L3) dengan kedalaman 61-90 cm.



Gambar 1. Sketsa Pengambilan Profil Tanah Berdasarkan Kedalaman

8. Selanjutnya Sampel tanah yang telah dikumpulkan dimasukkan ke dalam plastik sampel sesuai dengan kedalaman masing-masing plot, lalu diberi tanda dengan kode hutan alam (HA), *Agroforestry* Kopi (AK), kode plot (P) dan kode lapisan (L), contohnya HA/AKP1L1, HA sebagai tanda Hutan Alam/*Agroforestry* Kopi, P1 sebagai tanda plot 1 dan L1 sebagai tanda lapisan 1.
9. Memasukkan sampel tanah kedalam plastik sampel yang telah diberi tanda.
10. Mengukur tinggi, diameter, dan menghitung jumlah tumbuhan/tanaman yang ada dalam plot.



Gambar 2. Sketsa Plot Pengambilan Sampel Tanah

2.3.2 Analisis Laboratorium

Penentuan sifat fisik dan kimia tanah dilakukan dengan analisis laboratorium dengan mengkompositkan tanah terusik untuk Identifikasi karakteristik tanah mencakup analisis terhadap tekstur, struktur, warna, tingkat keasaman (pH), kandungan nitrogen, fosfor, kalium, serta kadar bahan organik yang terdapat dalam tanah. Sedangkan untuk penentuan porositas dan kerapatan bongkah/BD menggunakan tanah tidak terusik.

1. Sifat Fisik Tanah

a. Penentuan Tekstur Tanah

Penetapan tekstur tanah ditentukan dengan metode *hydrometer* yang pada prinsipnya terlebih dahulu dilakukan pengukuran berat partikel tanah dengan menggunakan *hydrometer*. Dari hasil pengukuran *hydrometer* ini, persentase kandungan pasir, debu, dan liat dapat diketahui, sehingga kelas tekstur tanah dapat ditetapkan dengan bantuan segitiga tekstur dari *United State Department of Agriculture* (USDA).

b. Struktur Tanah

Penetapan struktur tanah dilakukan secara langsung di lapangan dengan mengambil contoh tanah utuh (berupa bongkahan tanah), gumpalan tanah kemudian dipecahkan dengan ditekan menggunakan jari. Pecahan dari

gumpalan tersebut merupakan agregat atau gabungan agregat. Bentuk struktur tanah tersebut kemudian dicocokkan dengan kriteria yang ada di dalam buku pedoman pengamatan tanah.

c. Warna Tanah

Penentuan warna tanah dilakukan secara langsung di lapangan dengan membandingkan warna sampel tanah dengan warna baku yang terdapat pada buku *Munsell Soil Color Chart*.

d. Penentuan Porositas Tanah (*Bulk Density*)

Porositas tanah dianalisis dengan ring sampel yang berisi tanah ditimbang, kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 105°C. Setelah dioven, ring sampel yang berisi tanah kering ditimbang. Labu ukur disiapkan dan ditimbang dalam keadaan kosong. Sampel tanah kemudian dikeluarkan dari dalam ring, lalu ring kosong ditimbang serta diukur diameter dan tingginya. Sampel tanah sebanyak 50 gram ditumbuk, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur lalu ditimbang. Setelah ditimbang, air yang telah dididihkan ditambahkan hingga mencapai leher labu ukur, kemudian labu ukur dipanaskan hingga mendidih menggunakan alat *hot plate* laboratorium. Setelah mendidih, labu ukur direndam di dalam baskom yang berisi air, kemudian aquades ditambahkan hingga mencapai garis yang terdapat pada batang labu ukur dan diaduk menggunakan batang pengaduk, lalu didiamkan hingga dingin. Setelah dingin, jumlah *aquades* pada labu ukur diperiksa kembali jika kurang ditambahkan hingga mencapai garis yang terdapat pada batang labu ukur, kemudian ditimbang. Sutanto (2005) dalam Herviana et al. (2021) berikut adalah klasifikasi porositas tanah:

Tabel 1. Klasifikasi Porositas Tanah

Porositas (%)	Kategori
<30	Sangat jelek
30-40	Jelek
40-50	Kurang baik
50-60	Baik
60-80	Porous
100	Sangat porous

e. Permeabilitas Tanah

Analisis yang dilakukan untuk penentuan permeabilitas yaitu terlebih dahulu melakukan perendaman terhadap ring sampel tanah selama 24 jam, kemudian dilakukan uji permeabilitas dengan melihat berapa banyak air yang lolos, pengamatan dilakukan sebanyak 3 kali dalam rentang waktu 15 menit sekali. Sutanto (2005) dalam Herviana et al. (2021), berikut ini klasifikasi permeabilitas tanah :

Tabel 2. Kriteria Permeabilitas Tanah

No	Laju Permeabilitas (cm/jam)	Kategori
	< 0,13	Sangat Lambat
	0,13 – 0,51	Lambat
	0,51 – 2,00	Agak Lambat
	2,00 – 6,35	Sedang
	6,35 – 12,70	Agak cepat
	12,70 – 25,40	Cepat
	> 25,40	Sangat Cepat

2. Sifat Kimia Tanah

a. Penentuan pH Tanah

Penentuan ini dilakukan dengan menyiapkan 5 g contoh sampel tanah yang telah kering yang dimasukkan ke dalam *roll film*. Selanjutnya 12,5 ml air suling (aquades) ditambahkan ke dalam sampel tanah, kemudian campuran tersebut diaduk hingga homogen selama 30 menit. Setelah itu, pengukuran tingkat keasaman tanah dilakukan menggunakan alat pH meter. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005), berikut adalah kriteria pH tanah:

Tabel 3. Klasifikasi pH Tanah

pH	Kategori
<4,5	Sangat Masam
4,5-5,5	Masam
5,6-6,5	Agak Masam
6,6-7,5	Netral
7,6-8,5	Agak Alkalis
>8,5	Alkalis

b. Penentuan Bahan Organik (C-Organik)

Metode digunakan untuk melakukan analisis C-Organik yaitu Walkey dan Black. Penetapan dengan metode ini dilakukan dengan sampel tanah sebanyak 1 g ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Selanjutnya ditambahkan 5 ml kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), lalu dihomogenkan hingga tercampur rata. Asam sulfat pekat (H_2SO_4) kemudian ditambahkan sebanyak 5 ml, lalu dihomogenkan hingga tercampur rata dan didiamkan selama 30 menit. Kemudian aquades ditambahkan hingga campuran mencapai 100 ml. Selanjutnya ditambahkan 3-5 tetes indikator difenilamin ($C_{12}H_{11}N$), lalu dititrasi dengan larutan amonium ferro sulfat $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ sampai terlihat perubahan warna. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005), berikut adalah kriteria kandungan karbon pada tanah.

Tabel 4. Klasifikasi Bahan Organik Tanah

C%	Kategori
<1	Sangat Rendah
1-2	Rendah
2-3	Sedang
3-5	Tinggi
>5	Sangat Tinggi

c. Penentuan Kadar Nitrogen (N)

Penentuan ini dilakukan dengan metode Kjeldahl yang pada prinsipnya sampel tanah sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam labu destilasi, kemudian ditambahkan 2 gr magnesium oksida (MgO) dan natrium hidroksida (NaOH) 10N, lalu didestilasikan dengan penampun Erlenmeyer berisi asam borat (H_3BO_3) 10 ml ditambahkan 5 tetes indikator Conway. Ketika terjadi perubahan warna pemanasan dihentikan lalu Erlemenyer dilepaskan dan alat destilasi dibilas. Larutan hasil proses destilasi selanjutnya dianalisis melalui proses titrasi menggunakan larutan HCl 0,05 N, lalu volume Me HCl yang digunakan, yang setara dengan Me NH_4 yang terdestilasi, dicatat. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005), berikut adalah kriteria kandungan nitrogen pada tanah.

Tabel 5. Kriteria Kadar Nitrogen

N (%)	Kategori
<0,10	Sangat Rendah
0,10-0,20	Rendah
0,21-0,50	Sedang
0,51-0,75	Tinggi
>0,75	Sangat Tinggi

d. Penentuan Kadar Fosfor (P)

Penentuan ini menggunakan metode *P-bray* yang pada prinsipnya dilakukan dengan sebanyak 2 gr contoh tanah dengan ukuran <2 mm ditimbang, sebanyak 25 ml larutan ekstrak *Bray* dan *Kurt I* ditambahkan. Selanjutnya, campuran diaduk secara merata selama lima menit. Setelah proses homogenisasi, larutan yang tampak keruh disaring, dan hasil bilasannya dikembalikan ke saringan semula (penyaringan dilakukan maksimal lima menit). Sebanyak 2 ml dari ekstrak yang sudah jernih kemudian diambil menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel tanah beserta larutan standar masing-masing ditambahkan zat pewarna fosfat, diaduk kembali hingga merata, lalu dibiarkan selama 30 menit untuk bereaksi. Setelah itu, absorbansinya diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005), berikut adalah kriteria kandungan fosfor pada tanah.

Tabel 6. Kriteria Kadar Fosfor Tanah

P₂O₅ Olsen (mg/kg)	Kategori
<10	Sangat Rendah
10-20	Rendah
21-40	Sedang
41-60	Tinggi
>60	Sangat Tinggi

e. Penentuan Kadar Kalium (K)

Penentuan ini menggunakan metode P-Bray yang pada prinsipnya dilakukan dengan sebanyak 2 gram contoh tanah dengan ukuran <2 mm ditimbang, lalu dimasukkan ke dalam botol, lalu ditambahkan 10 ml larutan HCl dengan konsentrasi 25%. Setelah itu, campuran diaduk secara menyeluruh menggunakan alat pengocok (*shaker*) selama 5 jam guna memastikan homogenitas. Setelah itu, campuran dipindahkan ke dalam tabung reaksi kemudian dibiarkan semalam atau diproses dengan sentrifugasi. Sebanyak 0,5 ml ekstrak jernih dari sampel diambil menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 9,5 ml air bebas ion untuk melakukan pengenceran hingga 20 kali lipat, lalu dihomogenkan. Berikutnya, 2 ml ekstrak encer dari sampel dan standar dipipet ke dalam tabung reaksi masing-masing, lalu ditambahkan 10 ml larutan pereaksi pewarna fosfor dan dihomogenkan kembali. Setelah didiamkan selama 30 menit, absorbansi campuran diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm. Sementara itu, untuk analisis kalium, ekstrak encer dari sampel dan standar kalium langsung dianalisis menggunakan flamefotometer. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005), berikut adalah kriteria kandungan kalium pada tanah.

Tabel 7. Kriteria Kadar Kalium Tanah

K (me/100g)	Kategori
<0,1	Sangat Rendah
0,1- 0,2	Rendah
0,3 - 0,5	Sedang
0,6 - 1,0	Tinggi
>1,0	Sangat Tinggi

f. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Penentuan KTK dilakukan dengan menggunakan metode pencucian dan ekstraksi. Pertama, sebanyak 2,5 g sampel tanah ditimbang dalam tabung kocok, kemudian ditambahkan 50 ml ammonium asetat 1 M. Campuran tersebut dikocok dengan mesin shaker selama 2 jam, lalu disaring menggunakan kertas saring whatman nomor 42 ke dalam tabung kocok. Tanah yang tertinggal di kertas saring dibilas dengan 150 ml alkohol 76% ke dalam *erlenmayer* 125 ml. Setelah

itu, tanah yang telah siram dengan alkohol 76% dikeringkan dan dibersihkan dengan 50 ml KCl 0,1 M, kemudian dikocok selama 1 jam. Penyaringan dilakukan lagi dengan kertas saring whatman nomor 42 ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian ditambahkan KCl 0,1 M hingga mencapai tanda batas pada garis. Larutan dalam labu ukur 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung digester untuk proses destilasi menggunakan alat Kjeldahl. Larutan hasil destilasi yang berwarna biru ditampung dalam erlenmayer 250 ml dan dititrasi dengan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0,02 N. Kemudian mencatat volume larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0,02 N yang digunakan. Berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2005) klasifikasi Kapasitar Tukar Kation (KTK) tanah adalah sebagai berikut :

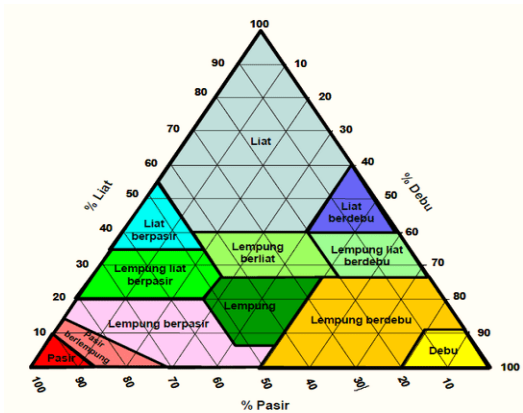
Tabel 8. Klasifikasi KTK

KTK (cmol/kg)	Kategori
< 5	Sangat Rendah
5 - 16	Rendah
17 - 24	Sedang
25 - 40	Tinggi
> 40	Sangat Tinggi

2.4 Analisis Data

1. Penentuan Tekstur Tanah

Penentuan tekstur tanah dilakukan dengan menggunakan segitiga tekstur tanah berdasarkan pengamatan terhadap persentase kandungan pasir, debu dan liat. Segitiga tekstur tanah dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. Segitiga Tekstur Tanah

Untuk penentuan persenan fraksi tanah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ Liat} &= \frac{\text{Berat Liat}}{\text{Berat debu liat+berat pasir}} \times 100 \% \\ \% \text{ Debu} &= \frac{\text{Berat Debu}}{\text{Berat debu liat+berat pasir}} \times 100 \% \\ \% \text{ Pasir} &= \frac{\text{Berat Pasir}}{\text{Berat debu liat+berat pasir}} \times 100 \%\end{aligned}$$

2. Kerapatan Bongkah (*Bulk Density*)

Bulk density atau kerapatan bongkah adalah perbandingan berat tanah kering dengan satuan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah, umumnya dinyatakan dalam gr/cm^3 . Penentuan *bulk density* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Kerapatan Bongkah} = \frac{\text{Berat Tanah Kering (g)}}{\text{Volume Tanah (cm}^3\text{)}}$$

Keterangan :

r : Jari-jari ring (cm)

t : Tinggi ring (cm)

Volume tanah : Volume ring ($\pi r^2 t$)

3. Kerapatan Partikel (*Particle Density*)

Kerapatan partikel menggambarkan banyaknya massa partikel dalam suatu volume tertentu. Umumnya, satuan yang digunakan adalah kilogram per meter kubik (kg/m^3) atau gram per sentimeter kubik (g/cm^3).

$$\text{Kerapatan Partikel} = \left(\frac{\text{Massa tanah (g/cm}^3\text{)}}{\text{Volume tanah (g/cm}^3\text{)}} \right)$$

4. Porositas

Porositas tanah adalah rasio volume pori terhadap volume total tanah. Pori-pori ini dapat berisi udara atau air, dan porositas merupakan parameter penting dalam karakterisasi sifat hidrologis dan permeabilitas tanah. Penentuan porositas tanah dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Porositas Tanah} = \left(1 - \frac{\text{Kerapat bongkah (g/cm}^3\text{)}}{\text{Kerapatan partikel (g/cm}^3\text{)}} \right) \times 100\%$$

5. Permeabilitas Tanah

$$\text{Permeabilitas} = \frac{\text{Jumlah hasil pengukuran (cm)}}{\text{Jumlah pengukuran (jam)}}$$

6. Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah memainkan peran penting dalam kesuburan dan produktivitas tanah. Penentuan bahan organik tanah dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{ C} = \frac{(\text{B}-\text{T}) \times \text{N} \times 3 \times 1,33}{\text{Berat sampel tanah}} \times 100 \%$$

Keterangan : B : Blanko (Larutan Tanpa Sampel)

T : Titrasi (Sampel + Larutan)

N : Normalitas (Penitar 0,2)

3 : Berat equivalen

1,33 : Faktor koreksi

7. Diameter Pohon

Diameter pohon diukur pada batang pohon setinggi dada, yang umumnya diukur pada tinggi 1,3 meter di atas permukaan tanah dengan menggunakan pita pengukur atau penggaris diameter. Penentuan diameter pohon dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$D = \frac{K}{\pi}$$

Keterangan : D : Diameter (cm)

K : Keliling (cm)

π : 3,14

8. Tinggi Pohon

Tinggi pohon diukur dengan menggunakan aplikasi *Clinometer*. Pengukuran dilakukan dengan berdiri pada jarak 10 meter dari pohon, kemudian pegang *handphone* sejajar dengan mata dan arahkan ke puncak pohon untuk mengukur sudut elevasi antara garis pandang dan puncak pohon. Selanjutnya akan muncul sudut elevasi yang akan digunakan untuk mengetahui tinggi pohon yang akan dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

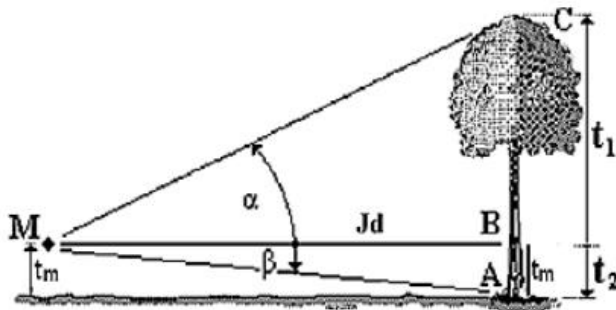
$$T_{tot} = (\tan \alpha \times Jd) + t_m$$

Keterangan : T_{tot} : Tinggi total (m)

Jd : Jarak datar pengamat ke pohon (10 m)

t_m : Tinggi mata pengamat (m)

α : sudut tinggi total ($^\circ$)



Gambar 4. Ilustrasi Pengukuran Tinggi Pohon

9. Luas Bidang Dasar Pohon

Luas bidang dasar pohon adalah ukuran dari luas penampang melintang batang yang erat kaitannya dengan pertumbuhan diameter pohon. Untuk mengetahui luas bidang dasar pohon dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$LBDS = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Keterangan : LBDS : Luas bidang dasar (m^2)

π : 3,14

D : Diameter (m)

10. Volume Pohon

Untuk mengetahui volume pohon dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$V = LBDS \times T_{tot} \times f$$

Keterangan :

V : Volume

LBDS : Luas bidang dasar (m²)

T_{tot} : Tinggi total pohon (m)

f : Faktor koreksi (0,7 hutan alam dan 0,8 hutan tanaman)

11. Kerapatan

Kerapatan tegakan adalah ukuran yang menggambarkan jumlah pohon atau volume pohon per satuan area dalam suatu hutan atau lahan. Untuk mengetahui kerapatan tegakan dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah pohon}}{\text{Luas area (Ha)}}$$