

KARAKTERISTIK SIFAT FISIK TANAH PADA LAHAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) BERDASARKAN KETINGGIAN TEMPAT DI KAWASAN GUNUNG KARANG PROVINSI BANTEN

Physical Soil Properties Characteristic on Robusta Coffea (Coffea canephora) Plantation Based on Altitude in Mount Karang Area, Banten Province

¹Vivin Safinah, ¹Sri Ritawati, ¹Nuniek Hermita, & ¹Endang Sulistyorini

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Trtayasa, Serang, Banten, Indonesia.

e-mail : vivinsafinah54@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai media tumbuh serta penyedia unsur hara, air, dan udara bagi tanaman. Kualitas tanah sangat dipengaruhi oleh sifat fisiknya, seperti tekstur, struktur, dan bobot isi, yang berperan dalam mengatur ketersediaan air, aerasi, serta perkembangan akar tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sifat fisik tanah pada lahan kopi Robusta berdasarkan perbedaan ketinggian tempat di kawasan Gunung Karang. Penelitian dilakukan menggunakan metode survei lapangan dengan pengambilan sampel tanah pada tiga lokasi, yaitu dataran rendah di Desa Panyaungan Jaya (± 385 mdpl), dataran sedang di Desa Juhut (± 551 mdpl), dan dataran tinggi di Desa Citaman (± 742 mdpl). Analisis laboratorium dilakukan untuk menentukan tekstur tanah menggunakan metode pipet, struktur tanah melalui observasi visual, dan bobot isi tanah dengan metode gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ketinggian tempat menyebabkan perubahan sifat fisik tanah. Tekstur tanah berubah dari lempung pada dataran rendah menjadi lempung berdebu pada dataran sedang dan tinggi. Struktur tanah berkembang dari granular sedang–kasar menjadi granular halus yang menunjukkan agregasi tanah lebih baik. Selain itu, bobot isi tanah menurun dari kategori sedang menjadi ringan, yang mengindikasikan peningkatan porositas dan aerasi tanah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanah pada dataran tinggi memiliki kualitas fisik yang lebih baik untuk mendukung pertumbuhan kopi Robusta. Temuan ini dapat menjadi dasar dalam pengelolaan lahan kopi berdasarkan ketinggian tempat serta mendukung pengembangan evaluasi kesesuaian lahan dan pengelolaan tanah berkelanjutan.

Kata kunci: Gunung Karang, Ketinggian Tempat, Kopi Robusta, Sifat Fisik Tanah.

ABSTRACT

Soil is a fundamental component that functions as a growing medium and a provider of essential nutrients, water, and air for plant growth. Soil quality is strongly influenced by its physical properties, including texture, structure, and bulk density, which play crucial roles in regulating water availability, soil aeration, and root development. This study aimed to analyze the physical characteristics of soil under Robusta coffee plantations across different elevations in the Gunung Karang region. The research was conducted using a field survey method with soil sampling carried out at three elevation levels: lowland in Panyaungan Jaya Village (± 385 m above sea level), mid-altitude land in Juhut Village (± 551 m above sea level), and highland in Citaman Village (± 742 m above sea level). Laboratory analyses were performed to determine soil texture using the pipette method, soil structure through visual observation, and bulk density using the gravimetric method. The results indicated that increasing elevation led to significant changes in soil physical properties. Soil texture shifted from loam in the lowland area to silt loam in the mid-altitude and highland areas. Soil structure developed from medium-to-coarse granular to fine granular, indicating improved aggregate stability. In addition, bulk density decreased from a moderate to a low category, reflecting enhanced soil porosity and aeration. These findings suggest that soils at higher elevations possess more favorable physical conditions for supporting Robusta coffee growth. The results provide a scientific basis for elevation-based coffee land management and contribute to land suitability assessment and the development of sustainable soil management practices.

Keywords: Altitude, Mount Karang, Robusta Coffee, Soil Physical Properties.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan komponen utama dalam ekosistem pertanian yang berfungsi sebagai tempat tumbuh tanaman serta sebagai penyedia unsur hara, air, dan udara bagi sistem perakaran sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Tanah didefinisikan sebagai tubuh alam yang tersusun atas campuran mineral, bahan organik, air, dan udara yang terbentuk melalui proses pelapukan dan

perkembangan profil tanah sifat dan komposisi tanah sangat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti iklim, geologi, topografi, dan vegetasi. Peran tanah sangat penting dalam mendukung ekosistem daratan dan menjadi unsur esensial dalam pertanian karena kemampuannya dalam menyediakan unsur hara, menyimpan air, menyaring zat-zat terlarut, dan menjadi media tumbuh bagi akar tanaman. Ketersediaan unsur hara dalam tanah sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah itu sendiri, seperti sifat fisik, kimia dan

biologi, sehingga kualitas tanah menjadi faktor utama dalam keberhasilan budidaya tanaman (Hakim, 2025).

Sifat fisik tanah merupakan salah satu karakteristik utama yang berperan dalam memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan vegetasi serta memiliki keterkaitan yang erat dengan berbagai sifat tanah lainnya (Sholihat & Hermita, 2025). Kondisi fisik tanah menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman karena menentukan ketersediaan air dan udara di dalam tanah yang pada akhirnya berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah. Karakteristik fisik tanah meliputi tekstur, struktur, porositas, permeabilitas, dan bobot isi, yang masing-masing berkontribusi terhadap kemampuan tanah dalam menyimpan, menahan, dan mengalirkan air. Selain itu, sifat-sifat tersebut juga menentukan kondisi aerasi tanah serta kapasitas tanah dalam menyediakan air dan oksigen yang diperlukan oleh sistem perakaran tanaman untuk menunjang pertumbuhan secara optimal (Aulia W, Thaha R. A, 2024).

Karakteristik sifat fisik tanah tidak selalu seragam, terutama pada lahan dengan kondisi topografi yang bervariasi seperti daerah pegunungan. Ketinggian tempat dapat dibagi menjadi dataran rendah <400 mdpl, dataran sedang 400 – 700 mdpl, dan dataran tinggi >700 mdpl (Fidiyanto & Izzati, 2024). Selain itu intensitas erosi, serta pengolahan lahan yang kurang tepat juga dapat memengaruhi sifat fisik tanah pada setiap lokasi. Tanah di daerah lereng atau pegunungan umumnya mengalami degradasi akibat erosi, sehingga memiliki tekstur yang lebih kasar, struktur yang kurang stabil, serta kapasitas menahan air yang rendah (Dewantari & Wicaksono, 2023). Hal tersebut dapat mempengaruhi kesuburan tanah dan kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Kopi robusta (*Coffea canephora*) adalah salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomi dan nilai ekspor yang tinggi. Selain itu kopi robusta juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan utama minuman kopi yang digemari masyarakat. Kopi robusta juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan produk makanan seperti kue, dodol, dan permen, sebagai produk pengharum ruangan serta sebagai produk kecantikan seperti pembersih wajah dan parfum. Kopi jenis ini banyak dibudidayakan di daerah dataran rendah hingga tinggi. Tanaman ini dikenal mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, namun tetap memerlukan kondisi tanah yang sesuai untuk mencapai produktivitas optimal (Mangoensoekarto, 2018).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) produksi kopi provinsi Banten pada tahun 2022 tercatat sekitar 2,10 ribu ton, mengalami penurunan pada tahun 2023 dan 2024

yang hanya mencapai 1,99 ribu ton (BPS, 2025). Selain itu Banten juga mengalami penurunan pada produksi kopi robusta dari tahun ke tahun. Penurunan tersebut salah satunya diakibatkan oleh pengolahan dan penggunaan lahan secara terus menerus sehingga berdampak pada kondisi tanah, seperti perubahan pada sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Karakteristik tanah menjadi faktor keberhasilan dalam menjaga dan meningkatkan produksi pertanian agar tetap optimal.

Provinsi Banten, khususnya di kawasan Gunung Karang, kopi robusta menjadi salah satu komoditas unggulan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Kawasan Gunung Karang dikenal sebagai kawasan sentra kopi Banten dengan variasi ketinggian tempat yang cukup beragam (Salsabiila *et al.*, 2025). Karakter agronomis tanaman kopi robusta dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah ketinggian tempat (Siahaan *et al.*, 2024). Adanya variasi ketinggian tersebut memberikan kondisi sifat fisik tanah yang berbeda-beda pada setiap lokasi.

Perbedaan ketinggian tempat di kawasan Gunung Karang menyebabkan variasi sifat fisik tanah yang berpengaruh terhadap kesesuaian lahan untuk budidaya kopi robusta. Oleh karena itu, penentuan lokasi tanam yang tepat berdasarkan karakteristik sifat fisik tanah menjadi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Sholihat dan Hermita (2025), bahwa karakteristik sifat fisik tanah pada lahan tumbuh talas beneng bervariasi seiring dengan ketinggian tempat. Aulia *et al.* (2024), dalam penelitiannya menunjukkan bahwa beberapa sifat fisika tanah perkebunan cengkeh pada beberapa ketinggian tempat menunjukkan hubungan pada tingkat sangat rendah – kuat. Penelitian Fitriyani *et al.* (2023), menunjukkan bahwa nilai bobot isi semakin rendah pada ketinggian tempat yang semakin meningkat.

Metode untuk meningkatkan sifat fisik tanah adalah dengan menganalisa komponen-komponen yang berpengaruh bagi tanaman dan pertumbuhan tanaman. Analisis sifat fisik meliputi tekstur, struktur dan bobot isi tanah. Sifat-sifat ini nantinya akan berpengaruh dalam ketersediaan air, di antara matriks tanah, pengaturan sirkulasi udara, mempengaruhi reaktivitas koloid tanah dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Sholihat *et al.*, 2024). Namun, informasi mengenai karakteristik sifat fisik tanah pada berbagai ketinggian di kawasan Gunung Karang masih terbatas. Oleh karena itu, analisis sifat fisik tanah diperlukan untuk mengidentifikasi kondisi lahan yang paling sesuai bagi pengembangan kopi robusta serta sebagai dasar dalam menentukan strategi pengelolaan lahan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada petani mengenai karakteristik sifat fisik tanah berdasarkan ketinggian tempat, serta meningkatkan manajemen pengelolaan lahan dan pemilihan lokasi yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kopi robusta berdasarkan kondisi sifat fisiknya, sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha kopi robusta di Kawasan Gunung Karang.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di tiga desa yang tersebar pada dua kabupaten di Provinsi Banten, yaitu Desa Panyaungan Jaya dan Desa Citaman di Kecamatan Ciomas, Kabupaten Serang, serta Desa Juhut di Kecamatan Karangtanjung, Kabupaten Pandeglang. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada perbedaan ketinggian tempat yaitu Desa Panyaungan Jaya berada pada ketinggian ±385 mdpl yang mewakili dataran rendah, Desa Juhut pada ketinggian ±551 mdpl yang mewakili dataran sedang, dan Desa Citaman pada ketinggian ±742 mdpl yang mewakili dataran tinggi. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada periode November 2025 sampai dengan Januari 2026.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan di lapangan GPS, pH meter, aplikasi altimeter, thermohyrometer, lux meter, bor tanah, ring sampel, pisau, alat tulis, wadah plastik, kertas label, meteran, dan alat dokumentasi. Serta alat-alat yang digunakan di laboratorium, Gelas ukur, Gelas beaker, saringan 2 mm dan 75 µm, pipet volumetrik, bulb, alat gojog, cawan porselen, spatula, oven, hot plate, timbangan analitik, dan desikator. Bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu, H₂O₂ 30%, HCL 1N, pH stick, Na₄P₂O₇ 4% dan Aquades.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan dan dilanjut dengan pengambilan sampel tanah untuk dilakukan analisis laboratorium. Peneliti mengambil sampel tanah dari lahan tempat tumbuh tanaman kopi robusta berdasarkan ketinggian yang berbeda yaitu, ketinggian rendah, sedang dan tinggi. Penentuan titik sampel tanah dilakukan sesuai dengan titik pusat lahan dengan metode diagonal sampling sebanyak 10 titik sampel dan 2 diagonal pada tiap lokasi, dengan jarak 20 m diukur dari titik pusat untuk mendapatkan distribusi pengambilan sampel

yang merata dan mewakili keseluruhan area lahan. Pengambilan sampel tanah ini dilakukan dengan dua cara yaitu pengambilan sampel tanah utuh dan terganggu. Pengambilan sampel tanah dilakukan melalui dua metode, yaitu pengambilan sampel tanah utuh dan sampel tanah terganggu. Sampel tanah utuh diambil menggunakan ring sampel pada kedalaman 0–5 cm untuk mempertahankan kondisi alami tanah. Sementara itu, sampel tanah terganggu diperoleh menggunakan bor tanah pada kedalaman 0–20 cm. Sampel tanah yang diperoleh dari beberapa titik kemudian dikompositkan hingga homogen dan dimasukkan ke dalam plastik sampel untuk selanjutnya dianalisis. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Dengan beberapa parameter sifat fisik tanah antara lain:

- Tekstur tanah menggunakan metode pipet.
- Struktur tanah menggunakan metode pengamatan langsung di lokasi penelitian (secara visual).
- Bobot isi tanah menggunakan metode *Gravimetric* ditentukan berdasarkan persamaan:

$$BD = \frac{M_s}{V_t} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

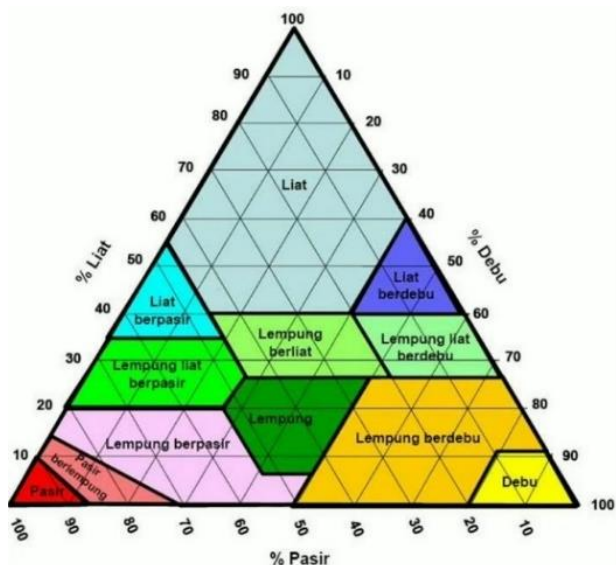
- BD = Bulk density
- M_s = Massa tanah kering mutlak (g/cm³)
- V_t = Nilai volume ring (cm³)

Data hasil analisis sifat fisik tanah di laboratorium diolah dan ditampilkan dengan tabel dan divisualisasikan dengan peta. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Software Microsoft Excel 2019, selanjutnya dilakukan analisis data sifat fisik lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik sifat fisik tekstur, struktur dan bobot isi tanah. Hasil analisis tekstur dan struktur tanah ditabulasikan berdasarkan USDA (*United States Department of Agriculture*), hasil bobot isi ditabulasikan berdasarkan karakteristik bobot isi tanah berdasarkan penelitian Fatimah. (2023). Pengolahan peta menggunakan Software ArcGis 10.8.

Tabel 1. Kriteria Bobot Isi Tanah

No	Kriteria (g/cm ³)	Klasifikasi
1	< 0,9	Rendah/Ringan
2	0,9 – 1,2	Sedang
3	1,2 – 1,4	Tinggi/Berat/Mampat
4	> 1,4	Sangat tinggi/Sangat berat/Sangat mampat

Sumber: Lab Fisika Jur. Tanah FP UB, (2006) dalam Fatimah. (2023).



Gambar 1. Segitiga Kelas Tekstur
(Sumber: Puspitorini dan Iqbal, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan sifat fisik tanah yang menggambarkan proporsi relatif fraksi pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*) dalam suatu massa tanah. Perbedaan komposisi ketiga fraksi tersebut memengaruhi distribusi ukuran pori tanah. Tanah yang didominasi oleh fraksi pasir umumnya memiliki proporsi pori makro yang lebih tinggi sehingga permeabilitas dan aerasinya lebih baik. Sebaliknya, tanah yang didominasi oleh fraksi liat cenderung memiliki lebih banyak pori mikro yang menyebabkan pergerakan air dan udara menjadi lebih terbatas. Sementara itu, tanah yang didominasi oleh fraksi debu umumnya memiliki proporsi pori meso yang memberikan karakteristik fisik di antara kedua fraksi tersebut (Puspitorini dan Iqbal, 2024). Kualitas tekstur tanah yang baik ditunjukkan oleh keseimbangan proporsi fraksi pasir, debu, dan liat yang mampu mendukung ketersediaan air serta aerasi tanah secara optimal. Dalam penelitian ini, analisis tekstur tanah dilakukan menggunakan sampel tanah terganggu yang diambil dari tiga lokasi penelitian dengan variasi ketinggian tempat yang berbeda. Berikut hasil analisis tekstur tanah berdasarkan ketinggian tempat di lahan kopi robusta tersaji pada Tabel II.

Tabel II. Hasil Analisis Tekstur Tanah pada Lahan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Berdasarkan Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Karang

Ketinggian	Fraksi (%)			Kelas tekstur
	Pasir	Debu	Liat	
Rendah (385 mdpl)	42,4	46,4	11,1	Lempung
Sedang (551 mdpl)	33,2	58,1	8,6	Lempung Berdebu
Tinggi (742 mdpl)	28,8	63,5	7,6	Lempung Berdebu

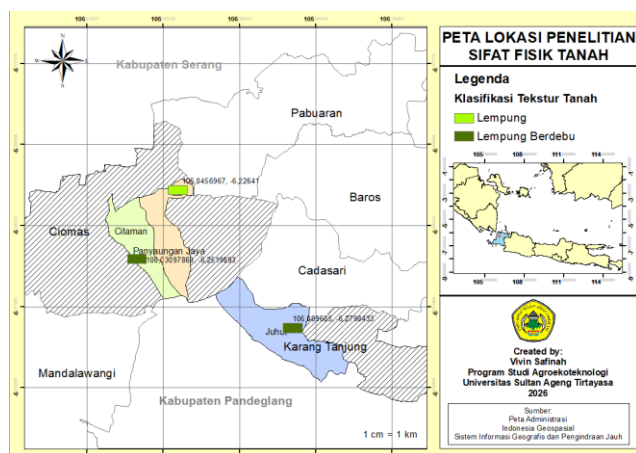
Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan komposisi fraksi tekstur tanah yang cukup kontras seiring dengan peningkatan ketinggian tempat pada lahan kopi Robusta. Pada ketinggian rendah 385 mdpl, tanah didominasi oleh fraksi pasir dan debu dengan kandungan liat tertinggi dibandingkan ketinggian lainnya, sehingga tergolong dalam kelas tekstur Lempung (*Loam*). Seiring dengan bertambahnya ketinggian ke 551 mdpl dan 742 mdpl, terjadi penurunan fraksi pasir serta penurunan fraksi liat. Sebaliknya, fraksi debu mengalami peningkatan yang signifikan pada ketinggian 742 mdpl, yang menyebabkan pergeseran kelas tekstur menjadi Lempung Berdebu (*Silt Loam*). Hasil ini sejalan dengan penelitian Pramoedyo *et al.* (2021), bahwa pada ketinggian yang lebih tinggi, tanah cenderung memiliki partikel yang lebih halus namun miskin akan fraksi liat, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh bahan induk vulkanik dan intensitas pelapukan yang berbeda di setiap elevasi.

Perubahan komposisi fraksi tekstur tanah pada berbagai ketinggian lahan kopi Robusta diduga berkaitan erat dengan perbedaan kondisi iklim mikro yang berkembang sepanjang elevasi. Berdasarkan hasil pengamatan pada setiap lokasi penelitian terjadi penurunan suhu udara rata-rata dari 28°C menjadi 25°C serta peningkatan kelembapan udara dari 70% menjadi 84%. Kondisi iklim mikro tersebut berpengaruh terhadap intensitas pelapukan dan perkembangan tanah karena suhu dan kelembapan merupakan faktor utama yang mengendalikan proses pedogenesis. Suhu yang lebih rendah dan kelembapan yang lebih tinggi mendukung pelapukan kimia bahan induk vulkanik secara lebih intensif sehingga menghasilkan akumulasi partikel berukuran debu yang lebih dominan dibandingkan fraksi pasir (Wilujeng *et al.*, 2023). Sebaliknya, pada dataran rendah dengan suhu yang lebih tinggi, proses pelapukan fisik relatif lebih dominan sehingga fraksi pasir dan liat masih lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Akibatnya, terjadi peningkatan fraksi debu disertai

penurunan fraksi pasir dan liat yang menyebabkan perubahan kelas tekstur tanah dari lempung menjadi lempung berdebu (Anwar *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa elevasi tidak hanya memengaruhi iklim mikro tetapi juga mengendalikan distribusi ukuran partikel tanah melalui perubahan suhu dan kelembapan yang berperan dalam proses pelapukan dan pembentukan tanah pada lahan kopi Robusta.

Perbedaan kondisi tekstur tanah pada setiap ketinggian tersebut dapat berdampak langsung terhadap pertumbuhan tanaman dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Menurut Mangoensoekarto, (2018), tekstur tanah ideal untuk tanaman kopi robusta adalah kelas geluh (*loam*) dengan struktur tanah remah (*crumb*). Tanah bertekstur lempung dan lempung berdebu memiliki kapasitas menahan air yang lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir karena keberadaan pori kapiler yang lebih banyak pada fraksi debu (Hura & Gulo, 2024). Hal ini sangat menguntungkan bagi tanaman kopi Robusta yang relatif sensitif terhadap cekaman kekeringan. Ketersediaan air yang stabil mendukung proses fotosintesis yang optimal, sehingga tanaman dapat mencapai tinggi dan diameter batang yang lebih baik pada fase vegetatif (Nugroho *et al.*, 2022).

Tanah dengan dominasi fraksi debu seringkali memiliki simpanan hara yang lebih baik dan pelepasan air yang lebih teratur selama periode pengisian buah. Rosyady *et al.* (2023), dalam penelitiannya menunjukkan bahwa karakteristik fisik tanah, termasuk tekstur, sangat menentukan efisiensi serapan hara N, P, K oleh tanaman kopi. Dengan dukungan C-organik dan nitrogen yang biasanya lebih tinggi pada elevasi tinggi, tekstur lempung berdebu menyediakan media yang ideal bagi tanaman untuk menghasilkan biji kopi dengan ukuran yang lebih besar dan bobot yang lebih berat. Untuk memperjelas hasil analisis Tekstur tanah pada lokasi penelitian, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Tekstur Tanah

Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan karakteristik fisik yang menggambarkan susunan partikel-partikel primer tanah menjadi agregat atau partikel sekunder yang membentuk unit-unit struktural tertentu. Pembentukan agregat tersebut menghasilkan gumpalan tanah dengan bentuk dan ukuran yang berbeda-beda. Berdasarkan morfologi agregatnya, struktur tanah diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe, antara lain granular, remah, lempeng (*platy*), gumpal bersudut (*angular blocky*), prisma (*prismatic*), dan kolumnar (*columnar*). Kondisi struktur tanah yang baik akan meningkatkan porositas tanah sehingga memperbaiki sirkulasi udara dan pergerakan air di dalam tanah. Dengan demikian, struktur tanah yang stabil dan berkembang dengan baik dapat menciptakan lingkungan perakaran yang lebih kondusif, meningkatkan efisiensi penyerapan air dan unsur hara, serta mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara optimal. (Puspitorini dan Iqbal, 2024). Berikut hasil analisis tekstur tanah berdasarkan ketinggian tempat di lahan kopi robusta tersaji pada Tabel III.

Tabel III. Hasil Analisis Struktur Tanah pada Lahan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Berdasarkan Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Karang

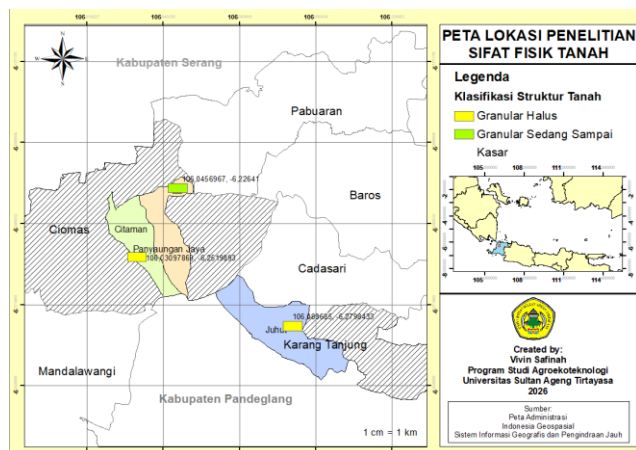
Ketinggian	Struktur Tanah
Rendah (385 mdpl)	Granular sedang sampai kasar
Sedang (551 mdpl)	Granular halus
Tinggi (742 mdpl)	Granular halus

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan ukuran agregat struktur tanah granular seiring dengan peningkatan ketinggian tempat. Pada ketinggian rendah 385 mdpl, tanah memiliki struktur granular sedang sampai kasar sedangkan pada ketinggian sedang 551 mdpl dan tinggi 742 mdpl, struktur tanah berubah menjadi granular halus. Perubahan ini menunjukkan bahwa pada elevasi yang lebih tinggi, tanah cenderung memiliki kemantapan agregat yang lebih baik dengan ukuran yang lebih kecil dan seragam. Menurut Naufal *et al.* (2024), struktur granular halus pada ketinggian sedang dan tinggi berkaitan erat dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi yang berperan sebagai agen pengikat antar partikel tanah sehingga membentuk agregat yang lebih stabil dan tahan terhadap erosi.

Pada ketinggian rendah (385 mdpl), struktur granular sedang hingga kasar mencerminkan dominasi pori-pori makro dalam tanah. Kondisi ini dipengaruhi oleh tekstur tanah lempung yang mengandung fraksi pasir relatif

lebih tinggi, sehingga membentuk agregat yang lebih besar. Menurut Putri & Sasongko, (2023), bahwa tanah lempung memiliki daya kohesi yang cukup tinggi, sehingga partikel tanah mudah saling mengikat dan membentuk struktur yang stabil. Struktur ini memberikan keuntungan berupa aerasi dan infiltrasi air yang baik, sehingga mengurangi risiko genangan air dan mendukung pertumbuhan akar tanaman. Penelitian oleh Mansyur *et al.*, (2023) juga menjelaskan bahwa struktur tanah yang lebih kasar umumnya memiliki porositas makro yang tinggi sehingga mempercepat pergerakan air dan udara di dalam tanah.

Sementara itu, pada ketinggian sedang dan tinggi, struktur granular halus terbentuk akibat dominasi tekstur lempung berdebu, di mana fraksi debu lebih banyak dibandingkan fraksi lainnya. Kondisi ini menghasilkan agregat yang lebih kecil dan relatif lebih seragam. Struktur granular halus memberikan keuntungan dalam meningkatkan luas permukaan tanah, sehingga akar tanaman kopi lebih mudah menyerap air dan unsur hara. Selain itu, struktur ini juga meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air lebih lama. Hal ini didukung oleh penelitian Sholikhah *et al.* (2024), bahwa kemantapan agregat tanah berhubungan langsung dengan produktivitas kopi robusta, karena struktur tanah yang baik mampu menjaga keseimbangan distribusi air dan udara di zona perakaran, sehingga mendukung proses pengisian buah menjadi lebih optimal. Untuk memperjelas hasil analisis struktur tanah pada lokasi penelitian, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Struktur Tanah

Bobot Isi Tanah

Bobot isi tanah (*bulk density*) merupakan parameter fisik tanah yang menunjukkan perbandingan antara massa partikel padat tanah, baik bahan mineral maupun bahan organik, terhadap volume total tanah yang mencakup ruang pori. Nilai bobot isi yang tinggi mengindikasikan tingkat kepadatan tanah yang lebih besar

dan umumnya diikuti oleh penurunan porositas tanah. Kondisi tersebut dapat menghambat pergerakan air dan udara di dalam tanah serta meningkatkan hambatan mekanis bagi pertumbuhan akar. Akibatnya, perkembangan sistem perakaran menjadi kurang optimal sehingga dapat mengganggu penyerapan air dan unsur hara yang pada akhirnya berdampak pada pertumbuhan tanaman. (Fadel *et al.*, 2021). Analisis bobot isi tanah dilakukan menggunakan tanah utuh yang diambil menggunakan ring sampel dengan kedalaman 0–5 cm pada masing masing lokasi penelitian. Berikut hasil analisis tekstur tanah berdasarkan ketinggian tempat di lahan kopi robusta tersaji pada Tabel IV.

Tabel IV. Hasil Analisis Bobot Isi Tanah pada Lahan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Berdasarkan Ketinggian Tempat di Kawasan Gunung Karang

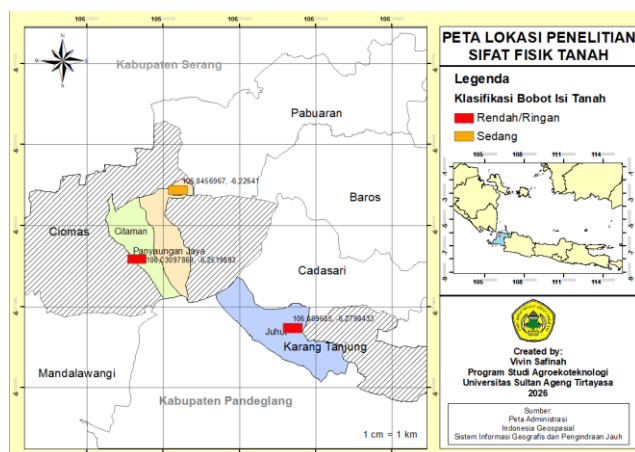
Ketinggian	Bobo Isi (g/cm ³)	Klasifikasi
Rendah (385 mdpl)	0,956	Sedang
Sedang (551 mdpl)	0,854	Rendah/Ringan
Tinggi (742 mdpl)	0,764	Rendah/Ringan

Hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai bobot isi tanah seiring dengan meningkatnya ketinggian tempat. Pada ketinggian rendah 385 mdpl, memiliki bobot isi lebih tinggi dengan kelas sedang, kemudian pada ketinggian sedang 551 mdpl dan ketinggian tinggi 742 mdpl memiliki kelas bobot isi yang lebih rendah atau ringan. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Fitriyani *et al.*, 2023), bahwa nilai bobot isi tanah paling rendah terdapat pada ketinggian 1200 mdpl dan nilai bobot isi tertinggi berada pada ketinggian 600 mdpl. Berdasarkan hasil tersebut maka nilai bobot isi tanah akan semakin rendah seiring dengan ketinggian tempat.

Kondisi bobot isi lebih berat pada ketinggian rendah disebabkan oleh kondisi struktur lempung berpasir yang memiliki fraksi pasir lebih dominan serta struktur granular sedang hingga kasar, hal tersebut mengakibatkan tingkat kepadatan tanah menjadi lebih tinggi karena partikel pasir memiliki ukuran lebih besar dan ruang pori makro yang dominan sehingga meningkatkan nilai bobot isi dibandingkan fraksi liat (Salsabila *et al.*, 2025). Sebaliknya, pada ketinggian yang lebih tinggi di dataran sedang hingga tinggi, nilai bobot isi lebih rendah (lebih ringan) karena kandungan bahan organik yang lebih tinggi, tingkat pelapukan yang lebih intensif, serta struktur tanah yang lebih remah dan berpori, sehingga meningkatkan porositas dan menurunkan tingkat kepadatan tanah (Minangkabau *et al.*, 2022).

Kondisi bobot isi tanah dengan kategori sedang dan ringan pada lokasi penelitian memberikan indikasi bahwa tanah tersebut memiliki porositas yang baik dan aerasi yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Bagi tanaman kopi khususnya kopi robusta, struktur tanah yang remah dan tidak padat sangat krusial karena sistem perakaran kopi membutuhkan oksigen yang cukup untuk respirasi akar. Menurut Martunis *et al.* (2023), bahwa ketinggian berhubungan langsung dengan karakteristik tanah, berpengaruh pada kesuburan dan produktivitas tanaman. Penelitian Siahaan *et al.*, (2022), bahwa tanah yang padat seringkali menjadi faktor pembatas pertumbuhan kopi karena menghambat drainase dan menyebabkan cekaman aerasi pada akar.

Tanah pada ketinggian 742 mdpl dengan bobot isi terendah sebesar $0,764 \text{ g/cm}^3$ memiliki potensi produktivitas yang lebih unggul dibandingkan lokasi yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan kapasitas menahan air dan ketersediaan ruang pori makro pada tanah tersebut mendukung ketersediaan nutrisi yang lebih stabil bagi pembentukan buah kopi. Dalam penelitian Aygun *et al.* (2025), menyatakan bahwa bobot isi rendah pada lahan kopi organik, dikombinasikan dengan C-organik tinggi, meningkatkan porositas tanah dan mendukung ukuran biji lebih besar melalui penyerapan nutrisi yang efisien. Untuk memperjelas hasil analisis Bobot isi tanah pada lokasi penelitian, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Bobot Isi Tanah

KESIMPULAN

Ketinggian tempat di kawasan Gunung Karang berpengaruh nyata terhadap sifat fisik tanah pada lahan kopi Robusta. Dataran rendah memiliki tekstur lempung dengan struktur granular kasar dan kondisi tanah yang lebih padat, sedangkan dataran sedang hingga tinggi didominasi tekstur lempung berdebu dengan struktur yang lebih halus dan remah sehingga memberikan porositas, aerasi, dan

ketersediaan air yang lebih baik bagi pertumbuhan tanaman kopi. Hasil ini menunjukkan bahwa dataran sedang hingga tinggi lebih sesuai untuk budidaya kopi Robusta, sementara dataran rendah memerlukan pengelolaan fisik tanah yang lebih intensif untuk memperbaiki struktur dan drainase tanah. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji sifat kimia dan biologi tanah serta pengaruh pengelolaan lahan terhadap stabilitas agregat tanah pada berbagai ketinggian untuk mendukung pengelolaan lahan kopi yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, D., Tripama, B., Oktarina. (2024). Analisis Spasial Kesesuaian Lahan Tanaman Kopi Robusta Berdasarkan Faktor Curah Hujan, Elevasi dan Topografi lahan (Studi Kasus : Kabupaten Jember). *Callus: Journal of Agrotechnology Science*, 2(4), 39–48.
- Aulia W., Thaha R. A., & Widjajanto. D. (2024). Sifat Fisika Tanah Perkebunan Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) pada Beberapa Ketinggian Tempat. *Jurnal Agrotekbis*, 12(3), 804–812.
- Aygun, M., Akbar, H., & Nazirah, L. (2025). Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Lahan Kopi Arabika Organik di Kabupaten Bener Merah. *Jurnal Agrium*, 22(3), 342–349.
- Bada Pusat Statistik Indonesia. (2025). Statistik Kopi Tahun 2024. Produksi Tanaman Perkebunan. <https://www.bps.go.id/id/statistics/table/2/MTMylzl=/produksi-tanaman%20perkebunan.html> (Diakses, 10 Oktober 2025)
- Dewantari, E. H., & Wicaksono, A. P. (2023). Analisis Laju Erosi Berdasarkan Kemiringan Lereng Pada Area Pasca Spreading PT Angsana Jaya Energi Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. *Jurnal Lingkungan Kebumian Indonesia*, 1(1), 1–12.
- Fadel, M., Pagiu, S., & Rahman, A. (2021). Analisis Sifat Fisika Tanah pada Penggunaan Lahan Kebun Kakao dan Lahan Kebun Campuran. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian (e-Journal)*, 9(2), 512–522.
- Fatimah, R. (2023). Analisis Permeabilitas, Porositas dan Bobot isi Tanah di Kaki Gunung Guntur Kabupaten Garut. *Jurnal Agroteknologi dan Sains (JAGROS)*, 8(1), 39–45.
- Fidiyanto, N., & Izzati, A. N. (2024). Penerapan Data Mining Klasifikasi Lahan Tanam Buah Alpukat dengan Algoritma Naïve Bayes. *BIOS: Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, 5(2), 95–103.

- Fitriyani, I. H., Widyastuti, R., Yusuf, M. S., & Wulandari, P. A. (2023). Analisis Korelasi Sifat Biologi, Kimia dan Fisika Tanah pada Berbagai Ketinggian Tempat di Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 25(2), 64–70.
- Hakim, L. D. (2025). Karakteristik dan Pengelolaan Tanah Pertanian di Indonesia. Yogyakarta, Jejak Pustaka.
- Hura, J. K., & Gulo, M. (2024). Analisis Permeabilitas Tanah Berpasir Dan Tanah Lempung Dalam Hubungannya Dengan Manajemen Irigasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 60–67.
- Mangoensoekarto, S. (2018). Manajemen Tanah dan Pemupukan Budidaya Perkebunan. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Mansyur, N. I., Antonius, A., & Titing, D. (2023). Karakteristik Fisika Tanah Pada Beberapa Lahan Budidaya Tanaman Hortikultura Lahan Marginal. *Jurnal Ilmiah Respati*, 14(2), 190–200.
- Martunis, L., Dahliani, L., & Yana, D. (2023). Analysis of physical and chemical characteristics of soil in coffee plantations in the Mount Puntang Social Forestry Area, West Java. *AMCA Journal of Science and Technology*, 3(1), 1–6.
- Minangkabau, A. F., Supit, J. M. J., & Kamagi, Y. E. B. (2022). Kajian Permeabilitas, Bobot Isi dan Porositas pada Tanah yang Diolah dan Diberi Pupuk Kompos di Desa Talikuran Kecamatan Remboken kabupaten Minahasa. *Soil Environmental Journal*, 22(1), 1–5.
- Naufal, R., Sholikhah, D. H., Wicaksono, S. K., & Soemarno, S. (2024). Analisis Erodibilitas Tanah Dan Hubungannya Dengan Produktivitas Tanaman Kopi Di Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 11(1), 125–134.
- Nugroho, A. S., Bagiatus, S., Setyoko, U., Fatimah, T., Novenda, L. I., & Pujiastuti. (2022). Pengaruh ZPT Nabati dan Media Tumbuh Terhadap Perkembangan Kopi Robusta. *Jurnal Biosense*, 1(2), 105–112.
- Pramoedyo, H., Aini, N. N., Riza, S., & Ariyanto, D. (2021). Prediction of Soil Particle Size Fraction using Geographically Weighted Regression and Random Forest. *WSEAS Transactions on Mathematics journal*, 20, 683–693.
- Puspitorini, P., & Iqbal, G. (2024). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Sumatera Barat, Mitra Cendikia Media.
- Putri, D. R., & Sasongko, P. E. (2023). Sifat Fisika Tanah Pada Tipe Penggunaan Lahan Yang Berbeda Di Kecamatan Pujon, Jawa Timur, Indonesia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 27–33.
- Rosyady, G. M., Mufida, I. Z., Wijaya, A. K., Wulanjari, Farisi, A. O. (2023). Kehilangan Unsur Hara N, P, dan K yang Terbawa Buah Kopi Robusta (*Coffea Robusta* L.) Kebun Kopi Rakyat di Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia Volume*, 8(1), 24–30.
- Salsabiila, D. A. (2025). Kelayakan Finansial Usaha tani Kopi Kopi Robusta. *Jurnal Semesta Ilmu Manajemen dan Ekonomi (J-SIME)*, 1(4), 1320–1334.
- Salsabila, N., Anggraeni, F. A., & Prihandono, T. (2025). Analisis Sifat Fisika Tanah (Tekstur, Bobot Isi, dan Permeabilitas) pada Perkebunan Kakao Jatirone Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 27(2), 70–73.
- Sholihat, A., & Hermita, N. (2025). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Budidaya Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) Berdasarkan Perbedaan Ketinggian. *Gontor Agrotech Science Journal*, 11(01), 27–34.
- Sholihat, A., Hermita, N., Rumbiak, J. E. R., & Firnia, D. (2024). Sifat Kimia Tanah pada Budidaya Talas Beneng. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian (JIMDP)*, 9(5), 432–443.
- Sholikhah, D. H., Bratawijaya, S. S., Husada, A. J., Naufal, R., Wicaksono, K. S., & Soemarno, S. (2024). Studi Karakteristik Fisika Tanah Zona Perakaran dan Produksi Tanaman Kopi (*Coffea* sp.) di Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 731–742.
- Siahaan, A. S. A., Harahap, E. M., Hanum, C., Karim, A., Satriawan, H., & Ernawita. (2022). The Correlation of Elevation, Soil Chemical Properties and Yield of *Coffea arabica* L. in Shaded Conditions. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series B: Biological Sciences*, 65(3), 282–291.
- Siahaan, S. S. G., Yenny, F. R., Ritawati, S., & Hermita, N. (2024). Eksplorasi Karakteristik Morfologi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) di Kawasan Gunung Karang. *Jurnal Agonomi Teknologi dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 34(3), 1094–1108.
- Wilujeng, I. D. E., Pertami, D. R. R., Rahma, D. S., Firmansyah, F. A. (2023). Profil Iklim Mikro pada Budidaya Tanaman Kopi Robusta di Politeknik Negeri Jember. *Proceeding, Pengaruh Potensi Sumberdaya Lokal Guna Pertanian Masa Depan Berkelanjutan*, Politeknik Negeri Jember, 314–319.