

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA TANAH DI BAWAH TEGAKAN TANAMAN KAKAO DI DATARAN RENDAH DESA LAPE DAN DATARAN TINGGI NAPU

CHARACTERISTICS OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER COCOA PLANTS IN THE LOWLANDS OF LAPE VILLAGE AND THE NAPU HIGHLANDS

Ita Mowidu¹, Andri Amaliel Managanta¹, Ria Dewiyanti Tologana¹ dan Fitria²

¹Program Studi Agroteknologi, ²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Sintuwu Maroso Poso, Jl. P. Timor No. 1, Poso 94619, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: itamowidu@unsimar.ac.id

ABSTRAK

Kakao merupakan komoditas perkebunan yang bernilai ekonomi tinggi. Sifat fisik tanah merupakan salah satu faktor penunjang produksi. Ketinggian tempat diduga berpengaruh terhadap sifat fisik tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisik tanah pada perkebunan kakao dataran rendah dan dataran tinggi di Kabupaten Poso. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2024 sampai Januari 2025. Perlakuan keadaan bentang lahan datar dan lereng pada dataran rendah dan dataran tinggi digunakan dalam pola Rancangan Acak Kelompok (RAK). Setiap perlakuan diulangi 10 kali. Sifat fisik tanah yang diamati adalah warna tanah, berat volume (BV), porositas, kadar air tersedia dan pori drainase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di bawah tegakan kakao di dataran tinggi Napu berwarna gelap, sedangkan di dataran rendah Lape berwarna terang. Hal ini disebabkan oleh perbedaan bahan induk dan kondisi iklim. Di dataran rendah Lape pada bentang lahan lereng, tanahnya memiliki berat volume 0,78 g/cm³, porositas 71,08%, kadar air tersedia 38,94% berat atau 30,37% volume dan pori drainase 6,75%. Pada bentang lahan lembah, berat volume tanahnya 1,14 g/cm³, porositas 57,40%, kadar air tersedia 39,47% berat atau 45,15% volume dan pori drainase 7,52%. Di dataran tinggi Napu pada bentang lahan lereng, tanahnya memiliki berat volume 1,05 g/cm³, porositas 60,49%, kadar air tersedia 38,17% berat atau 39,92% volume dan pori drainase 11,48%. Pada bentang lahan Lembah, berat volumenya 0,69 g/cm³, porositas 75,36%, kadar air tersedia 39,75% berat atau 27,35% volume dan pori drainase 12,39%. Tingkat kecukupan air tersedia pada semua lokasi tergolong tinggi (> 25%) dan akar tanaman tidak mengalami hambatan mekanik.

Kata kunci: dataran rendah, dataran tinggi, kakao, sifat fisik tanah

ABSTRACT

Cocoa is a plantation commodity of high economic value. Soil physical properties are one of the factors supporting production. Elevation is believed to influence the physical properties of the soil. The study aims to determine the physical soil characteristics of lowland and highland cocoa plantations in Poso Regency. The research was conducted from November 2024 to January 2025. The treatment of landscape conditions—specifically flat terrain and slopes in both lowlands and highlands—was implemented using a Randomized Complete Block Design (RCBD). Each treatment was replicated 10 times. The soil physical properties observed were soil

color, bulk density, porosity, available water content, and drainage pores. Research results indicate that the soil beneath the cocoa canopy in the Napu highlands is dark in color, whereas in the Lape lowlands, it is light-colored. This is attributed to differences in parent material and climatic conditions. In the Lape lowlands, on the sloping landform, the soil has a bulk density of 0.78 g/cm³, 71.08% porosity, 38.94% by weight (30.37% by volume) available water content, and 6.75% drainage pores. In the valley landform, the soil bulk density is 1.14 g/cm³, 57.40% porosity, 39.47% by weight (45.15% by volume) available water content, and 7.52% drainage pores. In the sloping terrain of the Napu Highlands, the soil has a bulk density of 1.05 g/cm³, 60.49% porosity, 38.17% by weight (39.92% by volume) available water content, and 11.48% drainage pores. In the valley landform, the bulk density is 0.69 g/cm³, 75.36% porosity, 39.75% by weight (27.35% by volume) available water content, and 12.39% drainage pores. The level of available water at all locations is classified as high (>25%), and plant roots do not encounter mechanical impedance.

Keywords: lowlands, highlands, cacao, soil physical properties

Pendahuluan

Tanah merupakan system mekanik yang kompleks yang tersusun dari fase padat (mineral dan bahan organik), cair (air) dan gas (udara). Fase padat fraksi mineral terdiri dari liat, debu dan pasir yang dibedakan berdasarkan ukuran relatifnya. Bahan organik dengan berbagai tingkat pelapukan ada dalam keragaman proporsi di dalam tanah. Air dan udara mengisi ruang-ruang yang terbentuk akibat perbedaan cara tersusunnya fraksi pembentuk tanah. Dengan demikian, maka komponen penyusun tanah terdiri dari bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Variasi perbandingan relatif keempat komponen penyusun tanah tersebut menentukan sifat fisik tanah.

Menurut Hakim dan Hermansah (2025) sifat-sifat fisika tanah tergantung pada jumlah, ukuran, bentuk, susunan dan komposisi mineral tanah. Selain itu, macam dan jumlah bahan organik, volume dan bentuk pori-pori tanah serta perbandingan air dan udara tanah menentukan sifat fisika tanah.

Sifat fisik tanah seperti tekstur, struktur, kepadatan, porositas, aerasi, kekuatan, suhu dan warna tanah merupakan faktor dominan dalam memengaruhi penggunaan tanah, terutama dalam kaitannya dengan ketersediaan oksigen dan mobilitas air dalam tanah dan kemudahan penetrasi akar tanaman (Utomo et al., 2016).

Karakteristik fisik tanah pada beberapa penggunaan lahan sangat bervariasi, misalnya permeabilitas yang agak lambat, sedang atau cepat, porositas yang relatif kurang baik hingga baik, serta kandungan bahan organik yang tergolong

rendah, sedang, hingga tinggi (Bintoro et al., 2017; Manullang et al., 2020; Putra et al., 2021; Putri dan Sasongko, 2023).

Sifat fisik tanah merupakan salah satu penunjang produksi tanaman yang penting. Meskipun tanah telah mempunyai sifat kimia yang baik, tetapi apabila tidak ditunjang dengan sifat fisik tanah yang baik maka produksi tanaman tidak akan dapat mencapai hasil yang diharapkan (Putri, 2019). Sifat fisik tanah merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air, udara tanah dan secara tidak langsung memengaruhi ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Bakri et al., 2022).

Menurut Latif (2019) sifat fisik tanah memberi kontribusi terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam tiga aspek, yaitu (1) sebagai media fisik tempat keberadaan unsur hara, air dan udara yang dibutuhkan tanaman serta tempat berjangkarnya perakaran tanaman; (2) pengendali air tersedia bagi tanaman dan (3) pengendali proses pemasok gas-gas yang dibutuhkan tanaman. Selanjutnya, Saputra et al. (2020) menyatakan sifat fisik tanah seperti tekstur, struktur, berat volume, porositas, permeabilitas dan kemantapan agregat berpengaruh terhadap kualitas kesuburan tanah baik secara langsung maupun tidak langsung serta kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Sifat fisik tanah memengaruhi pertumbuhan akar dan kemampuannya dalam menyerap air dan unsur hara, sehingga memengaruhi produksi tanaman. Tanah yang mempunyai sifat kimia yang baik tidak akan mencapai produksi tanaman yang

optimal tanpa disertai dengan sifat fisik yang baik (Nurhartanto et al., 2022).

Ketinggian tempat yang berbeda akan menyebabkan perbedaan iklim mikro dan cuaca secara keseluruhan pada dataran rendah hingga dataran tinggi sehingga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman (Andrian et al., 2014). Berdasarkan penelitian Hamzah (2010), semakin tinggi suatu daerah, maka akan semakin rendah suhu udaranya, sebaliknya semakin rendah suatu daerah, maka suhu udara akan semakin tinggi. Sejalan dengan itu, Haryati (2014) menyatakan semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, suhu udaranya semakin rendah.

Dataran tinggi Napu berada pada elevasi 1000-1200 m dpl. Wilayah ini merupakan cekungan di atas dataran tinggi. Morfologi merupakan daerah bergelombang landal, terdiri atas perbukitan dengan dataran yang luas. Menurut ahli kepurbakalaan, secara keseluruhan Napu di zaman Miosen, merupakan sebuah danau besar di atas dataran tinggi. Pada zaman holosen sekarang ini sisanya merupakan stepa dan Danau Wangra (Rahman et al., 1992). Dari aspek geologi, dataran tinggi Napu berasal dari formasi Napu yang terdiri dari konglomerat, batupasir, batulempung dan gambut. Konglomerat terdiri dari granit, sekis, batusabak, genes dan andesit. Matrik batupasir bermika dan mineral hitam, batupasir kelabu, batulempung kelabu muda sampai kelabu kecoklatan, gambut kelabu sampai kehitaman (Simanjuntak et al., 1991).

Dataran rendah Lape berada pada elevasi 60-90 m dpl. Wilayah ini berasal dari formasi Puna yang terdiri dari konglomerat, batupasir, lanau, serpih, batulempung gampingan dan batugamping. Konglomerat terdiri dari batugamping terdaunkan, sekis, genes dan kuarsa susu. Batupasir coklat kehijauan sampai kehitaman, lanau kelabu kehitaman, serpih kelabu, batulempung gampingan kuning kecoklatan sampai kelabu dan batugamping kuning kecoklatan sampai kelabu. Batugamping umumnya batugamping koral (Simanjuntak et al., 1991).

Hasil penelitian Mowidu et al. (2025) menunjukkan selama rentang tahun 2022-2024, curah hujan rata-rata di dataran rendah Lape adalah 177-268 mm/bulan, sedangkan

di dataran tinggi Napu 143-200 mm/bulan. Suhu udara rata-rata 26,93-27,90°C di dataran rendah, sedangkan dataran tinggi 19,10-21,43°C. Kelembaban udara relatif di dataran rendah sebesar 76,3-85,3%, sedangkan di dataran tinggi sebesar 80,8-88,7%.

Meskipun tanah berasal dari formasi yang berbeda, namun jenis tanah di dataran rendah Lape dan dataran tinggi Napu, sebagaimana ditunjukkan dalam peta tanah pada Kepmen PUPR nomor 318 tahun 2017, adalah sama, yaitu Inceptisol (Dystrudept).

Ketinggian tempat tumbuh menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Putri., 2022; Novita et al., 2019). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan baik apabila didukung oleh sifat fisik tanah yang baik (Palmai dan Monde, 2021). Sebaliknya, sifat fisik tanah dipengaruhi oleh jenis komoditi serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan komoditas perkebunan yang bernilai ekonomi tinggi, berperan penting dalam meningkatkan perekonomian sebagai penghasil devisa sekaligus meningkatkan perekonomian petani. Perkebunan kakao di Indonesia di dominasi oleh Perkebunan rakyat dengan luas areal 1.405,8 ha dengan total produksi sebanyak 640,7 ton. Provinsi Sulawesi Tengah menjadi sentra komoditas kakao di Indonesia. Kabupaten Poso menjadi salah satu kabupaten sentra pengembangan kakao di Sulawesi Tengah dengan total luas 37.643,00 ha (BPS, 2024).

Hasil panen kakao, baik dari aspek kuantitas maupun kualitas, sangat tergantung pada faktor-faktor pembatas dalam pertumbuhan dan produksinya. Faktor pembatas lingkungan dalam persyaratan tumbuh kakao sangat berhubungan dengan beberapa hal, yaitu faktor tanah atau lahan, topografi, drainase, jenis tanah, sifat fisik tanah, dan sifat kimia tanah. menurut Yuliani et al. (2015) terdapat kolerasi antara faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, iklim, tanah, dan ketinggian tempat dengan karakteristik morfologi. Maka dari itu, dilakukan penelitian mengenai sifat fisik tanah di bawah tegakan kakao pada dataran tinggi Napu dan dataran rendah Lape.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan November 2024 sampai Januari 2025. Sampel tanah diambil pada kondisi bentang lahan dengan topografi lereng dan lembah, baik di dataran rendah Lape maupun di dataran tinggi Napu. Kondisi bentang lahan merupakan perlakuan, sehingga dalam penelitian ini terdapat empat perlakuan, yaitu Lape lereng, Lape lembah, Napu lereng dan Napu lembah. Setiap kondisi bentang lahan ditetapkan 10 site pengambilan sampel pada 10 pohon kakao yang tersebar secara acak dan merupakan ulangan.

Sampel tanah diambil pada jarak 1 m dari pohon pada kedalaman sampai 20 cm dari permukaan tanah. Ada dua jenis sampel yang diambil, yaitu sampel tanah utuh menggunakan ring sampler dan sampel tanah tidak utuh menggunakan cangkul. Sampel tanah utuh digunakan untuk menentukan berat volume (BV) tanah, sedangkan sampel tanah tidak utuh digunakan untuk menentukan warna tanah, porositas, kadar air tersedia dan pori drainase.

Contoh tanah utuh langsung digunakan untuk menentukan BV tanah, sedangkan sampel tanah tidak utuh dikeringanginkan, dihaluskan menggunakan lumpang porselin lalu diayak lolos ayakan 2 mm.

Warna tanah ditentukan menggunakan *Munsell Soil Color Chart*, lalu dibuat kategori berurutan mulai dari warna yang paling gelap diberi kategori 1 diikuti oleh warna yang lebih terang sampai warna hasil pengamatan yang terakhir, agar data kualitatif yang diperoleh dapat diuji secara statistik.

Porosita tanah dihitung dari hasil pengukuran BV dan BJ menggunakan rumus (Hardjoowigeno, 2015):

$$\text{Porositas (\%)} = \left(1 - \frac{BV}{BJ}\right) \times 100\%$$

Air tersedia dihitung dari selisih kadar air tanah kapasitas lapangan dan kadar air tanah titik layu permanen. Sedangkan pori drainase dihitung dari selisih kadar air tanah jenuh dan kadar air tanah kapasitas lapangan.

Kadar air tanah titik layu permanen ditentukan menggunakan metode batas berubah warna. Kadar air tanah jenuh ditentukan dengan cara merendam contoh

tanah kering angin lolos ayakan 2 mm yang diisi ke dalam ring pralon sampai seluruh ruang pori terisi air. Contoh tanah yang telah jenuh air ditentukan kadar airnya dengan metode gravimetri. Kadar air tanah kapasitas lapangan ditentukan dengan cara merendam contoh tanah kering angin lolos ayakan 2 mm yang diisi ke dalam ring pralon sampai seluruh ruang pori terisi air. Setelah tanah jenuh air, sampel tanah diangkat dan diresapkan air gravitasinya menggunakan tissue sampai tidak ada lagi air yang menetes. Kadar air ditentukan dengan metode gravimetri dan dihitung menggunakan rumus (Kurnia et al., 2006):

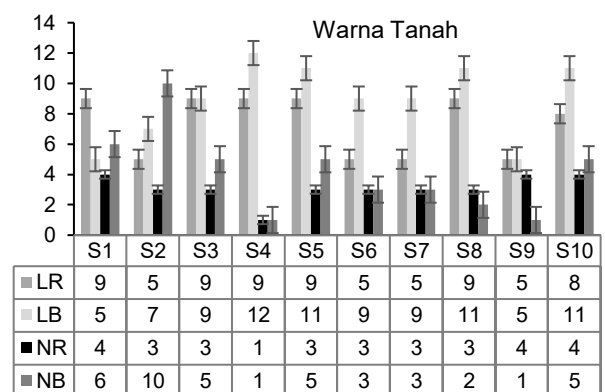
$$KA (\%) = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

KA = kadar air tanah

Hasil dan Pembahasan

Warna Tanah

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kondisi bentang lahan pada dataran rendah Lape dan dataran tinggi Napu berpengaruh sangat nyata terhadap warna tanah. Hasil pengamatan warna tanah disajikan pada Gambar 1.



Ket.: - LR = Lape lereng; LB = Lape lembah; NR = Napu lereng; NB = Napu Lembah; S1-10 = sampel 1-10.

- Kategori warna: 1. hitam, 2. Abu-abu sangat gelap, 3. Coklat keabuan sangat gelap, 4. Abu-abu gelap, 5. Coklat keabuan gelap, 6. Abu-abu kehijauan gelap, 7. Coklat kehijauan gelap, 8. Coklat keabuan, 9. Coklat kehijauan, 10. Coklat hijau kekuningan, 11. Coklat kehijauan terang, 12. Coklat kekuningan terang.

Gambar 1. Warna Tanah Pada Bentang Lahan Lereng dan Datar di Dataran Rendah Lape dan Dataran Tinggi Napu

Warna tanah di dataran tinggi Napu lebih gelap dibandingkan dataran rendah

Lape. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan bahan induk dan unsur-unsur iklim antara dataran tinggi Napu dan dataran rendah Lape. Warna tanah di dataran rendah Lape bentang lahan lereng (LR) adalah coklat keabu-abuan gelap, coklat keabu-abuan dan coklat kehijauan yang didominasi oleh warna coklat kehijauan. Pada bentang lahan Lembah (LB), warna tanahnya adalah coklat keabu-abuan gelap, coklat kehijauan gelap, coklat kehijauan, coklat kehijauan terang dan coklat kekuningan terang yang didominasi oleh warna coklat kehijauan dan coklat kehijauan terang. Di dataran tinggi Napu pada bentang lahan lereng (NL) warna tanahnya adalah hitam, coklat keabu-abuan sangat gelap dan abu-abu gelap yang didominasi oleh warna coklat keabu-abuan sangat gelap. Pada bentang lahan Lembah (NB), warna tanahnya adalah hitam, abu-abu sangat gelap, coklat keabu-abuan sangat gelap, coklat keabu-abuan gelap, abu-abu kehijauan gelap dan coklat hijau kekuningan (olive) yang didominasi oleh warna coklat keabu-abuan gelap.

Berdasarkan peta Geologi Lembar Poso (Simanjuntak et al., 1991) kebun kakao petani di dataran rendah Lape berasal dari bahan induk Formasi Puna berupa batugamping koral yang berwarna kuning kecoklatan sampai kelabu. Dari sumber yang sama diperoleh informasi bahwa kebun kakao petani di dataran tinggi Napu berasal dari bahan induk Formasi Napu, yang terdiri dari Konglomerat, batupasir dan batulempung yang berwarna hitam, kelabu, kelabu muda dan kelabu kecoklatan. Warna asal bahan induk tersebut bersama faktor iklim yang berbeda antara dataran rendah dan dataran tinggi mempengaruhi warna tanah yang dihasilkan. Selain itu, warna humus, besi oksida dan besi hidroksida ikut menentukan warna tanah (Nugroho dan Nasruddin, 2020). Di dataran rendah Lape, rata-rata curah hujan bulanan yang tinggi, disertai suhu yang hangat dan kelembaban yang rendah menyebabkan pelapukan dan peruraian bahan organik lebih intensif dan pelindian juga terjadi secara intensif. Itu sebabnya warna tanah di wilayah ini lebih terang. Sebaliknya, di dataran tinggi Napu, curah hujan lebih rendah, suhu lebih dingin dan kelembaban lebih tinggi mendukung terbentuknya tanah dengan warna gelap.

Pada bagian lain, Nugroho dan Nasruddin (2020) menyatakan penyebab perbedaan warna tanah permukaan umumnya dipengaruhi oleh perbedaan kandungan bahan organik. Makin tinggi kandungan bahan organik maka warna tanah makin gelap (kelam) dan sebaliknya makin sedikit kandungan bahan organik tanah maka warna tanah akan tampak lebih terang. Keberadaan jenis mineral kwarsa dapat menyebabkan warna tanah menjadi lebih terang.

Selanjutnya Hanafiah (2010) mengemukakan, pada kondisi tertentu, warna tanah sering pula digunakan sebagai indikator kesuburan atau kapasitas produktivitas lahan. Secara umum dapat dikatakan bahwa makin gelap tanah berarti makin tinggi produktivitas tanah tersebut. Dengan berbagai pengecualian, sebagai indikator produktivitas, warna tanah mempunyai urutan: putih, kuning, kelabu (abu-abu), merah, coklat kekelabuan (keabu-abuan), coklat kekaratan (kekuningan atau kemerahan), coklat dan hitam. Warna tanah yang lebih gelap di dataran tinggi Napu dapat dijadikan indikator bahwa produktivitas tanah di wilayah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan dataran rendah Lape. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mowidu et al.. (2025) yang menunjukkan bahwa produktivitas kakao di dataran rendah Lape 0,7 t/ha, sedangkan di dataran tinggi Napu 0,8-1,5 t/ha.

Berat Volume (BV) Tanah

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa lokasi sampling berpengaruh sangat nyata terhadap BV tanah di bawah tegakan tanaman kakao. Hasil pengamatan BV tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat Volume Tanah di Bawah tegakan Kakao pada Dataran rendah Lape dan Dataran Tinggi Napu

Lokasi	Rata-rata BV Tanah (g/cm ³)
LR	0,78 ^b
LB	1,14 ^a
NR	1,05 ^a
NB	0,69 ^b

Ket.: - LR = Lape lereng; LB = Lape lembah; NR = Napu lereng; NB = Napu lembah.

- Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%.

Nilai BV tanah paling tinggi pada kondisi bentang lahan lembah di dataran rendah Lape ($1,14 \text{ g/cm}^3$) dan berbeda nyata dengan bentang lahan lereng pada elevasi yang sama ($0,78 \text{ g/cm}^3$) dan lembah di dataran tinggi Napu ($0,69 \text{ g/cm}^3$). Hal ini menunjukkan bahwa tanah di lembah dataran rendah Lape relatif lebih padat dibandingkan yang lainnya. Beberapa peneliti menyatakan bahwa makin padat suatu tanah makin tinggi berat volume yang berarti semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar (Jayanti dan Mowidu, 2015; Minangkabau et al., 2022; Mansyur et al., 2023).

Hardjowigeno (2015) menyatakan pada umumnya BV tanah berkisar dari $1,1-1,6 \text{ g/cm}^3$, tetapi Kurnia et al. (2006) menyatakan BV tanah mineral berkisar antara $0,6-1,4 \text{ g/cm}^3$. Secara spesifik dinyatakan bahwa nilai BV yang umum untuk tanah pasir $1,4-1,7 \text{ g/cm}^3$, sedangkan untuk tanah liat $0,95-1,2 \text{ g/cm}^3$.

Nilai BV yang berbeda disebabkan oleh variasi kandungan bahan organik, tekstur tanah, kedalaman perakaran, struktur tanah dan jenis fauna (Kurnia et al., 2006; Haryati, 2014; Utomo et al., 2016). Nilai BV tanah di bawah tegakan kakao pada dataran rendah Lape dan dataran tinggi Napu berkisar dari $0,69-1,14 \text{ g/cm}^3$. Perbedaan nilai BV antara dataran tinggi dan dataran rendah serta antara kondisi bentang lahan lereng dan lembah mungkin disebabkan oleh perbedaan tekstur, struktur, kandungan bahan organik dan jenis fauna.

Secara tidak langsung, BV tanah merupakan alat ukur ketersediaan oksigen, pemadatan (*compaction*) dan rintangan mekanik (*mechanical impedance*). Pada umumnya gerakan akar dan air terhambat apabila BV mencapai $1,5-1,6 \text{ g/cm}^3$ dan pada BV tanah sebesar $1,7-1,9 \text{ g/cm}^3$ gerakan akar terhenti (Thomson, 1978 cit. Suparnowo dan Handayani, 1999). Pada penelitian ini, BV tanah tertinggi adalah $1,14 \text{ g/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa pergerakan akar dan air di dalam tanah di bawah tegakan kakao di dataran rendah Lape dan dataran tinggi Napu tidak mengalami rintangan mekanik.

Porositas Tanah

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lokasi sampling berpengaruh sangat

nyata terhadap porositas tanah di bawah tegakan tanaman kakao Hasil pengamatan porositas tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Porositas Tanah di Bawah tegakan Kakao pada Dataran rendah Lape dan Dataran Tinggi Napu

Lokasi	Porositas Tanah (%)
LR	71,08 ^a
LB	57,40 ^b
NR	60,49 ^b
NB	75,36 ^a

Ket.: - LR = Lape lereng; LB = Lape lembah; NR = Napu lereng; NB = Napu lembah.

- Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%.

Porositas tanah adalah ruang-ruang pori yang tidak terisi oleh bagian padat (matriks) tanah. Ruang-ruang tersebut terisi oleh air dan udara dengan proporsi yang berubah-ubah tergantung pada kondisi tanah. Ukuran dan penyebaran pori tanah mempengaruhi aliran permukaan dan erosi serta sangat menentukan kesuburan fisik suatu tanah. susunan dan ukuran pori tanah menentukan tingkat aerasi dan kemampuan tanah menyediakan air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa porositas terendah ditemukan pada kondisi bentang lahan lembah di dataran rendah Lape (57,40%) yang berbeda nyata dengan kondisi bentang lahan lereng pada elevasi yang sama (71,08%) dan bentang lahan lembah di dataran tinggi Napu (75,36%). Meskipun nilainya paling rendah, tetapi persentase ruang pori pada bentang lahan lereng di dataran rendah Lape masih tergolong dalam persentase yang ideal untuk pertumbuhan tanaman yang baik. Proporsi tersebut masih menggambarkan bahwa tanah masih cukup sarang. Hal ini didukung oleh nilai BV tanah yang hanya mencapai $1,14 \text{ g/cm}^3$.

Nilai porositas tanah yang tinggi tidak serta merta memberikan gambaran kesuburan fisik tanah yang baik. Penting sekali diketahui distribusi ruang pori di dalam tanah agar bisa diketahui kemanfaatannya. Menurut Hardjowigeno (2015) pori-pori tanah dibedakan menjadi pori-pori kasar (*macro pores*) dan pori-pori halus (*micro pores*). Pori-pori kasar berisi udara atau air gravitasi, yaitu air yang mudah hilang karena gaya gravitasi. Pori-pori mikro berisi udara atau air kapiler. Utomo et al.. (2016) menyatakan dalam

hubungan antara tanah dan tanaman, ada dua jenis pori yang penting, yaitu pori air tersedia untuk menyediakan air dan pori aerasi untuk menyediakan udara.

Porositas tanah yang tinggi, baik pada dataran rendah Lape maupun dataran tinggi Napu menunjukkan bahwa tanah di bawah tegakan pohon kakao pada kedua wilayah tersebut berstruktur gembur dan sarang. Nilai BV tanah yang rendah juga memberikan indikasi yang serupa. Hal ini terjadi karena permukaan tanah dibiarkan ditutupi seresah daun kakao yang jatuh sehingga lapukannya tercampur dengan mineral tanah menghasilkan agregat-agregat tanah yang gembur.

Kadar Air Tersedia

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lokasi sampling tidak berpengaruh nyata terhadap Kadar air tersedia pada tanah di bawah tegakan tanaman kakao. Hasil pengamatan kadar air tersedia disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Air Tersedia Tanah di Bawah tegakan Kakao pada Dataran rendah Lape dan Dataran Tinggi Napu

Lokasi	Kadar Air Tersedia	
	(% berat)	% volume
LR	38,94	30,37
LB	39,47	45,15
NR	38,17	39,92
NB	39,75	27,35

Ket.: LR = Lape lereng; LB = Lape lembah; NR = Napu lereng; NB = Napu lembah.

Air tersedia adalah air yang dapat diserap oleh tanaman. Di dalam tanah, air tersedia merupakan air yang ditahan tanah pada kondisi kapasitas lapangan hingga koefisien layu. Kondisi kapasitas lapangan merupakan kondisi di mana air di dalam tanah berada pada jumlah maksimum yang dapat ditahan oleh tanah setelah air gravitasi masuk ke lapisan yang lebih dalam melalui perkolasi. Kondisi koefisien layu merupakan kondisi di mana jumlah air di dalam tanah tidak dapat lagi diserap oleh tanaman dan tanaman menunjukkan gejala layu yang tidak dapat dipulihkan (layu permanen). Apabila air di dalam tanah mendekati kondisi kapasitas lapangan, maka tanaman dapat menyerap air dengan mudah apabila tidak mengalami hambatan pada akar. Sebaliknya, apabila air tanah semakin mendekati koefisien layu, maka air semakin kuat diikat oleh matriks

tanah karena adanya gaya adhesi. Akibatnya, akar tanaman membutuhkan energi yang lebih banyak agar akar bisa menyerap air tersebut. Pada kondisi ini, tanaman sudah mulai memperlihatkan gejala layu yang dapat mencapai layu permanen apabila tidak ada penambahan air di dalam tanah.

Kadar air kapasitas lapangan dalam kaitannya dengan retensi air setara dengan pF 2,54. Selanjutnya kadar air titik layu permanen setara dengan pF 4,2. Dalam kaitannya dengan ukuran pori, kadar air kapasitas lapangan merupakan kadar air yang dapat ditahan oleh tanah dengan ukuran pori $\leq 8,6 \mu$ sampai $> 0,2 \mu$. Kadar air titik layu permanen merupakan kadar air yang dapat ditahan oleh tanah dengan ukuran pori $\leq 0,2 \mu$ (Kurnia et al., 2006). Menurut de Boodt (1976) pori-pori tanah yang berukuran $< 0,2 \mu$ disebut pori tidak berguna. Akar tanaman tidak dapat menyerap air dari dalam tanah dengan ukuran pori sekecil itu. Sebaliknya, pori-pori tanah yang berukuran $> 0,2 \mu$ disebut pori berguna. Pori-pori tersebut berguna untuk menyimpan air atau meneruskan air yang berlebih di dalam tanah melalui perkolasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tersedia (% volume) yang tertinggi pada bentang lahan lereng di dataran rendah Lape (45%) dan terendah pada bentang lahan lereng di dataran tinggi Napu (27,35%), padahal berdasarkan persen berat, kadar air tersedia tertinggi pada bentang lahan lereng di dataran tinggi Napu. Hal ini disebabkan oleh BV tanah pada bentang lahan lereng di dataran tinggi Napu paling rendah (0,69 g/cm³), sedangkan BV tanah pada bentang lahan lereng di dataran rendah Lape paling tinggi (1,14 g/cm³).

Dari data Tabel 3 (% volume) yang dihubungkan dengan data Tabel 2 (porositas) dapat dikatakan bahwa dari 57,4% ruang pori tanah pada bentang lahan lereng di dataran rendah Lape, terdapat 45,15% ruang pori diisi oleh air tersedia. Sedangkan pada bentang lahan lainnya, persen ruang pori yang diisi oleh air tersedia lebih rendah, yaitu 39,29% pada bentang lahan lereng di dataran tinggi Napu, 30,37% pada bentang lahan lereng di dataran rendah Lape dan 27,35% pada bentang lahan lembah di dataran tinggi Napu. Padahal total ruang pori pada lokasi tersebut

lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pori-pori mikro (pori penyimpan air) lebih banyak pada bentang lahan lembah di dataran rendah Lape.

Pori Drainase

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lokasi sampling berpengaruh sangat nyata terhadap persentase pori drainase tanah di bawah tegakan tanaman kakao. Rata-rata pori drainase disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pori Drainase Tanah di Bawah tegakan Kakao pada Dataran rendah Lape dan Dataran Tinggi Napu

Lokasi	Pori Drainase (%)
LR	6,75 ^b
LB	7,52 ^b
NR	11,48 ^a
NB	12,39 ^a

Ket.: - LR = Lape lereng; LB = Lape lembah; NR = Napu lereng; NB = Napu lembah.

- Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%.

Pori drainase adalah ruang pori yang berfungsi untuk mengalirkan atau membuang air yang berlebih di dalam tanah sehingga tidak terjadi genangan. Pori drainase diperoleh dari selisih kadar air tanah jenuh dan kadar air tanah kapasitas lapangan. Kadar air tanah jenuh merupakan kadar air tanah dimana seluruh ruang pori terisi oleh air dan apabila perkolasinya terhambat dapat menyebabkan terjadinya genangan air pada permukaan tanah tersebut. Di muka sudah dijelaskan bahwa kadar air kapasitas lapangan adalah jumlah air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah. Maka dari itu, persen air jenuh yang masuk ke dalam tanah akibat gaya gravitasi (air perkolasi) merupakan persen pori drainase.

Ruang pori di dalam tanah yang berperan dalam membuang atau meneruskan kelebihan air di dalam tanah adalah ruang pori makro. Pada ruang pori ini, gaya kohesi dan adhesi tidak cukup kuat melawan gaya gravitasi sehingga air bergerak bebas masuk ke lapisan tanah yang lebih dalam. Kurnia et al.. (2006) mengelompokkan pori drainase menjadi

pori drainase lambat dan pori drainase cepat. Pori drainase lambat adalah pori yang berdiameter antara 8,6-28,8 μ (pF 2,54-2,0). Pori drainase cepat adalah pori yang berdiameter > 28,8 μ (pF < 2,0).

Pori drainase pada penelitian ini, tidak memisahkan antara pori drainase lambat dan pori drainase cepat. Persen ruang pori hanya dihitung dari kadar air tanah jenuh dan kadar air tanah kapasitas lapangan. Total ruang pori drainase tertinggi ditemukan pada bentang lahan lembah di dataran tinggi Napu (12,39%) dan terendah ditemukan pada bentang lahan lereng di dataran rendah Lape (6,75%). Secara umum terlihat bahwa pori drainase tinggi di dataran tinggi napu dan berbeda nyata dengan dataran rendah Lape. Meskipun pori drainasenya kecil, tidak akan terjadi genangan karena kondisi lahan yang miring.

Kesimpulan

Tanah di bawah tegakan kakao di dataran tinggi Napu berwarna gelap, sedangkan di dataran rendah Lape berwarna terang. Warna gelap pada tanah di dataran tinggi Napu berasal dari jenis bahan induk formasi Napu, bahan organik yang lebih tahan lapuk karena didukung oleh curah hujan yang rendah, suhu dingin dan kelembaban udara yang tinggi. Warna terang pada tanah di bawah tegakan kakao di dataran rendah Lape berasal dari bahan induk formasi puna dengan bahan organik yang melapuk secara intensif karena didukung oleh suhu yang hangat dan kelembaban udara yang rendah serta terjadinya pelindian yang intensif oleh curah hujan yang tinggi.

Tanah di bawah tegakan kakao di dataran rendah Lape pada bentang lahan lereng memiliki berat volume 0,78 g/cm³, porositas 71,08%, kadar air tersedia 38,94% berat atau 30,37% volume dan pori drainase 6,75%. Pada bentang lahan lembah, berat volume tanahnya 1,14 g/cm³, porositas 57,40%, kadar air tersedia 39,47% berat atau 45,15% volume dan pori drainase 7,52%.

Tanah di bawah tegakan kakao di dataran tinggi Napu pada bentang lahan lereng memiliki berat volume 1,05 g/cm³,

porositas 60,49%, kadar air tersedia 38,17% berat atau 39,92% volume dan pori drainase 11,48%. Pada bentang lahan Lembah, berat volumenya 0,69 g/cm³, porositas 75,36%, kadar air tersedia 39,75% berat atau 27,35% volume dan pori drainase 12,39%.

Tingkat kecukupan air tersedia pada semua lokasi tergolong tinggi (> 25%). Berat volume yang rendah dan porositas tanah yang tinggi menunjukkan bahwa tanah pada semua lokasi memiliki struktur gembur atau sarang. Hal ini memudahkan pergerakan air dan mudah ditembus oleh akar tanaman tanpa hambatan mekanik.

Daftar Pustaka

- Andrian, Supriadi, & Marpaung, P. (2014). Pengaruh Ketinggian Tempat Dan Kemiringan Lereng Terhadap Produksi Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell.Arg.) Di Kebun Hapesong PTPN III Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agroteknologi*, 2(3), 981–989.
- Bakri, A., Pagiu, S., & Rahman, A. (2022). Analisis Sifat Fisika Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Desa Maku Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi Analysis Of Soil Physical Properties On Several Land Uses In Maku Vilage Dolo Sub-Disrict Sigi Regency. *Agrotekbis*, 10(1), 1–8.
- BPS. (2024). Provinsi Sulawesi Tengah Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tengah.
- Bintoro, A., Widjajanto, D., & Isrun. (2017). Karakteristik Fisik Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Beka Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi. *E-J. Agrotekbis*, 5(4), 423–430.
- De Bootd, M. 1972. Soil Physics. International training center for post graduate in soil sciences. State University of Ghent, Belgia.
- Hakim, N. dan Hermansah, 2025. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Edisi 2. Universitas Lampung. Lampung.
- Hamzah, M. F. (2010). Studi Morfologi dan Anatomi Daun Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*) pada Zona Ketinggian yang Berbeda di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Jawa Timur. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hanafiah, K.A. (2010) Dasar-dasar Ilmu Tanah. RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2015. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo: Jakarta.
- Haryati, U. (2014). Karakteristik Fisik Tanah Kawasan Budidaya Sayuran Dataran Tinggi, Hubungannya dengan Strategi Pengelolaan Lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan Badan Litbang Pertanian Di Balai Penelitian Tanah*, 8(2), 125–138.
- Jayanti, K. D., & Mowidu, I. (2015). Hubungan antara kadar fraksi pasir, fraksi klei, bahan organik dan berat volume terhadap kadar air tersedia pada tanah sawah di kabupaten poso. *Jurnal AgroPet*, 12(1), 6–10.
- Kepmen PUPR Nomor 318/KPTS/M/2017 tentang Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai-sungai Parigi Poso.
- Kurnia, Fahmuddin Agus, Abdurachman Adimihardja, A. D. (2006). Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisisnya (A. D. Undang kurnia, Fahmuddin Agus, abdurachman Adimihardja (ed.)). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Jl. Ir. H. Juanda No. 98 Bogor 16123 Jawa Barat.
- Latief, R. M. (2019). “Smart Farming yang Berwawasan Lingkungan untuk Kesejahteraan Petani” Karakteristik dan Variabilitas Sifat-Sifat Fisik Tanah dan Evaluasi Kualitas Fisik Tanah pada Lahan Suboptimal Characteristic and Variability of Soil Physical Properties and Evaluation. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, September, 132–139.
- 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. <https://doi.org/10.52643/jir.v14i2.3779>
- Manullang, J. F., Pakasi, S. E., Supit, J. M., & Porong, J. V. (2020). Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Lahan Sawah di Kecamatan Kotamobagu Utara. *In Cocos*, 2(3), 1–9.
- 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*, 22(1), 1–5.
- Mowidu, I., Y. Soande dan A. Nurulazmi. 2025. Karakterisasi Sifat Kimia Tanah Di Bawah Tegakan Kakao Pada Dataran Rendah Dan Dataran Tinggi. Laporan akhir penelitian. LPPM Universitas Sintuwu Maroso. Poso.
- Novita, D., Tarakanita, S., Satriadi, T., & Jauhari, A. (2019). Potensi Keberadaan Fitokimia Kamala (*Phyllanthus Emblica*) Berdasarkan Perbedaan Ketinggian Tempat Tumbuh The Potential Existence Phytochemical of Kamalaka (*Phyllanthus Emblica*) Based on Differences Altitudes of Growing Locations. 02(4), 645–654.
- Nugroho, A.R dan Nasruddin. (2020). Geografi Tanah (Konsep dan Implementasi). Buku Ajar. Program Studi Geografi Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- Nurhartanto, N., Zulkarnain, Z., & Wicaksono, A. A. (2022). Analisis Beberapa Sifat Fisik Tanah Sebagai Indikator Kerusakan Tanah Pada Lahan Kering. *Journal of Tropical AgriFood*, 4, 107–112.
<https://doi.org/10.35941/jatl.4.2.2022.7001.107-112>
- Palmai, F., & Monde, A. (2021). Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Pertanaman Cengkeh (*Eugenia aromatica* L) Di Desa Lempe Kecamatan Dampal Selatan Kabupaten Toli-Toli. *E-J. Agrotekbis*, 9(1), 7–13.
- Simanjuntak, T.O., Surono dan J.B. Supandjono. 1991. Geologi Lembar Poso, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi. Bandung.
- Putra, A. N., Sudarto, Alpheratz Ridwan, A. G., Aditama, A. F., & Janahtin, S. (2021). Comparison of Soil Physical Properties and Soil-Vegetation Indices to Predict Rice Productivity in Malang Regency of East Java. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 8(4), 2891–2901.
<https://doi.org/10.15243/JDMLM.2021.084.2891>
- Putri, D. R., & Sasongko, P. E. (2023). Analisis Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Wilayah Kecamatan Pujon. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 27–33.
<https://doi.org/10.31186/jipi.25.1.27-33>
- Putri, M. (2022). Pengaruh Daerah Tempat Tumbuh Terhadap Kadar Kafein Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*). *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 7(1), 33–42.
<https://doi.org/10.56727/bsm.v7i1.83>
- Putri, M. A. (2019). Karakteristik Sifat Fisika Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Nagari Batang Barus Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok [Andalas].
<http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/43002>
- Rahman, D.M., B. Kallupa, Muh. Ramli dan Akbertus. (1992). Fosil Stegodon di Lembah Napu Desa Betue Kecamatan Lore Utara Kabupaten Poso Provinsi Sulawesi Tengah.
- Saputra, D., E.Pakasi, S., & Ch Warouw, V. (2020). Identifikasi sifat fisik dan kimia tanah pada lahan persawahan di Kecamatan Kotamobagu Selatan. *Jurnal Unsrat*, 1–14.
- Suparnowo, S.H dan S. Handayani. (1999). Kerapatan Tanah (*Soil Density*). Laboratorium Fisika Tanah. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Utomo, M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja dan Wawan. 2015. Ilmu Tanah: Dasar-dasar dan pengelolaan. Prenadamedia Group. Jakarta.
- Yuliani, Soemarno, Yanuwadi, B., & Leksono, A. S. (2015). The Relationship Between Habitat Altitude, Environmental Factors and Morphological Characteristics of *Pluchea Indica*, *Ageratum Conyzoides* and *Elephantopus Scaber*. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 15(3), 143–151.
<https://doi.org/10.3844/ojbsci.2015.143.151>