

KARAKTERISTIK SIFAT FISIK TANAH LAHAN PERTANIAN CAMPURAN DI DESA TEMBOE KABUPATEN LUWU

Analysis of Soil Physical Properties for Sustainable Agriculture in Temboe Village, Luwu Regency

Nirmala Sari, Muhammad Arsyad, dan Sulistiawaty

Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90224

ABSTRACT

Village-scale information on soil physical properties is essential as a preliminary basis for agricultural land management, particularly in areas characterized by mixed land use and sloping topography. This study aimed to identify the physical properties of soil in mixed-crop agricultural areas in Temboe Village, South Larompong District, Luwu Regency, South Sulawesi. Data collection was conducted via a survey at nine observation points: (1) clove land; (2) between clove and *langsar* trees; (3) between *langsar* and cacao; (4) between cacao and banana; (5) banana land; (6) *langsar* land; (7) cacao land; (8) banana and other crop land; and (9) other crop land (banana). Soil physical parameters analyzed included texture fractions, bulk density, porosity, permeability, soil structure, soil moisture, temperature, pH, and slope gradient. Data were analyzed using descriptive quantitative methods, supplemented by an analysis of the relationships between parameters. The results indicate that the soil is dominated by a clay loam texture class, with one sub-sample exhibiting a loam texture. Soil structure across all sub-samples was classified as granular. Bulk density ranged from 1.475 to 2.100 g/cm³, porosity from 40% to 67%, and permeability from 1.22 to 1,096.77 cm/hour. Bulk density showed a very strong negative correlation with porosity ($r = -0.8904$), whereas the relationship of permeability with both bulk density and porosity was weakly negative, reflecting soil compaction, aggregate structure, and sample conditions during testing. Temperature ranged from 28°C to 35°C, pH from 5.5 to 8.5, and moisture was predominantly wet, while the slope gradient was 8.88°. In general, the soil at the study site retains a structure conducive to aeration; however, some points exhibited high bulk density and extreme permeability variations, necessitating the management of organic matter and ground cover, as well as the implementation of slope conservation measures.

Keywords: Bulk Density, Clay Loam, Permeability, Porosity, Soil Physical Properties.

ABSTRAK

Informasi sifat fisik tanah skala desa diperlukan sebagai dasar awal pengelolaan lahan pertanian, terutama pada wilayah dengan penggunaan lahan campuran dan topografi miring. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sifat fisik tanah pertanian campuran di Desa Temboe, Kecamatan Larompong Selatan, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan. Pengambilan data dilakukan secara survei pada sembilan titik pengamatan, pertama di lahan cengkeh, kedua di antara cengkeh dan langsar, ketiga di antara langsar dan coklat, keempat di antara coklat dan pisang. Kelima di lahan pisang, keenam di lahan langsar, ketujuh di lahan coklat, kedelapan di lahan pisang dan kebun lain, dan kesembilan di kebun lain (lahan pisang). Parameter fisik tanah dianalisis melalui fraksi tekstur, bobot isi, porositas, permeabilitas, struktur tanah, kelembaban tanah, temperatur, pH, dan kemiringan lereng. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan dilengkapi analisis hubungan antarparameter. Hasil menunjukkan bahwa tanah didominasi oleh kelas tekstur lempung berclay, dengan satu sub-sampel bertekstur lempung. Struktur tanah pada seluruh sub-sampel tergolong granular. Bobot isi berkisar 1,475–2,100 g/cm³, porositas 40–67%, dan permeabilitas 1,22–1096,77 cm/jam. Bobot isi berkorelasi negatif yang sangat kuat terhadap porositas ($r = -0,8904$), sedangkan hubungan permeabilitas dengan bobot isi maupun porositas negatif lemah, menunjukkan padatan tanah, struktur agregat, dan kondisi sampel saat pengujian. Adapun temperatur 28–35°C, pH 5,5–8,5, kelembaban dominan basah, serta kemiringan disemua lereng 8,88°. Secara umum, tanah di lokasi penelitian masih memiliki struktur yang mendukung aerasi, tetapi sebagian titik memperlihatkan bobot isi tinggi dan variasi permeabilitas ekstrem sehingga memerlukan pengelolaan bahan organik, penutup tanah, dan tindakan konservasi lereng.

Kata Kunci: Bobot Isi, Lempung Berclay, Permeabilitas, Porositas, Sifat Fisik Tanah.

PENDAHULUAN

Sifat fisik tanah merupakan salah satu faktor dasar yang mengontrol fungsi tanah sebagai media tumbuh tanaman. Salah satu sifat terpenting adalah tekstur tanah. Tanah yang memiliki tekstur seimbang antara partikel pasir, debu, dan lempung akan lebih baik dalam mempertahankan kelembapan dan nutrisi yang ada pada tanaman (Sunardi, 2024). Selain tekstur, struktur tanah juga memiliki peran penting dalam pertanian. Struktur tanah merupakan faktor penting dalam tubuh tanah dan memiliki proses

pembentukan yang kompleks dengan melibatkan bahan organik (Prabowo *et al.*, 2025). Adapun dua sifat fisik tanah yang memiliki timbal balik yakni porositas dan bobot isi. Menurut Rosari *et al.* (2017), bobot isi adalah properti fisik yang berubah secara signifikan antara berbagai jenis batuan karena perbedaan mineralogi dan porositas. Porositas adalah kemampuan untuk menyerap fluida pada batuan atau ruang-ruang yang terisi oleh fluida diantara zat-zat padat. Adapun permeabilitas adalah kemampuan tanah untuk meneruskan air atau udara melalui tanah (Dariah, & Yusrial, 2006). Penurunan kualitas sifat fisik tanah, seperti

*) Penulis Korespondensi: Telp. +6285172146662; Email: nirmalasari.220104500002@student.unm.ac.id DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.28.2.59-64>

meningkatkan kepadatan dan menurunnya porositas, dapat menghambat pertumbuhan akar serta menurunkan efisiensi penyerapan unsur hara (Octaviani *et al.*, 2026).

Pada lahan pertanian tropis, tekanan pengolahan tanah, pemupukan intensif, rendahnya penambahan bahan organik, dan perubahan penutup lahan dapat mengubah konfigurasi pori dan stabilitas agregat tanah. Perubahan penutup lahan biasanya muncul dalam bentuk pemadatan tanah, penurunan kapasitas infiltrasi, genangan pada musim hujan, dan retakan saat periode kering. Kementerian Pertanian RI (2023) melaporkan bahwa degradasi tanah yang terjadi secara kumulatif telah menyebabkan penurunan kesuburan tanah, baik dari aspek fisik, kimia, maupun biologi. Kondisi ini berdampak langsung pada menurunnya produktivitas lahan serta meningkatnya kerentanan terhadap kerusakan lingkungan.

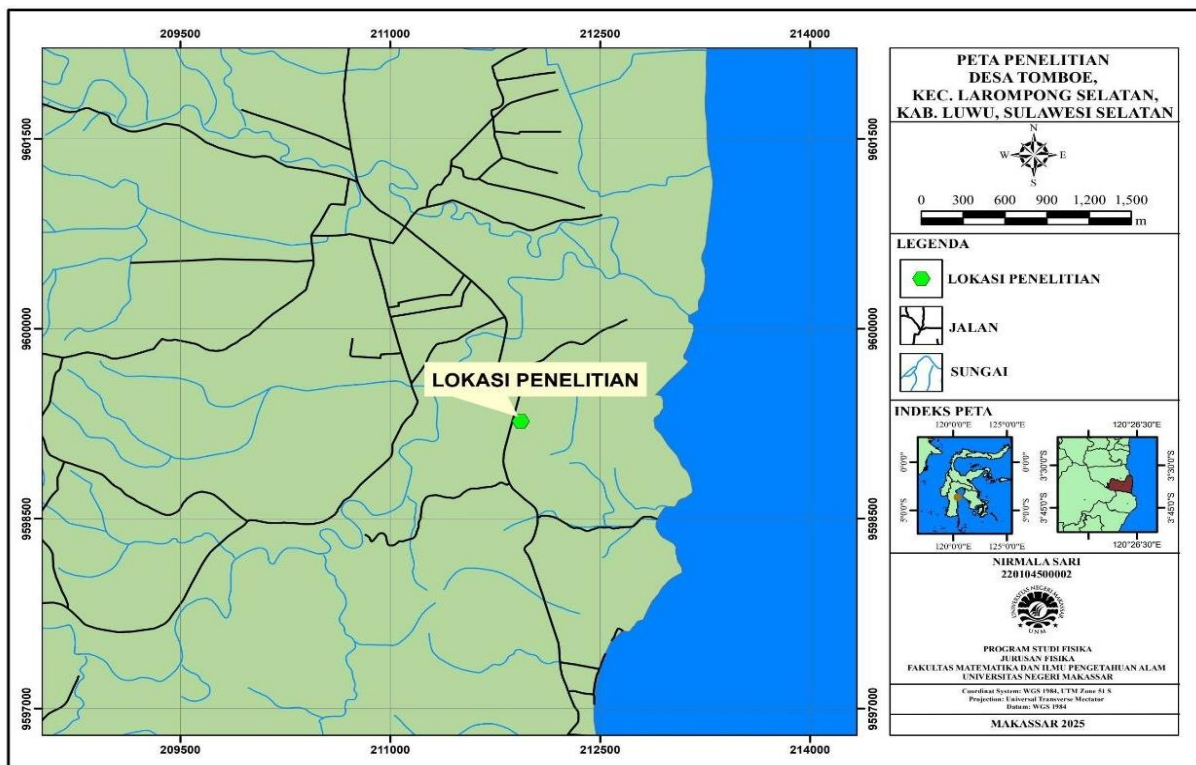
Desa Temboe di Kabupaten Luwu merupakan wilayah pertanian dengan komoditas campuran, antara lain cengkeh, kakao, langsung, dan pisang. Keragaman penggunaan lahan tersebut menimbulkan variasi input bahan organik, intensitas pengelolaan, naungan, kelembaban tanah, serta aktivitas perakaran. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan dan pengelolaan yang kurang tepat dapat memengaruhi sifat fisik tanah dan berdampak pada produktivitas tanaman (Fadel *et al.*, 2021). Pada kondisi topografi miring, variasi sifat fisik tanah menjadi penting karena memengaruhi pergerakan air permukaan dan risiko erosi. Namun, informasi kuantitatif mengenai sifat fisik tanah di tingkat desa masih terbatas sehingga rekomendasi pengelolaan lahan sering bersifat umum (Yusuf *et al.*, 2020). Keterbatasan data ini menyebabkan upaya perbaikan yang dilakukan cenderung bersifat umum dan kurang

efektif. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang komprehensif untuk mengkaji kondisi aktual sifat fisik tanah sebagai dasar dalam pengelolaan pertanian yang lebih tepat sasaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan karakterisasi awal sifat fisik tanah lahan pertanian campuran di Desa Temboe. Kontribusi utama artikel ini adalah penyediaan data lapangan dan laboratorium mengenai tekstur, struktur, bobot isi, porositas, permeabilitas, pH, temperatur, kelembaban, dan kemiringan lereng. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar awal penentuan tindakan konservasi tanah, pengelolaan bahan organik, dan perbaikan tata air lahan di Desa Temboe.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 9 (sembilan) bulan dari bulan September 2025 – Mei 2026 di lahan pertanian Desa Temboe, Kecamatan Larompong Selatan, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan (Gambar 1). Pengujian sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, sedangkan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar. Pengujian tekstur tanah menggunakan metode pipet, pengujian bobot isi menggunakan metode pengukuran *bulk density*, pengujian porositas menggunakan metode gravimetri, dan pengujian permeabilitas menggunakan metode permeameter. Fokus penelitian adalah menganalisis sifat fisik tanah sebagai dasar evaluasi kesesuaian lahan untuk pertanian berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lahan pertanian Desa Temboe seluas 3.500 m² yang ditanami cengkeh, coklat, langsung, dan pisang. Area pengambilan sampel ditentukan secara acak menggunakan metode *purposive sampling* sebanyak sembilan titik dengan empat kali pengulangan (Octaviani *et al.*, 2026). Pada setiap titik diambil dua jenis sampel pada kedalaman 10 cm, yaitu sampel tanah utuh dan sampel tanah terganggu. Titik pertama berada di lahan cengkeh, titik kedua berada di antara cengkeh dan langsung, titik ketiga berada di antara langsung dan coklat, titik keempat berada di antara coklat dan pisang. Adapun titik kelima berada di lahan pisang, titik keenam berada di lahan langsung, titik ketujuh berada di lahan coklat, titik kedelapan berada di lahan pisang dan kebun lain, dan terakhir titik kesembilan berada di kebun lain (lahan pisang). Pada lahan pertanian tersebut, petani setempat dominan menggunakan pupuk phonska dan pupuk NPK 14-14-14 untuk meningkatkan hasil panen. Secara umum, Desa Temboe Kabupaten Luwu mengalami curah hujan tinggi dengan rata-rata tahunan berkisar antara 2.500 hingga 4.000 mm/tahun. Daerah tersebut sering mengalami hujan ringan, dengan suhu berkisar 24-27°C (BPS, 2025).

Sampel tanah utuh diambil menggunakan *ring sampler* pipa untuk analisis bobot isi dan permeabilitas tanah. Sampel kemudian dibungkus *aluminium foil* guna mempertahankan struktur dan kelembaban tanah sebelum dianalisis di laboratorium. Sampel tanah terganggu diambil dengan berat 400–500 g/titik, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik klip. Sampel terganggu ini digunakan untuk analisis tekstur dan porositas tanah. Setiap titik pengamatan diukur pH tanah, suhu tanah, dan kelembaban tanah yang diukur pada siang hari menggunakan *soil meter*, serta kemiringan lereng menggunakan data yang tercatat pada GPS.

Analisis Laboratorium Sifat Fisik Tanah

Analisis sifat fisik tanah dilakukan terhadap parameter bobot isi, porositas, tekstur, struktur, dan permeabilitas tanah. Tekstur tanah dianalisis menggunakan metode pipet untuk menentukan persentase fraksi pasir, debu, dan *clay*. Bobot isi dianalisis dengan metode pengukuran *bulk density* berdasarkan volume *ring sampler*, berat tanah basah, dan berat tanah kering, kemudian dari nilai bobot isi dan asumsi berat jenis partikel dihitung porositas tanah. Permeabilitas tanah diukur menggunakan *ring sampler* yang dinyatakan dalam satuan cm/jam. Struktur tanah diklasifikasikan dari hasil observasi agregat tanah, yang mengacu pada gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Data hasil pengujian laboratorium dihitung sebagai berikut:

a) Tekstur tanah

$$\% \text{finer pada } t = \frac{m_{\text{pipet}}}{m_{\text{total (kering)}}} \times 100\%$$

Keterangan:

m_{pipet} = massa padatan setelah pengeringan (g)

$m_{\text{total (kering)}}$ = massa total tanah (kering) (g)

b) Bobot Isi

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan:

ρ = massa jenis (g/cm³)

m = massa (g)

v = volume (cm³)

c) Porositas

$$f = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}$$

Keterangan:

f = porositas tanah = volume total pori/volume total tanah tidak terganggu

ρ_b = berat volume tanah

ρ_s = berat jenis partikel

d) Permeabilitas

$$K_s = \frac{VL}{[At(H_2 - H_1)]}$$

Keterangan:

K_s = konduktivitas hidrolis (permeabilitas) dalam keadaan jenuh

V = volume air yang mengalir

L = tinggi tanah

A = luas penampang

t = waktu

H_1 = tinggi hidrolis pada titik masuknya air

H_2 = tinggi hidrolis pada titik keluarnya air.

Adapun data sifat fisik tanah dan data lapangan berupa pH tanah, suhu tanah, kelembaban tanah, dan kemiringan lereng dari sembilan titik sampel dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk memperoleh nilai minimum, maksimum, dan rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelembaban tanah pada lokasi penelitian didominasi kondisi basah (*wet*) pada tujuh dari sembilan titik, sedangkan satu titik berkecenderungan normal dan satu titik kering. Kondisi yang dominan basah ini pada dasarnya sangat menguntungkan petani, karena dapat mendukung aktivitas biologis tanah. Ketersediaan air yang cukup akan memfasilitasi pergerakan mikroorganisme dan proses pelarutan unsur hara yang penting bagi dekomposisi bahan organik (Weil & Brady, 2016). Meskipun demikian, kondisi ini perlu diwaspadai ketika intensitas kelembaban tanah meningkat. Menurut Rosari *et al.*, (2017), tanah yang terlalu basah dapat menurunkan kemampuan menyerap air secara cepat sehingga memengaruhi kestabilan akar dan meningkatkan risiko erosi permukaan, terutama pada topografi yang agak curam. Temperatur tanah berkisar 28–35°C dengan rata-rata 31,33°C, menunjukkan kondisi termal yang relatif hangat dan stabil sehingga mendukung aktivitas mikroorganisme dan proses pelapukan bahan organik (Kusuma, 2023).

Tabel 1. Karakteristik Lingkungan pada Sembilan Titik Pengamatan

Titik	Kelembaban	Temperatur (°C)	pH tanah	Kemiringan (°)
1	wet	31	7,00	8,88
2	wet	34	6,00	8,88
3	nor	34	7,00	8,88
4	dry	33	7,50	8,88
5	wet	29	6,00	8,88
6	wet	29	7,00	8,88
7	wet	28	5,50	8,88
8	wet	35	6,50	8,88
9	wet	29	8,50	8,88

Keterangan:

wet = basah
nor = normal
dry = kering

Nilai pH tanah bervariasi antara 5,5–8,5 dengan rata-rata 6,72, tergolong asam lemah hingga basa lemah dan mendekati netral, sehingga masih mendukung ketersediaan hara dan aktivitas mikroorganisme tanah (Situmeang, 2025). Titik dengan pH terendah (5,5) berada pada lahan kakao dengan kelembaban basah, mengindikasikan kandungan bahan organik yang lebih tinggi akibat proses dekomposisi, sedangkan titik dengan pH tertinggi (8,5) berada pada kebun campuran. Kemiringan lereng tercatat 8,88° yang tergolong agak curam, sehingga berpotensi memperbesar aliran permukaan, mempercepat laju erosi, serta menyebabkan distribusi kelembaban tanah yang tidak merata (Bani & Sari, 2026; Nurandi, 2024). Sektor pertanian dan pertanahan tercatat sebagai mata pencaharian dominan di Kecamatan Larompong Selatan yaitu sebanyak 2.776 jiwa bekerja pada sektor tersebut, yang menegaskan pentingnya pengelolaan lahan yang tepat bagi keberlangsungan ekonomi masyarakat setempat.

Tanah pada sebagian besar sub-sampel tergolong lempung berclay, sedangkan satu sub-sampel tergolong lempung. Rerata fraksi pasir, debu, dan clay masing-masing sebesar 30,28%, 38,78%, dan 30,89%. Hasil analisis distribusi fraksi, sebagian besar titik pengamatan menunjukkan persentase fraksi pasir, debu, dan clay yang relatif seimbang. Keseimbangan proporsi ketiga fraksi ini merupakan manifestasi dari interaksi antara karakteristik batuan induk, proses pembentukan tanah, dan pengelolaan lahan pertanian (Hanafiah, 2014). Seluruh sub-sampel memiliki struktur granular. Keberadaan struktur granular ini menjadi faktor fisik penentu dalam mempertahankan proporsi fraksi tanah pada lahan yang miring. Agregat berstruktur granular memiliki jaringan porositas makro yang tinggi, yang secara langsung meningkatkan laju infiltrasi air ke dalam tanah dan secara signifikan mereduksi volume serta kecepatan aliran permukaan (Hillel, 2004). Bobot isi berada pada rentang 1,475–2,100 g cm⁻³ dengan rerata 1,892 g/cm³. Porositas berkisar 40–67% dengan rerata 51,17%. Permeabilitas memiliki rentang sangat lebar, yaitu 1,22–1096,77 cm/jam, yang menunjukkan adanya masukan bahan organik ke dalam tanah secara terus menerus dari daun-daun, cabang dan ranting yang berguguran (Susanto, 2005).

Dominasi tekstur lempung berclay menjelaskan kemampuan tanah menahan air yang relatif baik (Sunardi, 2024). Namun, bobot isi yang cukup tinggi pada beberapa titik mengindikasikan adanya pemadatan yang dapat

membatasi penetrasi akar dan aerasi. Kondisi ini perlu diperhatikan pada lahan yang dikelola intensif, terutama bila penambahan bahan organik rendah atau permukaan tanah sering terbuka. Struktur granular merupakan indikasi positif karena agregat remah umumnya mendukung aerasi dan infiltrasi. Akan tetapi, struktur granular tidak selalu menjamin permeabilitas seragam, karena pergerakan air sangat ditentukan oleh distribusi makropori dan kontinuitas jalur aliran. Sedangkan permeabilitas dipengaruhi oleh bobot isi dan porositas (Mursyid *et al.*, 2023).

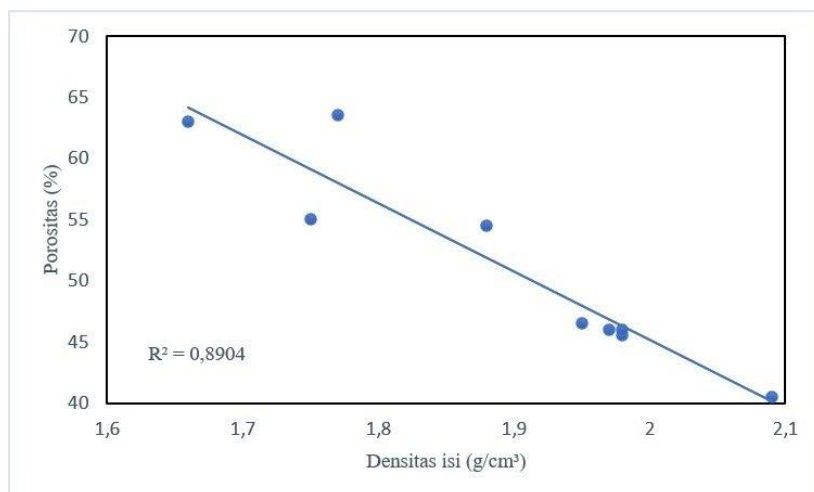
Bobot isi memiliki korelasi negatif kuat dengan porositas (Gambar 2). Pola ini konsisten dengan prinsip dasar fisika tanah, yaitu peningkatan massa padatan per satuan volume mengurangi ruang pori total (Weil & Brady, 2016; Hanafiah, 2014). Sebaliknya, permeabilitas tidak menunjukkan hubungan sederhana dengan bobot isi maupun porositas. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Masria *et al.* (2018). Hal ini menunjukkan bahwa laju aliran air tidak hanya dikontrol oleh jumlah pori total, tetapi juga padatan tanah, struktur agregat, dan kondisi sampel saat pengujian.

Analisis hubungan bobot isi dan porositas terhadap permeabilitas tanah menunjukkan koefisien determinasi (R^2) masing-masing sebesar 0,5642 (56,42%) dan 0,3160 (31,60%). Nilai tersebut tergolong sedang, yang mengindikasikan bahwa bobot isi dan porositas tanah telah memberikan variasi permeabilitas tanah di Desa Temboe, sedangkan sisanya (43,58% dan 68,40%) dipengaruhi oleh faktor lain seperti tekstur tanah, struktur tanah, distribusi ukuran pori, curah hujan (5.477,2 mm tahun⁻¹), serta pengelolaan pupuk oleh petani setempat. Secara teoritis, porositas dan permeabilitas seharusnya berhubungan positif (Hillel, 2004), karena ruang pori yang lebih besar memudahkan pergerakan air melalui tanah, namun lemahnya hubungan ini menegaskan bahwa permeabilitas tanah di Desa Temboe lebih dipengaruhi oleh ukuran, bentuk, dan keterhubungan antarpori yang berperan dalam memperlancar pergerakan air di dalam tanah (Handayani & Wahyuni, 2016).

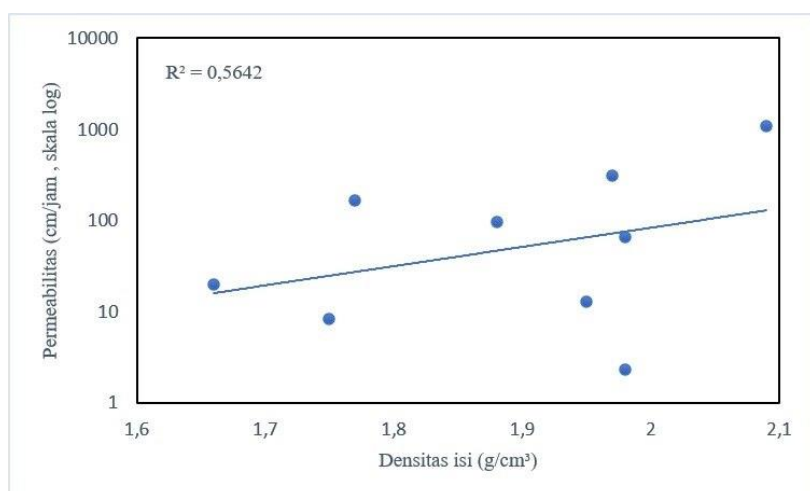
Secara keseluruhan, karakteristik lingkungan Desa Temboe yang lembab, hangat, memiliki pH mendekati netral, dan topografi agak curam berinteraksi dengan sifat fisik tanah bertekstur lempung berclay berstruktur granular untuk membentuk kondisi yang secara umum mendukung pertumbuhan tanaman tahunan seperti cengkeh, kakao, langsung, dan pisang. Namun demikian, bobot isi yang tergolong sangat mampat pada sejumlah titik berpotensi menurunkan akumulasi karbon organik tanah (Widjajanto *et al.*, 2024), sementara permeabilitas yang berlebihan pada titik-titik tertentu meningkatkan perpindahan unsur hara ke lapisan bawah tanah Desa Temboe (Pawitan *et al.*, 2021).

Tabel 2. Rerata Sifat Fisik Tanah Berdasarkan Dua Sub-Sampel Pada Setiap Titik

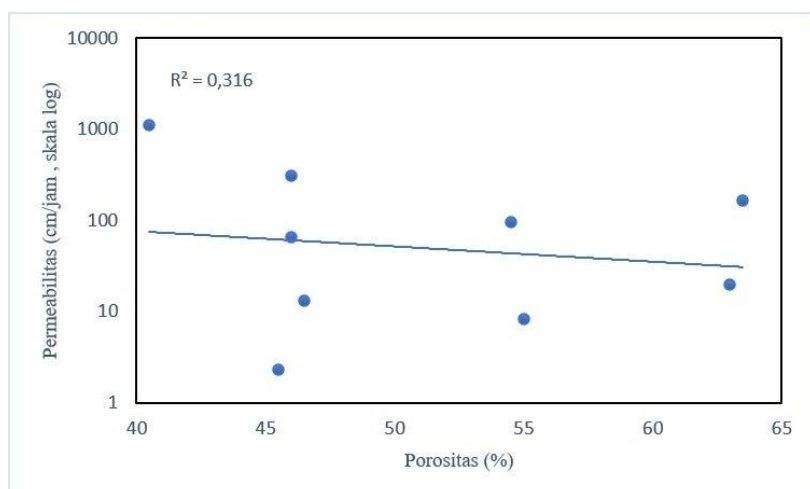
Titik	Pasir (%)	Debu (%)	Clay (%)	Permeabilitas (cm/jam)	Bobot isi (g/cm ³)	Porositas (%)	Kelas tekstur dominan
1	39,50	32,50	28,00	13,00	1,95	46,50	Lempung berclay
2	27,00	40,50	32,50	167,36	1,77	63,50	Lempung berclay
3	27,50	40,50	32,00	1096,77	2,09	40,50	Lempung berclay
4	25,00	42,00	33,00	308,73	1,97	46,00	Lempung berclay
5	28,00	35,50	36,50	2,31	1,98	45,50	Lempung berclay
6	32,50	38,50	29,00	19,82	1,66	63,00	Lempung berclay
7	33,00	36,50	30,00	8,29	1,75	55,00	Lempung berclay
8	33,00	39,50	27,50	65,56	1,98	46,00	Lempung
9	27,00	43,50	29,50	96,68	1,88	54,50	Lempung berclay



Gambar 2. Hubungan bobot isi dan porositas tanah pada skala logaritmik



Gambar 3. Sebaran bobot isi dan permeabilitas tanah pada skala logaritmik



Gambar 3. Sebaran porositas dan permeabilitas tanah pada skala logaritmik

SIMPULAN

Tanah lahan pertanian campuran di Desa Temboe didominasi tekstur lempung berclay dengan struktur granular. Bobot isi berkisar 1,475–2,100 g cm⁻³, porositas 40–67%, dan permeabilitas 1,22–1096,77 cm jam⁻¹. Bobot isi berkorelasi negatif kuat dengan porositas, sedangkan permeabilitas menunjukkan variasi besar dan hubungan yang berkorelasi sedang dengan porositas maupun bobot isi.

Kondisi lingkungan didominasi kelembaban tanah basah, temperatur tanah yang hangat, dan pH tanah mendekati netral pada lereng miring.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, serta

pihak laboratorium dan Kepala Desa Temboe yang mendukung pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bani, M. A., & Sari, Y. I. (2026). Analisis pengaruh kemiringan lereng terhadap jenis tanah dan sebaran vegetasi sebagai cerminan karakteristik lahan di kebun teh wonosari. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 10(1), 93-101.
<https://doi.org/10.29408/geodika.v10i1.33390>
- BPS. (2025). *Statistik Daerah Kabupaten Luwu 2024*. Luwu: Badan Pusat Statistika.
- Dariah, A., & Yusrial, D. M. (2006). *Penetapan konduktivitas hidrolik tanah dalam keadaan jenuh: Metode laboratorium*. Dalam U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja, Sumberdaya lahan pertanian. Bogor, 177-1186.
- Fadel, M., Pagiu, S., & Rahman, A. (2021). Analisis sifat fisika tanah pada penggunaan lahan kebun kakao dan lahan kebun campuran. *Agrotekbis*, 9(2), 512-522.
<https://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/id/article/view/937>
- Gulo, A., & Waruwu, J. (2024). Analisis dampak pengolahan tanah terhadap sifat fisika dan kualitas tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(1), 217-222.
<https://doi.org/10.70134/penarik.v2i3.129>
- Hanafiah, K. A. (2014). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Badan Penerbit Rajawali Pers.
- Handayani, T., & Wahyuni, D. (2016). Pengaruh sifat fisik tanah terhadap konduktivitas hidrolik jenuh pada lahan pertanian produktif di Desa Arang Limbung Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 4(1).
<https://doi.org/10.26418/pf.v4i1.14840>
- Hillel, D. (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Badan Penerbit Academic Press.
- Kementerian Pertanian RI. (2023). *Laporan kinerja sektor pertanian Indonesia*. Badan Penerbit Kementerian Pertanian RI.
- Kusuma, A. (2023). *Manajemen sifat fisik tanah untuk peningkatan produktivitas lahan*. Badan Penerbit Gema Ilmu.
- Mursyid., Anwar, A., Siahaan, A. S. A., Iswahyudi., Citraresmini, A., Satriawan, H., Purba, T., Fitri, R., Junairiah, Septyani, A. P., Paulina, M., Bachtiar, T. (2023). *Sifat dan morfologi tanah*. Badan Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Nurandi, A. E. M. (2024). *Karakteristik tanah pada kebun jagung di tingkat kemiringan lereng yang berbeda* (Skripsi). Universitas Hasanuddin.
- Octaviani, W., Ayu, S. M., Jawil, A. A., Witno, W., & Kahfi, Y. W. M. (2026). Characteristics of soil and vegetation in post-landslide area of bonglo village, luwu, south sulawesi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 28(1), 28.
<https://doi.org/10.29244/jitl.28.1.28-35>
- Pakaya, P., Baderan, D. W. K., & Hamidun, M. S. 2025. Efektivitas sistem agroforestri dalam meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas pertanian. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(2), 12-27.
<https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i2.329>
- Pawitan, H., Azizah, C., Dasanto, B. D., Ridwansyah, I., & Taufik, M. (2021). Sifat fisika tanah dan hubungannya dengan kapasitas infiltrasi di DAS Tamiang. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 44(1), 1-12.
<https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jti/artic/e/view/3243>
- Prabowo, R., Hakim, D. L., Sumarniasih, M. S., Purnamasari, W. O. D., Nurhadiah., Dewi, I. L., Asmawati., Prawito, P., Salsabila, G., & Sodik, A. H. (2025). *Tanah dan pengelolaannya*. Badan Penerbit CV. Brizqha Media Qita.
- Rosari, A. A., Muris, & Arsyad, M. (2017). Analisis sifat fisis dan sifat mekanik batuan karst Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 13(3), 276-281. <http://ojs.unm.ac.id/>
- Situmeang, R. S. (2025). *Pengaruh pH tanah terhadap pertumbuhan tanaman*. Badan Penerbit Dinas Pertanian.
- Sunardi, E. (2024). Studi kualitas tanah pada pertanian berkelanjutan di wilayah perdesaan. *Literacy Notes*, 2(1), 1-8.
- Susanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah: Konsep dan Kenyataan*. Badan Penerbit Kanisius.
- Weil, R. R., & Brady, N. C. (2016). *The nature and properties of soils*. Pearson.
- Widjajanto, D., Monde, A., Rahman, A., Zainuddin, R., Hasanah, U., Wahidah Prahastuti, S., Nurfadila, N., & Gailea, R. (2024). Hubungan di antara beberapa sifat fisika tanah pada penggunaan lahan berbeda. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 31(3), 206-216.
<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v31i3.2336>
- Yusuf, S. M., Murtalaksono, K., & Lawaswati, D. M. (2020). Pemetaan sebaran erosi tanah prediksi melalui integrasi model usle ke dalam sistem informasi geografis. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(4), 594-606.
<http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.10.4.594-606>