

Variasi Sifat Fisika Tanah pada Berbagai Posisi Lereng di Lahan Agak Curam: Studi Kasus di Kiarapayung, Jatinangor

Ade Setiawan ¹, Apong Sandrawati ¹, Mahfud Arifin ¹, Sastrika Anindita dan Mohammad Abyan Abdurrahman ²

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾ Alumni Program Sarjana Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jln. Ir. Soekarno km. 21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363 Jawa Barat

Korespondensi : ade.setiawan@unpad.ac.id; apong.sandrawati@unpad.ac.id

ABSTRACT

Topography, particularly slope position, plays an important role in determining soil physical variability, which affects land productivity. This research aims to analyse the effect of slope position on soil physical properties, such as soil texture, bulk density, soil porosity, and soil permeability. Study was conducted in Cilayung village, Jatinangor, Sumedang Regency at ± 850 m asl. We used survey, descriptive, and comparative methods. Stratified sampling was conducted based on three slope positions: upper slope, middle slope, and lower slope. Five samples were collected from each slope position at each sampling site, resulting in a total of 30 samples. Statistical analyses were performed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's multiple range test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that slope position significantly affected the proportions of sand, silt, and clay, as well as soil bulk density and soil permeability. The upper slope had the highest clay content and porosity but exhibited the lowest bulk density and permeability. In contrast, the middle slope had the highest sand content and bulk density, while the highest soil permeability was observed at the lower slope. These findings indicate that slope position is an important factor to consider in conservation-based land management.

Keywords: slope position, soil physical properties, soil texture, permeability, bulk density

1. PENDAHULUAN

Tanah sebagai media tumbuh tanaman memainkan peran penting dalam keberlangsungan sistem produksi pertanian. Kualitas tanah ditentukan oleh berbagai parameter, salah satunya adalah sifat fisika tanah seperti tekstur, bobot isi, porositas, dan permeabilitas, yang berpengaruh langsung terhadap kapasitas tanah menyimpan air dan udara, serta perkembangan akar tanaman. Faktor-faktor tersebut tidak hanya berperan dalam pertumbuhan tanaman, tetapi juga mencerminkan kemampuan tanah dalam mengatur tata air dan mencegah degradasi lahan (Sutarman & Miftakhurrohmat, 2019; Hartanto *et al.*, 2022).

Keberagaman sifat fisik tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berasal dari lima faktor penting dalam proses pembentukan tanah yaitu: iklim, organisme, bahan induk, topografi, dan waktu (Jenny,

1941 dalam Hardjowigeno, 2015). Topografi diketahui menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi variabilitas sifat fisika tanah di suatu lanskap. Sebagai salah satu bagian dari topografi, lereng memiliki peran penting dalam proses pembentukan tanah yang salah satunya melalui proses erosi (Arsyad, 2010; Arifin *et al.*, 2018). Semakin curam lereng maka semakin besar jumlah, kecepatan, dan energi angkut aliran permukaan, sehingga jumlah tanah yang tererosi semakin tinggi (Arsyad, 2010).

Proses erosi yang membawa tanah dan bahan-bahan yang terkandung didalamnya yang berasal dari lereng atas dan melalui proses penghancuran tanah dan terbawa oleh aliran permukaan, lalu terjadi pengendapan pada posisi lereng bawah (Arsyad 2010; Hardjowigeno, 2015). Oleh karena itu, perbedaan posisi lereng akan menyebabkan keberagaman pada sifat-sifat tanah.

Perbedaan posisi lereng mengakibatkan perbedaan intensitas erosi, akumulasi bahan organik, dan ketebalan topsoil yang berdampak pada karakteristik tanah di setiap bagian lereng (Arsyad, 2010; Dewi *et al.*, 2020). Beberapa studi sebelumnya telah menunjukkan adanya perbedaan fraksi pasir, liat, serta variasi permeabilitas dan bobot isi tanah yang signifikan antara lereng atas, tengah, dan bawah (Nugroho, 2016; Arifin dkk., 2018; Rahmayanti *et al.*, 2018; Magdić *et al.*, 2022). Nilai bobot isi tanah semakin tinggi seiring dengan tingginya posisi lereng. Pengaruh posisi lereng berbanding terbalik disbandingkan dengan nilai bobot isi tanah. Tingkat kedalaman solum tanah, kedalaman efektif tanah, dan porositas menurun seiring dengan tingginya posisi lereng (Nugroho, 2016).

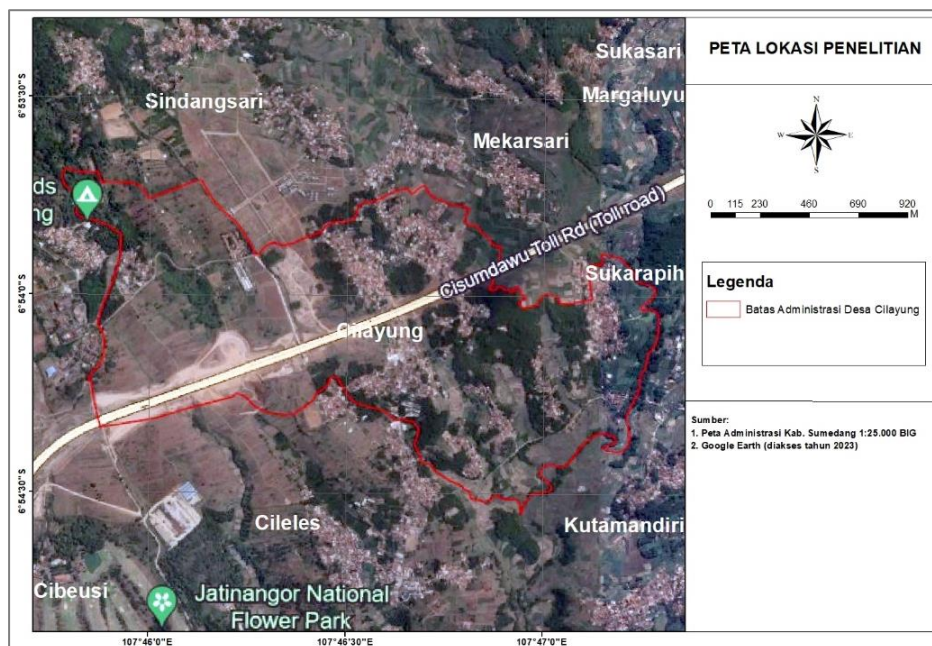
Sebagian besar penelitian dilakukan pada lahan dengan kondisi ekstrem (sangat curam) atau pada sistem penggunaan lahan hutan dan pertanian intensif. Pada penelitian ini, percobaan diarahkan untuk mengeksplorasi hubungan antara posisi lereng dan sifat fisika tanah pada lahan agak curam (15–25%) yang digunakan sebagai tegalan (pertanian lahan kering

tanaman semusim). Dengan pendekatan survei dan analisis komparatif, studi ini menyajikan bukti empiris tentang bagaimana variasi dari tekstur, bobot isi, porositas, dan permeabilitas tanah yang dipengaruhi oleh posisi lereng dalam satu satuan penggunaan lahan yang sama. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya pemahaman tentang dinamika sifat fisika tanah dalam lanskap perbukitan tropis, serta menjadi referensi yang berguna dalam pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan di wilayah serupa.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2023 di kawasan Kiarapayung, Desa Cilayung, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Lokasi berada pada wilayah perbukitan kaki Gunung Manglayang dengan ketinggian sekitar ± 850 meter di atas permukaan laut. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.



Gambar 1 Lokasi Penelitian, Desa Cilayung Kecamatan Jatinangor

2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei-deskriptif dan komparatif. Kegiatan sampling tanah dilakukan dengan metode *stratified sampling*, dengan strata pembeda posisi lereng (atas, tengah, dan bawah).

2.2.1 Populasi dan Sampel

Objek penelitian adalah tanah pada lahan pertanian kering (tegalan) dengan kemiringan lereng 15–25%. Posisi lereng diklasifikasikan menjadi tiga kategori: atas, tengah, dan bawah. Sampel tanah diambil menggunakan teknik *stratified sampling*, dengan lima ulangan pada setiap posisi lereng. Setiap ulangan terdiri dari dua titik (duplo), sehingga total diperoleh 30 sampel tanah (3 posisi × 5 ulangan × 2 duplo).

2.2.2 Teknik Sampling Tanah

Sampel tanah yang diambil dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sampel tanah utuh dan sampel tanah terganggu. Sampel tanah utuh digunakan untuk menganalisis bobot isi tanah dan permeabilitas tanah dengan menggunakan *ring sampler*, sedangkan sampel tanah terganggu digunakan untuk menganalisis tekstur tanah dengan menggunakan *auger hand bor*. Sampel tanah utuh dan terganggu diambil pada kedalaman tanah 0–30 cm. Sample tanah utuh diambil secara duplo untuk masing-masing titik sampling, sementara untuk sample tanah terganggu diambil secara komposit dari 5 titik *borring*.

2.2.3 Rancangan Parameter

Parameter analisis meliputi sifat-sifat fisika tanah yang meliputi: bobot isi tanah, permeabilitas tanah, dan tekstur tanah. Berikut rincian metode analisis yang digunakan untuk penetapan masing-masing parameter:

- Tekstur tanah dianalisis menggunakan metode pipet
- Bobot isi tanah diukur menggunakan metode core dan gravimetri
- Permeabilitas tanah ditentukan berdasarkan Hukum Darcy dengan uji laboratorium dalam kondisi jenuh.

2.2.3 Analisis Data

Data dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SmartstatXL. Uji pengaruh posisi lereng terhadap setiap variabel dilakukan dengan uji ANOVA satu arah (analisis ragam). Apabila ditemukan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar posisi lereng pada taraf nyata 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Tekstur Tanah

Hasil pengukuran terhadap persentase masing-masing fraksi tanah pada setiap posisi lereng disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan sebaran fraksi tanahnya, posisi lereng memengaruhi distribusi fraksi pasir, debu, dan liat secara signifikan.

Tabel 1 Rataan fraksi tanah pada masing-masing posisi lereng

Posisi Lereng	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)
Atas	4,84 a	31,57 a	63,59 c
Tengah	17,09 c	38,64 b	44,27 a
Bawah	14,04 b	33,33 a	52,63 b

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf nyata 5%

Rataan fraksi pasir pada lereng tengah memiliki nilai paling tinggi dibandingkan

lereng bagian lainnya, hal ini sejalan dengan Zhu *et al.* (2023), dimana proses erosi yang

terjadi mengendapkan fraksi yang lebih besar pada lereng bagian tengah. Pada saat erosi terjadi, fraksi pasir lebih dahulu ditransportasi oleh air karena partikel pasir tidak memiliki daya kohesi seperti fraksi liat (Hjulström, 1955).

Fraksi debu pada lereng bagian tengah memiliki persentase paling tinggi dengan rata-rata 38,64%. Hasil penelitian pada Yasin & Yulnafatmawita (2018), dimana fraksi debu pada lereng tengah lebih sedikit jika dibandingkan dengan posisi lereng yang lainnya. Fraksi liat pada posisi lereng atas memiliki nilai paling besar dengan nilai 76,03% dibandingkan lereng tengah dan lereng bawah. Hal ini serupa dengan Magdić *et al.* (2022), dimana nilai rata-rata fraksi liat tertinggi berada di posisi lereng atas baik pada penggunaan lahan kebun anggur maupun rumput.

Fenomena ini konsisten dengan pola erosi-deposisi dalam sistem lereng, di mana fraksi partikel berat seperti pasir terendapkan lebih awal pada lereng tengah, sedangkan fraksi ringan seperti debu dan liat terangkut lebih jauh ke lereng bawah (Hjulström, 1955; Dewi *et al.*, 2020). Studi oleh Magdić *et al.* (2022) juga mendukung temuan ini, dengan konsentrasi liat tertinggi pada lereng atas akibat eksposisi horizon bawah karena hilangnya *topsoil*.

3.2 Bobot Isi dan Porositas Tanah

Hasil analisis terhadap bobot isi menunjukkan nilai bobot isi (BI) berada pada kisaran nilai 1,12 – 1,5 gr/cm³. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa posisi lereng berpengaruh nyata terhadap nilai bobot isi tanah. Nilai rata-rata bobot isi pada lereng bagian atas berbeda nyata dibandingkan dengan lereng tengah dan bawah, namun lereng bagian tengah tidak berbeda nyata dengan lereng bawah (Tabel 2).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai bobot isi tertinggi ditemukan pada lereng

tengah (1,40 gr/cm³), sedangkan nilai terendah terdapat di lereng atas (1,21 gr/cm³). Sebaliknya, porositas menunjukkan pola berbanding terbalik: tertinggi di lereng atas (54,19%) dan terendah di lereng tengah (47,21%).

Tabel 2 Data Hasil Analisis Ragam Satu Arah Bobot Isi Tanah dan Porositas Tanah.

Posisi Lereng	Rataan Bobot Isi	Rataan Porositas
	(gr/cm ³)	(%)
Atas	1,21 a	54,19 b
Tengah	1,40 b	47,21 a
Bawah	1,37 b	48,15 a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf nyata 5%

Korelasi negatif antara fraksi liat dengan bobot isi mendukung hasil ini, karena liat memiliki kemampuan membentuk struktur tanah dengan ruang pori lebih besar. Ahad *et al.* (2016) mencatat hubungan negatif antara bobot isi dan kandungan liat, serta hubungan positif antara bobot isi dan fraksi pasir.

Persentase porositas pada lereng atas lebih tinggi dari lereng tengah dan bawah dengan nilai 54,19%, berbanding terbalik dengan nilai bobot isi tanah pada lereng tersebut yang bernilai 1,21 gr/cm³ dimana lebih rendah dari lereng tengah dan bawah. Hal tersebut menunjukkan bahwa persentase porositas berbanding terbalik dengan nilai bobot isi tanah. Berbanding terbaliknya persentase porositas dan nilai bobot isi ini sejalan dengan Eluozo & Oba (2018), yang melaporkan bahwa semakin tinggi bobot isi maka semakin rendah porositas tanahnya.

Menurut Hardjowigeno (2015), porositas tanah dipengaruhi beberapa faktor, antara lain kandungan bahan organik, struktur tanah, dan tekstur tanah. Selain itu, porositas juga sangat dipengaruhi oleh kandungan mesopori dan mikropori yang lebih tinggi pada tanah berliat (de Lima *et al.*, 2022).

3.3 Permeabilitas Tanah

Berdasarkan hasil analisis, permeabilitas tanah berkisar dari 26,89 cm/jam hingga 71,75 cm/jam, dengan kelas permeabilitas berada pada kelas cepat hingga sangat cepat. Berdasarkan data hasil analisis statistik posisi lereng memberikan pengaruh nyata terhadap permeabilitas tanah (Tabel 3). Nilai tertinggi ditemukan pada lereng bawah, dan permeabilitas terendah terdapat pada lereng bawah.

Tabel 3 Data Hasil Analisis Ragam Satu Arah Permeabilitas Tanah

Posisi Lereng	Rataan Permeabilitas (cm/jam)
Atas	26,89 a
Tengah	64,34 b
Bawah	71,75 b

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf nyata 5%

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi permeabilitas pada tanah, terutama tekstur, struktur, stabilitas agregat, porositas, distribusi ukuran pori, dan kandungan bahan organik (Hillel, 1971 dalam Mulyono dkk., 2019). Pada lereng atas nilai fraksi liat paling tinggi dibandingkan fraksi liat pada lereng bagian tengah dan bawah (Tabel 2), pada lereng bagian ini nilai permeabilitas tanah paling rendah yaitu 26,89 cm/jam. Hal tersebut sejalan dengan Dewi dkk. (2020), dimana fraksi liat memiliki persentase paling tinggi pada lereng bawah dengan rata-rata 36,6% dan pada posisi lereng ini nilai permeabilitas tanahnya paling rendah yaitu 4,58 cm/jam.

Ali dkk. (2022) juga menyatakan bahwa tanah dengan tekstur liat yang tinggi maka laju permeabilitas cenderung lebih lambat. Fraksi liat memiliki korelasi negatif dengan permeabilitas tanah ($r = -0,618$) yang berarti semakin tinggi fraksi liat maka semakin rendah permeabilitas tanahnya. Hal tersebut dikarenakan fraksi liat memiliki pori mikro

sehingga sulit ditembus oleh air (Alista & Soemarno, 2021; Hanafiah, 2013).

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi lereng pada lahan agak curam berpengaruh signifikan terhadap variasi sifat fisika tanah, khususnya tekstur, bobot isi, porositas, dan permeabilitas. Fraksi liat dan porositas tertinggi ditemukan pada lereng atas, yang mengindikasikan peran erosi dalam eksposisi horizon bawah dan peningkatan densitas struktur tanah. Sebaliknya, lereng tengah menunjukkan nilai tertinggi untuk fraksi pasir, debu, dan bobot isi akibat akumulasi partikel berat dan penurunan pori tanah. Permeabilitas tertinggi ditemukan pada lereng bawah, mengindikasikan tekstur tanah yang lebih gembur dan kondisi fisik yang lebih mendukung infiltrasi.

Temuan ini mempertegas bahwa posisi lereng merupakan faktor topografi penting yang harus dipertimbangkan dalam pengelolaan dan konservasi lahan, terutama dalam konteks lahan pertanian perbukitan. Pengetahuan mengenai distribusi sifat fisik tanah berdasarkan posisi lereng dapat dimanfaatkan sebagai dasar untuk strategi penggunaan lahan, pengendalian erosi, dan peningkatan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi dinamika sifat tanah pada kedalaman yang lebih dalam atau pada musim yang berbeda untuk memahami perubahan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahad, T., Kanth, T. A., Tali, P. A., & Naikoo, M. 2016. *Relation of soil bulk density with texture, total organic matter content and porosity in the soils of Kandi Area of Kashmir Valley, India*. International Research Journal of Earth Sciences, 4(1), 1–6.

- Ali, K., Sofyan, A., Rachman, I. A., Dedy, A., & Hasan, A. 2022. Kajian permeabilitas dan kadar air tanah pada tiga tipe penggunaan lahan di Gambesi Kota Ternate. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20(1): 1–4.
- Alista, F. A., & Soemarno. 2021. Analisis permeabilitas tanah lapisan atas dan bawah di lahan kopi robusta. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan* 8(2): 493–504.
- Arifin, M., Putri, N, D., Sandrawati, A. & Harryanto, R. 2018. Pengaruh posisi lereng terhadap sifat kimia dan fisika tanah pada Inceptisol di Jatinangor. *Soilrens*, 16(2): 37–44.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi tanah dan air* (2nd ed.). IPB Press. Bogor.
- Dewi, E., Haryanto, R., & Sudirja, R. 2020. Tipe penggunaan lahan dan potensi lereng terhadap kandungan C-organik dan beberapa sifat fisik tanah Inceptisols Jatinangor, Jawa Barat. *Agrosainstek: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 4(1): 49–53.
- de Lima, R. P., Rolim, M. M., Toledo, M. P. S., Tormena, C. A., da Silva, A. R., e Silva, I. A. C., & Pedrosa, E. M. R. 2022. *Texture and degree of compactness effect on the pore size distribution in weathered tropical soils. Soil and Tillage Research*, 215: 105215.
- Eluozo, S. N., & Oba, A. L. 2018. *Establishing porosity and bulk density analysis effect on foundation and flexible pavement in heterogeneous sand and silty formation. Material Science & Engineering International Journal* 2(1).
<https://doi.org/10.15406/mseij.2018.02.00025>.
- Hanafiah, K. A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (1st ed.). Rajawali Press
- Hardjowigeno, S. 2015. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hartanto, N., Zulkarnain, & Wicaksono, A. A. 2022. Analisis beberapa sifat fisik tanah sebagai indikator kerusakan tanah pada lahan kering. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab* 4(2): 107–112.
- Hjulström, F. 1955. *Transportation of detritus by moving water*. In P. D. Trask (Ed.), *Recent Marine Sediments* (pp. 0). SEPM Society for Sedimentary Geology.
- Magdić, I., Safner, T., Rubinić, V., Rutić, F., Husnjak, S., & Filipović, V. 2022. *Effect of slope position on soil properties and soil moisture regime of Stagnosol in the vineyard. Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 70(1): 62–73.
- Mulyono, A., Lestiana, H., & Fadilah, A. 2019. Permeabilitas tanah berbagai tipe penggunaan lahan di tanah aluvial pesisir DAS Cimanuk, Indramayu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1): 1–6.
- Nugroho, Y. 2016. Pengaruh posisi lereng terhadap sifat fisika tanah. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(3): 300–304.
- Rahmayanti, F. D., Arifin, M., Hudaya, R., & Sandrawati, A. 2018. Pengaruh kelas kemiringan dan posisi lereng terhadap ketebalan lapisan olah, kandungan bahan organik, al dan fe pada alfisol di Desa Gunungsari Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Agrikultura*, 29(3): 136–143.
- Sutarman, & Miftakhurrohmat, M. 2019. Peranan sifat fisika tanah terhadap pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 6(1): 13–20.
- Yasin, S., and Yulnafatmawita. 2018. *Effects of slope position on soil physicochemical characteristics under oil palm plantation in wet tropical area, West Sumatra Indonesia. Journal of Agricultural Science*. 40(2): 328–337.
- Zhu, P., Zhang, G., Yang, Y., Wang, C., Chen, S., & Wan, Y. 2023. *Infiltration properties affected by slope position on cropped hillslopes. GEODERMA*, 1–10.