Protech Biosystems Journal
Prefix DOI **10.31764**
http://journal.ummat.ac.id/index.php/protech
Vol.5 No. 2 Desember 2025

LAJU INFILTRASI TANAH PADA BERBAGAI TUTUPAN LAHAN DI KHDTK HUTAN PENDIDIKAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

SOIL INFILTRATION RATE IN SEVERAL LAND COVERS IN THE EDUCATIONAL FOREST OF MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF MATARAM

Suhairin[1*], Aditya Ihwanul[1], Budy Wiryono[1], Muliatiningsih[1], Merita Ayu Indrianti[2], Handriany Erlianingsih[3]
[1]Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram, Lombok, Indonesia.
[2]Department of Agribusiness, Faculty of Agriculture, Muhammadiyah of Gorontalo University, Gorontalo, Indonesia.
[3]Audit Board of Republic of Indonesia
*Co-author: suhairin@ummat.ac.id

Article History:

Received : 02-12-2025
Revised : 22-01-2026
Accepted : 28-01-2026
Online : 28-01-2026

Keywords:

Soil infiltration;
Soil structure;
Conservation forest;

Kata Kunci:

Infiltrasi;
Konservasi lahan;
Hutan konservasi;

Abstract: *Infiltration rates across land cover vary depending on the type of land use. Several factors influencing soil physical properties include soil texture, organic matter, bulk density, porosity, aggregate stability, and water content. Low infiltration capacity impacts high runoff rates. Runoff has the potential to carry soil particles dislodged by rainwater to lower areas; this phenomenon is exacerbated if the land lacks shading vegetation. If continued, it will erode the topsoil, thinning the soil solum. The analysis results indicate that land covered by bananas, mixed gardens, heterogeneous forests, and shrubs has a very high infiltration rate. PCA results demonstrate a consistent relationship with basic soil science principles, particularly the relationship between soil structure, organic matter content, and infiltration rate. The positive correlation between porosity and infiltration rate reflects the role of the soil pore system in controlling water movement. The negative relationship between organic carbon and variables on the F1 axis indicates that increasing soil organic matter tends to be associated with changes in soil structure, leading to more stable and aggregative soil structures.*

Abstrak: Laju infiltrasi pada berbagai tutupan lahan berbeda-beda tergantung dari tipe penggunaan lahan. Beberapa faktor sifat fisik tanah yang memengaruhinya antara lain tekstur tanah, bahan organik, kerapatan massa (*bulk density*), porositas, stabilitas agregat dan kadar air. Kapasitas infiltrasi yang kecil berimplikasi pada besarnya angka aliran permukaan. Aliran permukaan berpotensi membawa partikel-partikel tanah yang terlepas oleh pukulan air hujan ke wilayah-wilayah yang lebih rendah; peristiwa ini akan semakin parah jika di lahan tersebut tidak ada vegetasi yang menaungi, jika terus-menerus berlangsung maka akan mengikis habis lapisan *top soil,* solum tanah menjadi tipis. Hasil analisis menunjukkan bahwa lahan dengan tutupan pisang, kebun campuran, hutan heterogen, dan semak belukar memiliki laju infiltrasi sangat cepat. Hasil PCA menunjukkan keterkaitan yang konsisten dengan prinsip dasar ilmu tanah, khususnya hubungan antara struktur tanah, kandungan bahan organik, dan laju infiltrasi. Korelasi positif antara porositas dan laju infiltrasi mencerminkan peran sistem pori tanah dalam mengontrol pergerakan air. Hubungan negatif antara C-organik dan variabel pada sumbu F1 mengindikasikan bahwa peningkatan bahan organik tanah cenderung berasosiasi dengan perubahan struktur tanah yang lebih stabil dan agregatif.

This is an open access article under the CC–BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Infiltrasi bisa dipahami sebagai proses masuknya air kedalam tanah baik secara vertikal maupun horizontal melalui permukaan tanah atau rekahan-rekahan pada tanah. Infiltrasi dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia, dan biologi tanah yang secara langsung ikut berperan dalam menentukan tinggi rendahnya laju infiltrasi, Asdak (2004) merinci infiltrasi sebagai proses masuknya air permukaan, seperti air hujan secara vertikal ke dalam tanah. Infiltrasi penting dalam penentuan ketersediaan air tanah, manajemen sumber daya air, dan pengendalian banjir. Banjir terjadi apabila air hujan yang jatuh lebih banyak dari yang terserap masuk ke dalam tanah. Air hujan yang jatuh di suatu area tidak semua akan terinfiltrasi ke tanah, pada keadaan tertentu akan mengalir sebagai air limpasan, biasa disebut juga aliran permukaan *(run off*) keadaan ini bisa disebabkan oleh kondisi tanah yang sudah jenuh air (Arsyad, 2010), porositas tanah yang rendah, tekstur tanah yang didominasi liat, bisa juga solum tanah sudah sangat tipis akibat erosi sepanjang musim hujan.

Laju infiltrasi pada berbagai tutupan lahan berbeda-beda tergantung dari tipe penggunaan lahan. Beberapa faktor sifat fisik tanah yang memengaruhinya antara lain tekstur tanah, bahan organik, kerapatan massa (*bulk density*), porositas, stabilitas agregat dan kadar air. (Ridayanti et al., 2020) berpendapat bahwa penggunaan lahan yang berbeda dapat menyebabkan laju infiltrasi yang berbeda pula. Penggunaan lahan untuk sawah, laju infiltrasinya terbilang lambat, sedangkan (Lestiana Sari & Prijono, 2019) infiltrasi tertinggi terdapat pada lahan kopi naungan sengon dengan laju 13,093 $mm.jam^{-1}$. tutupan lahan selain vegetasi juga memberikan pengaruh seperti yang dilaporkan (Nurmegawati, 2011) bahwa laju infiltrasi menurun sekitar 1,6% per 1 cm ketebalan abu vulkanik. Penurunan infiltrasi ini disebabkan karena porositas dan konduktivitas abu vulkanik yang rendah sehingga menghambat proses masuknya air ke dalam tanah.

Kapasitas infiltrasi yang kecil berimplikasi pada besarnya angka aliran permukaan (Sari et al., 2022). Aliran permukaan berpotensi membawa partikel-partikel tanah yang terlepas oleh pukulan air hujan ke wilayah-wilayah yang lebih rendah; peristiwa ini akan semakin parah jika di lahan tersebut tidak ada vegetasi yang menaungi, jika terus-menerus berlangsung maka akan mengikis habis lapisan *top soil,* solum tanah menjadi tipis.

Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Mataram adalah salah satu kawasan penyangga, yang merupakan bagian dari wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berfungsi menyerap, menyimpan air hujan, dan mengalirkannya secara pelan ke badan air seperti danau dan sungai yang berada di bawahnya. Pada tanggal 9 Agustus 2019 Hutan Pendidikan universitas Muhammadiyah Mataram ditetapkan sebagai Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Pendidikan (KHDTK) melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK.6701/MENLHK-PKTL/KUH/PLA.2/8/2019. Dengan luas total 93,55 Ha. Untuk mendukung fungsi KHDTK sudah dilakukan pengayaan pada Februari 2021 dengan tanaman gaharu (Ibrahim et al., 2021) dan *planting trees program* pada Juni 2021 dengan jenis tanaman yang lebih beragam berupa sengon, mahoni, dan gaharu (Alpiana et al., 2021). Terakhir pada Maret 2024 telah ditambah dengan tanaman nangka, alpokat, dan durian. Hingga sekarang di area KHDTK sudah terbentuk beberapa tutupan lahan seperti: naungan mahoni, sonokeling, pisang, semak belukar, dan kebun campuran.

Mengingat manfaat dan fungsi hutan pendidikan ini sangat penting maka perlu dijaga kelestariannya. Salah satu langkah pelestarian, berupa mengidentifikasi seberapa besar laju dan

kapasitas infiltrasi di kawasan hutan pendidikan universitas Muhammadiyah, sehingga fungsinya sebagai wilayah hulu DAS bisa maksimal dan terencana. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar laju infiltrasi di wilayah KHDTK Universitas Muhammadiyah Mataram.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan hutan pendidikan universitas Muhammadiyah Mataram desa Batu Layar Lombok Barat seluas 93,55 ha. Secara sederhana penelitian terbagi dalam 3 tahap. Tahap awal dimulai dengan studi pustaka dan pengolahan data *shapefile SHP* terdiri dari peta administrasi, tutupan lahan, *google earth*, dan *digital elevation modul* (DEM). Dengan bantuan aplikasi GIS, ArcGis Map 10.4 menghasilkan peta titik sampling (lihat Gambar 1)

Tahap kedua berupa survei. Survei meliputi pengukuran data infiltrasi dan pengambilan sampel tanah, dilakukan pada April 2024. Menuju ke titik pengamatan dengan memanfaatkan alat *global positioning system* (GPS). Pengukuran infiltrasi dilakukan dengan menggunakan *Double Ring Infiltrometer*. Terdiri dari ring bagian dalam berdiameter 30 cm dan ring bagian luar berdiameter 60 cm, tinggi kedua ring sama yaitu 30 cm.

Sampel tanah utuh dan terganggu diambil menggunakan metode transek. Sampel tanah terganggu diambil dengan penggalian pada kedalaman 0 – 20 cm. Diambil sebanyak 250 g. Dimasukkan kedalam kantong plastik dan diberi label. Sampel tanah utuh diambil dengan menggunakan ring sampel berdiameter 7,5 cm dan tinggi 3 cm. Pengamatan dilakukan pada 4 titik tutupan lahan yang dominan yaitu: pisang, kebun campuran, semak belukar, dan hutan heterogen.

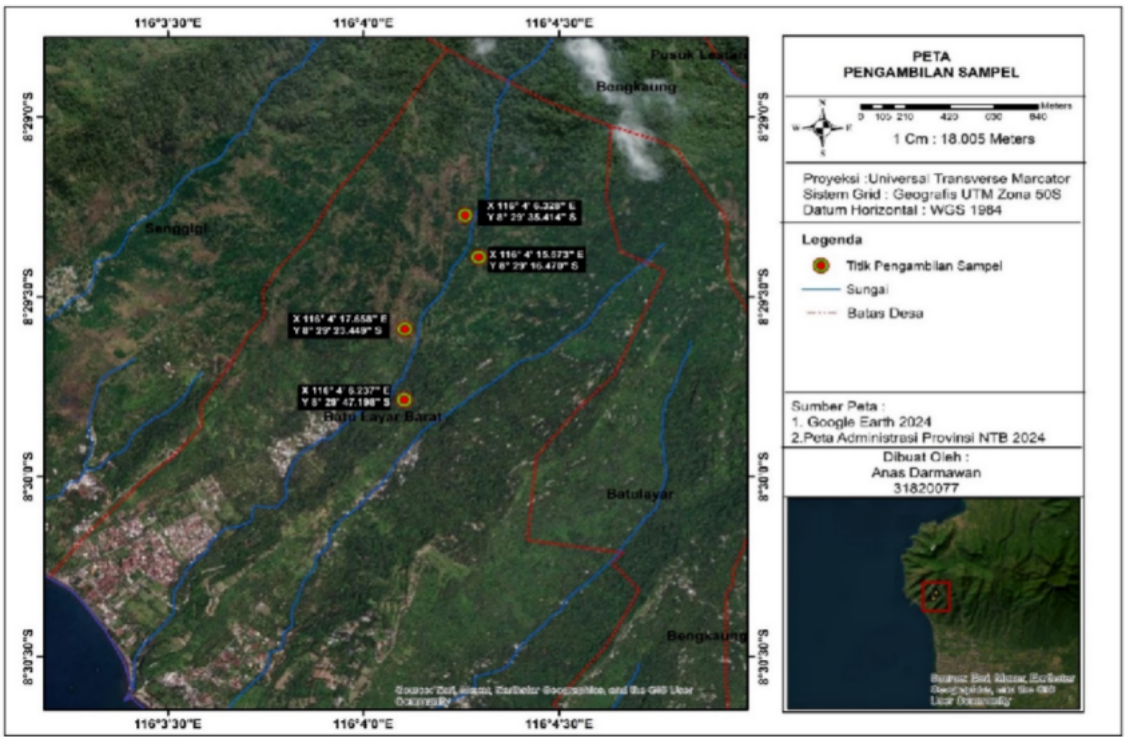
Adapun titik koordinat pengambilan sampel ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Koordinat pengambilan sampel.

Titik sampel	Koordinat		Tutupan lahan
	X	Y	
1	116^0 4’6.328’’ E	8^0 29’ 35.414’’ S	pisang
2	116^0 4’18.573’’ E	8^0 29’ 16.470’’ S	kebun campuran
3	116^0 4’17.658’’ E	8^0 29’ 23.449’’ S	semak belukar
4	116^0 4’8.327’’ E	8^0 29’ 47.198’’ S	hutan heterogen

Tahap ketiga berupa analisis laboratorium. Sampel tanah yang sudah terkumpul dibawa ke laboratorium. Analisis fisik tanah dilakukan di laboratorium Teknik Sumber Daya Lahan dan Air, sedangkan C-organik di laboratorium kimia. Kedua laboratorium berada di fakultas pertanian universitas Muhammadiyah Mataram. Sampel tanah terganggu digunakan untuk mengetahui nilai C-organik, berat jenis, dan tekstur, sedangkan sampel tanah tidak terganggu digunakan untuk penetapan berat volume, dan porositas.

Berat jenis diketahui dengan metode piknometer. Berat volume dan porositas ditentukan dengan menggunakan metode ring sampel. C-organik dianalisis menggunakan metode Walkley & Black (1934) dalam (Sukamto & Rahmat, 2023); bahan organik dalam tanah dioksidasi oleh dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam suasana asam kuat (H_2SO_4 pekat). Sisa $K_2Cr_2O_7$ yang tidak bereaksi kemudian dititrasi dengan F_eSO_4 untuk mengetahui berapa banyak dikromat yang bereaksi sehingga kadar karbon organik bisa dihitung. Tekstur tanah ditentukan menggunakan metode pipet (Gee dan Bauder, 1986).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Analisis Data

Laju infiltrasi di lapangan diukur dengan menggunakan rumus:

$F = [\Delta hc/\Delta t] \times 60$

Keterangan:

Δhc = Perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)

Δt = Selang waktu pengukuran

F = laju infiltrasi

Pengolahan data selanjutnya menggunakan infiltrasi model Horton, persamaannya sebagai berikut:

$$F = f_c + (f_0 - f_c) \times e^{-kt} \quad (1)$$

$$V(t) = f_c.t + \frac{f0-fc}{k}(1-e^{-kt}) \quad (2)$$

F : Laju infiltrasi kumulatif
f_c : Laju infiltrasi tetap
f_0 : Laju infiltrasi awal
e : 2,718
t : Waktu (menit)
k : Konstanta
V : Volume infiltrasi (mm^3)

Klasifikasi laju infiltrasi seperti yang disajikan pada tabel 2:

Tabel 2. Klasifikasi laju infiltrasi.

Kelas	Infiltrasi (cm.jam^{-1})
Sangat lambat	0,1
Lambat	0,1-0,5
Sedang lambat	0,5-2
Sedang	2-6,5
Sedang cepat	6,5-12,5
Cepat	12,5-25
Sangat cepat	>25

Sumber: Kohnke, (1968) dalam Kiptiah., *et al*. 2021.

Statistical analysis

Data hasil pengukuran diolah menggunakan metode analisis *Principal Component Analysis* (PCA) dengan excel stat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis fisik dan kimia tanah terhadap laju infiltrasi disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kandungan karbon organik dan sifat fisik lahan di beberapa tutupan lahan.

Titik sampel	Tutupan lahan	C-organic (%)	Bulk density (g.cm^{-3})	Specific gravity (g.cm^{-3})	Porosity (%)	Infiltrasi (cm.jam^{-1})
1	Pisang	1,85	1,83	2,68	41,52	29,04
2	Kebun campuran	1,44	1,96	2,66	20,57	27,09
3	Hutan heterogen	1,17	1,96	2,68	63,99	37,5
4	Semak belukar	1,56	1,74	2,66	48,07	41,3

Tabel 4. Tekstur tanah dan laju infiltrasi.

Titik sampel	Tutupan lahan	C-organic (%)	Tekstur	Infiltrasi (cm.jam^{-1})
1	Pisang	1,85	Pasir berlempung	Sangat cepat
2	Kebun campuran	1,44	Lempung Berpasir	Sangat cepat
3	Hutan heterogen	1,17	Pasir Berlempung	Sangat cepat
4	Semak belukar	1,56	Lempung Berpasir	Sangat cepat

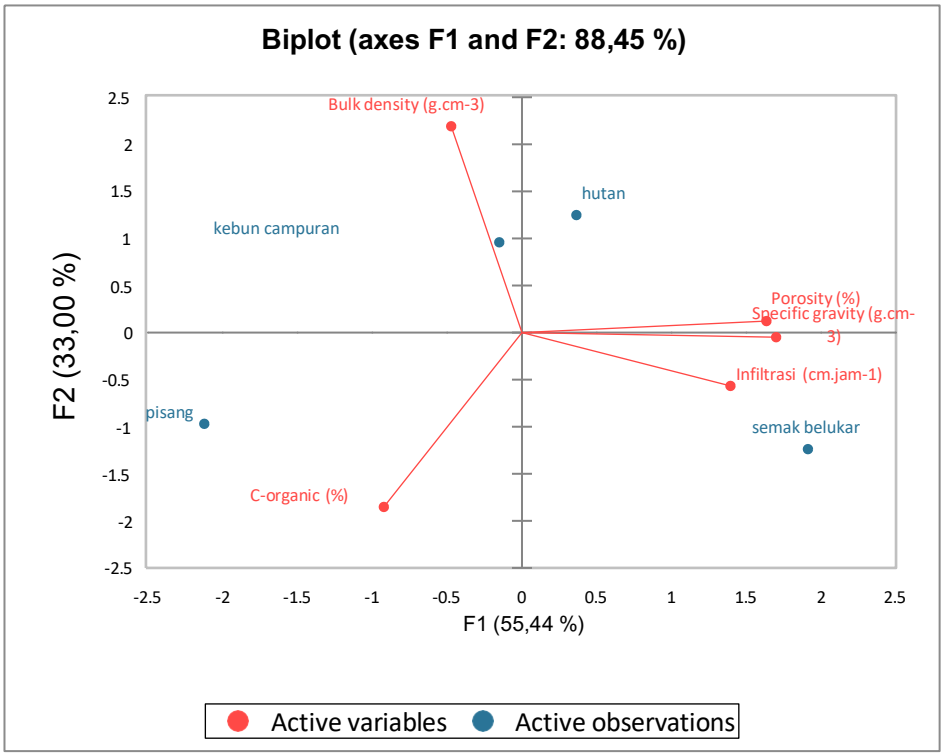
Berdasarkan Tabel 4 kandungan bahan organik pada tutupan kebun campuran tergolong tinggi, berbanding lurus dengan laju ifiltrasi (sangat cepat). Kandungan bahan organik yang tinggi membantu meningkatkan kestabilan agregat. Membentuk struktur yang remah memungkinkan terciptanya rongga-rongga sebagai jalan transfusi aliran air. Semakin banyak rongga atau ruang pori yang terbentuk berarti semakin besar pula air yang lewat di situ.

Bahan organik seperti humus berperan penting dalam merekatkan partikel-partikel tanah. Porositas yang tinggi berarti adanya lebih banyak ruang kosong terisi udara. Ruang kosong tersebut pada saat hujan akan terisi oleh air sebagai hasil dari infiltrasi.

Bahan organik juga menyediakan habitat bagi biota tanah, seperti cacing tanah yang aktifitasnya membantu menciptakan pori-pori baru. Pori-pori ini sangat potensial untuk terisi oleh air. Bahan organik tersusun dari sisa-sisa tanaman muda, pupuk hijau, hasil pembakaran sisa tanaman, sisa akar, batang, dahan ranting tumbuh-tumbuhan yang telah mati, termasuk juga *ekskrements*

(kotoran dan lendir-lendir) serangga, cacing dan binatang besar (Bakri et al., 2020). (Suprihatin & Amirullah, 2020) menambahkan bahwa semakin tinggi bahan organik suatu lahan dimana banyak seresah yang menutupi permukaan tanah akan meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik akan menjaga struktur tanah, sedangkan daerah yang tanpa seresah kemungkinan akan mengeras dan membentuk lapisan kerak akibat tingginya aliran permukaan.

Pada tutupan pohon pisang bahan organiknya tinggi melebihi ketiga titik pengamatan lainnya, tetapi tidak memberikan nilai laju infiltrasi yang sangat cepat. Seharusnya dengan nilai bahan organik tertinggi akan memberikan laju infiltrasi yang sangat cepat melebihi tutupan kebun campuran, tapi ini tidak terjadi. Ditengarai diakibatkan oleh pemadatan tanah, karena di lokasi pohon kapuk ini sering dilewati oleh ternak ataupun pengunjung kawasan hutan. Hewan kerap lewat di situ karena merupakan jalur ke sungai sebagai tempat minum dan memamah biak. Pengunjung yang lewat di situ adalah para penganut hindu karena di atas bukit kecil terdapat pura, tempat ibadah agama Hindu. Pemadatan agregat akan memampatkan ruang pori, sehingga air mengalami kesusahan untuk melewatinya. Secara ringkas, pemadatan tanah dapat menyebabkan penurunan laju infiltrasi karena mengurangi porositas, permeabilitas, dan ruang pori-pori dalam tanah. Pemadatan tanah dapat menyebabkan masalah hidrologi dan pertanian yang signifikan (Triatmaja, 2023).



Gambar 2. Hasil PCA

Hasil PCA ini menunjukkan keterkaitan yang konsisten dengan prinsip dasar ilmu tanah, khususnya hubungan antara struktur tanah, kandungan bahan organik, dan dinamika air tanah. Korelasi positif antara porositas dan laju infiltrasi mencerminkan peran sistem pori tanah dalam mengontrol pergerakan air. Tanah dengan porositas tinggi, terutama pori makro, memungkinkan infiltrasi yang lebih cepat dan meningkatkan kapasitas drainase tanah.

Hubungan negatif antara C-organik dan variabel pada sumbu F1 mengindikasikan bahwa peningkatan bahan organik tanah cenderung berasosiasi dengan perubahan struktur tanah yang lebih stabil dan agregatif. Bahan organik berfungsi sebagai agen pengikat agregat, yang dapat menurunkan berat jenis partikel efektif serta memengaruhi distribusi ukuran pori. Oleh karena itu, kontribusi C-organik yang membentuk dimensi tersendiri pada PCA menunjukkan perannya yang kompleks dan tidak selalu searah dengan variabel fisik lainnya.

Dominasi *bulk density* pada sumbu F2 menegaskan bahwa tingkat pemadatan tanah merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas fisik tanah. Nilai bulk density yang tinggi umumnya berkorelasi dengan rendahnya total porositas dan terbatasnya pori makro, sehingga berpotensi menghambat infiltrasi air, aerasi tanah, dan pertumbuhan akar. Posisi observasi yang berdekatan dengan vektor bulk density mencerminkan kondisi tanah yang lebih padat dan berisiko mengalami degradasi fisik.

Secara keseluruhan, faktor porositas–infiltrasi sebagai pengendali pergerakan air dalam tanah (F1) dan faktor pemadatan tanah sebagai pengendali kualitas struktur tanah (F2). Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan tanah yang berkelanjutan perlu difokuskan pada peningkatan bahan organik dan pengendalian pemadatan untuk memperbaiki sifat fisik tanah dan mendukung fungsi hidrologis tanah secara optimal.

Sebanyak 88,45% total variasi data sifat fisik tanah, dengan kontribusi 55,44% pada F1 dan 33,00% pada F2. Proporsi keragaman yang tinggi ini menunjukkan bahwa sebagian besar informasi terkait sifat fisik tanah telah terwakili secara memadai oleh dua sumbu utama, sebagaimana disarankan dalam analisis multivariat untuk studi tanah dan lingkungan (Jolliffe & Cadima, 2016). Sumbu F1 dicirikan oleh kontribusi positif yang kuat dari porositas tanah, berat jenis partikel (*specific gravity*), dan laju infiltrasi, yang memiliki arah vektor relatif searah. Pola ini mengindikasikan adanya korelasi positif antarvariabel tersebut dan merepresentasikan dimensi yang berkaitan dengan kondisi ruang pori tanah dan dinamika pergerakan air. Sebaliknya, C-organik tanah menunjukkan arah vektor yang berlawanan terhadap F1, menandakan hubungan negatif dengan variabel fisik tersebut.

Sumbu F2 terutama dipengaruhi oleh berat isi tanah (bulk density), yang menunjukkan kontribusi dominan dan relatif independen terhadap variabel lainnya. Hal ini menegaskan bahwa F2 merepresentasikan dimensi pemadatan tanah, yang merupakan indikator penting kualitas fisik tanah (Reynolds et al., 2009).

Korelasi positif antara porositas tanah dan laju infiltrasi pada sumbu F1 sejalan dengan konsep dasar fisika tanah yang menyatakan bahwa peningkatan total porositas, khususnya pori makro, akan meningkatkan kemampuan tanah dalam meloloskan air (Hillel, 2004). Tanah dengan struktur yang baik dan porositas tinggi umumnya memiliki konduktivitas hidraulik yang lebih besar serta kapasitas infiltrasi yang lebih optimal, sehingga berperan penting dalam pengendalian limpasan permukaan dan erosi.

Hubungan negatif antara C-organik tanah dan variabel fisik pada sumbu F1 mencerminkan peran bahan organik sebagai pengendali struktur tanah. Bahan organik berfungsi sebagai agen pengikat agregat yang meningkatkan stabilitas agregat dan memodifikasi distribusi ukuran pori tanah (Six et al., 2004). Peningkatan C-organik umumnya menurunkan kerapatan tanah dan memperbaiki struktur tanah, namun kontribusinya dalam PCA dapat membentuk dimensi tersendiri karena pengaruhnya yang kompleks dan tidak linier terhadap sifat fisik tanah (Brady & Weil, 2017). Dominasi bulk density pada sumbu F2 menegaskan bahwa tingkat pemadatan tanah merupakan faktor pembatas utama kualitas fisik tanah. Bulk density yang tinggi umumnya berasosiasi dengan berkurangnya porositas total, terbatasnya pori makro, serta penurunan infiltrasi dan aerasi tanah (Hamza & Anderson, 2005). Kondisi ini berpotensi menghambat pertumbuhan akar dan aktivitas mikroorganisme tanah, yang pada akhirnya menurunkan fungsi produktivitas tanah. Secara keseluruhan, hasil PCA ini mengelompokkan sifat fisik tanah ke dalam dua faktor utama, yaitu faktor porositas–infiltrasi sebagai pengendali dinamika air tanah (F1) dan faktor pemadatan tanah sebagai indikator degradasi atau kualitas struktur tanah (F2). Pola ini konsisten dengan berbagai studi sebelumnya yang menyatakan bahwa kualitas fisik tanah sangat ditentukan oleh interaksi antara struktur tanah, bahan organik, dan tingkat pemadatan (Lal & Shukla, 2004; Reynolds et al., 2009). Oleh karena itu, strategi pengelolaan tanah berkelanjutan perlu diarahkan pada peningkatan bahan organik dan pengendalian pemadatan untuk menjaga fungsi hidrologis dan ekologis tanah.

C. SIMPULAN DAN SARAN

Laju infiltrasi di lokasi penelitian adalah sangat cepat pada semua tutupan lahan: pohon pisang, kebun campuran, semak belukar, dan hutan heterogen.

Sebaiknya vegetasi tanaman tahunan di kawasan hutan pendidikan universitas Muhammadiyah Mataram perlu ditingkatkan lagi jenisnya sehingga menjadi lebih rapat agar proses ekologis seperti pelapukan serasah dapat meningkatkan bahan organik. Bahan organik akan memengaruhi sifat fisik tanah yang berimplikasi pada peningkatan laju infiltrasi. Di sisi lain perlu diadakan edukasi kepada masyarakat pemanfaat kawasan hutan untuk tidak menebang pohon dengan alasan apapun. Jika dimungkinkan penelitian berikutnya bisa menggunakan model simulasi untuk pengukuran laju infiltrasi.

DAFTAR RUJUKAN

Alpiana, Fatin Firaz, Joni Safaat Adiansyah, Ariyanto, Diah Rahmawati, & Isfanari. (2021). Program Palnting Trees untuk Kekayaan Biodiversity Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Mataram. *Sinergi*, *4*(1), 24–27.

Asdak, C. 2004. Hydrology and Watershed Management. Gadjah Mada University press.

Arsyad, S. (2010). Soil and Water Conservation. (second edition). Bogor: IPB Library Series press.

Bakri, R., Ali, M. S. S., Rukmana, D., & ... (2020). Sustainability land conversions in Tadokkong Village. ... *Series: Earth and …*. https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012022

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). **The Nature and Properties of Soils** (15th ed.). Pearson Education.

Gee, G.W., and J.W. Bauder. 1986. Particle-size Analysis. p. 383–411. In: Klute, A.(ed.). Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. Agronomy Monograph 9 (2ed). American Society of Agronomy, Madison, WI.

Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, **82**, 121–145.

Hillel, D. (2004). **Introduction to Environmental Soil Physics**. Elsevier Academic Press.

Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, **374**, 20150202.

Ibrahim, A., Harry Irawan Johari, Mas'ad, Nurin Rochayati, Khosiah, Sukuryadi, Agus Herianto, Arif, Junaidin, & Mahsup. (2021). Kegiatan Penghijauan di Areal Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Mataram. *Selaparang*, *4*(2), 261–265.

Lal, R., & Shukla, M. K. (2004). **Principles of Soil Physics**. Marcel Dekker.

Lestiana Sari, I., & Prijono, S. (2019). Infiltration and Water Storage on Different Shade Types in Coffee Land at Amadanom Village, Dampit Distric, Malang Regency. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *06*(01), 1183–1192. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.1.17

Kiptiah, M., Soeparla, A. A., Giarto, R. B., & Balikpapan, P. N. (2021). *Analysis of Infiltration Rate In Land Use Variations*. 233–241.

Nurmegawati. (2011). *Infiltration in Forests in the Upper Sumani Sub-DAS, Kayu Aro, Solok Regency*.

Reynolds, W. D., Drury, C. F., Tan, C. S., Fox, C. A., & Yang, X. M. (2009). Use of indicators and pore volume–function characteristics to quantify soil physical quality. *Geoderma*, **152**, 252–263.

Ridayanti, M., Rayes, M. L., & Agustina, C. (2020). Evaluasi kesesuaian lahan tanaman jagung (zea mays l.) pada lahan kering di kecamatan wagir kabupaten Malang. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *8*(1), 149–160. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.1.18

Sari, R. W., Andayono, T., & Padang, U. N. (2022). *The relationship between infiltration rate and increased surface flow in residential development areas in Padang City*. *9*(3), 354–357.

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, **79**, 7–31.

Sukamto, S., & Rahmat, A. (2023). Evaluation of Ftir, Macro and Micronutrients of Compost from Black Soldier Fly Residual : In Contexs of it Use as Fertilizers. *Asean Journal of Science and Engineering*, *3*(1).

Suprihatin, A., & Amirullah, J. (2020). Pengaruh Pola Rotasi Tanaman terhadap Perbaikan Sifat Tanah Sawah Irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, *12*(1). https://doi.org/10.21082/jsdl.v12n1.2018.49-57

Triatmaja, V. 2023. Analisis Pengaruh Pemadatan Tanah Terhadap Laju Infiltrasi berdasarkan Umur Reklamasi Yang Berbeda Pada Lahan Pascatambang Batubara PT Bukit Asam. Program studi ilmu tanah jurusan tanah fakultas pertanian universitas Sriwijaya.