

KARAKTERISTIK VEGETASI PADA BERBAGAI TUTUPAN LAHAN AGROFORESTRI DAN SIFAT FISIKA TANAH DI HUTAN MANDIANGIN, KALIMANTAN SELATAN

Characteristics Of Vegetation In Various Agroforestry Land Covers And Physical Properties Of Soil In Mandiangin Forest, South Kalimantan

Faiqotul Alfiah^{1*}, Nurheni Wijayanto², dan Adisti Permatasari Putri Hartoyo³

(Diterima 25 November 2024/Disetujui 19 Desember 2024)

ABSTRACT

Land use changes in forest areas for specific purposes (KHDTK) in Mandiangin, South Kalimantan affect the vegetation diversity loss and physical soil properties changes. This study aimed to analyze vegetation characteristics and soil physical properties across different land cover types (rubber/RB, bare land/BL, simple agroforestry/SA, complex agroforestry/CA, and natural forest/NF) on various slope positions (above, middle, and bottom). The method used was purposive sampling for vegetation analysis in 5 land cover types and 3 slope positions with three replications (45 plots). Parameters observed for soil physical properties were Bulk Density (BD), Particle Density (PD) and Porosity. The total number of individuals in NF, SA, CA, RB, and BL in order is (1,713,333, 1,035,000, 768,333, 444,167, 375,000 individuals/ha individuals). The dominant species in natural forests are alaban and bangkal gunung, complex agroforestry namely rambutan, durian, nangka, avocado, matoa and mahoni, simple agroforestry namely jengkol, kemiri and mahoni, rubber plantations namely karet, bare land namely karamunting. The highest bulk density was found in natural forest and rubber (1.21 g/cm³). The highest porosity was found in bare land (53.34%) and the lowest in rubber (44.57%). These findings indicate that variations in land cover and slope significantly affect soil physical properties, which is important for sustainable land management.

Keywords: Agroforestry, land use covers, soil physical properties

ABSTRAK

Perubahan penggunaan lahan pada kawasan hutan untuk tujuan tertentu (KHDTK) di Mandiangin, Kalimantan Selatan berdampak pada hilangnya keanekaragaman vegetasi dan perubahan sifat fisik tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik vegetasi dan sifat fisik tanah pada berbagai tipe tutupan lahan (karet/RB, lahan kosong/BL, agroforestri sederhana/SA, agroforestri kompleks/CA, dan hutan alam/NF) pada berbagai posisi lereng (atas, tengah), dan bawah). Metode yang digunakan adalah purposive sampling untuk analisis vegetasi pada 5 jenis tutupan lahan dan 3 posisi lereng dengan tiga kali ulangan (45 plot). Parameter yang diamati sifat fisik tanahnya adalah Bulk Density (BD), *Particle Density* (PD) dan Porositas. Jumlah individu pada NF, SA, CA, RB, dan BL secara berurutan adalah (1.713.333, 1.035.000, 768.333, 444.167, 375.000 individu/ha individu). Jenis yang dominan pada hutan alam adalah alaban dan bangkal gunung, agroforestri kompleks yaitu rambutan, durian, nangka, alpukat, matoa dan mahoni, agroforestri sederhana yaitu jengkol, kemiri dan mahoni, perkebunan karet yaitu karet, lahan kosong yaitu karamunting. BD tertinggi terdapat pada hutan alam dan karet (1,21 g/cm³). Porositas tertinggi terdapat pada lahan gundul (53,34%) dan terendah pada karet (44,57%). Hasil ini menunjukkan bahwa variasi tutupan lahan dan kemiringan lahan berdampak signifikan terhadap sifat fisik tanah, yang penting bagi pengelolaan lahan berkelanjutan.

Kata kunci: Agroforestri, Tutupan Lahan, Sifat fisika tanah

¹Mahasiswa Program Studi Silviculture Fakultas Kehutanan dan lingkungan, IPB University
Jl.Ulin Kampus IPB, Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

* Penulis korespondensi:

e-mail: faiqotulalfiyah@apps.ipb.ac.id

² Departemen Silviculture, Fakultas kehutanan dan Lingkungan IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

³Departemen Silviculture, Fakultas kehutanan dan Lingkungan IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

PENDAHULUAN

Tanah merupakan media tanam yang terdiri dari campuran bahan organik dan mineral, serta ruang pori. Tanah berfungsi sebagai media pertumbuhan tanaman, habitat organisme, penyimpanan air, serta nutrisi (Brady dan Weil 2019). Kelestarian sumberdaya tanah akan bermanfaat bagi kehidupan organisme. Tanah berperan penting dalam keberlangsungan ekosistem hutan, serta dinamika pertumbuhan vegetasi hutan, karena menyediakan media tanam bagi pertumbuhan tanaman, serta mendukung keanekaragaman hayati (Delgado *et al.* 2020). Hutan dan vegetasi memiliki peranan dalam pembentukan dan pemertapan agregat tanah, sedangkan vegetasi berperan memperbaiki sifat tanah dengan cara meningkatkan bahan organik tanah, KTK, dan mengubah sifat fisik *top soil*. Selain itu, serasah juga dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Keterbukaan dan perubahan lahan menjadi pertanian berpengaruh terhadap sifat tanah (Li *et al.* 2020; Naharuddin *et al.* 2019; Sena *et al.* 2021; Song 2017).

Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Mandiangin terletak di Desa Mandiangin Barat, Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Secara geografis KHDTK tersebut terletak pada 155° 5' - 115° 10' BT - 3° 20' - 3° 45' LS dengan luasan 1.617 ha. Berdasarkan SK.900/Menlhk/Setjen/ PLA.0/2016, KHDTK berfungsi sebagai Hutan Pendidikan dan Pelatihan. Posisi lereng KHDTK Mandiangin terbagi menjadi tiga kelas, yaitu lereng atas dengan kelas kelerengan > 60%, lereng tengah dengan kelas kelerengan 30% - 60 % dan lereng bawah dengan kelas kelerengan 0% - < 30% (Aulia *et al.* 2020). Perbedaan posisi lereng menyebabkan perbedaan pada sifat fisika tanah. Semakin tinggi posisi lereng akan meningkatkan persen batuan di dalam profil tanah dan *bulk density* tanah (Suryani *et al.* 2022). Peningkatan posisi lereng menyebabkan menurunnya kedalaman solum tanah, kedalaman efektif akar, persen perakaran di dalam tanah dan porositas tanah (Ariefianti *et al.* 2022). Berdasarkan analisis tutupan lahan di KHDTK Mandiangin memiliki beragam kerapatan vegetasi, diantaranya adalah sangat rapat, rapat, sedang dan sampai tutupan lahan yang sangat jarang atau tidak banyak vegetasi yang tumbuh atau tutupan lahan yang hampir terbuka (Djayanto *et al.* 2022). Posisi lereng berpengaruh nyata terhadap anasir iklim mikro di setiap arah lereng yang terbagi menjadi lereng hangat (timur dan utara) dan lereng dingin (barat dan selatan).

Berdasarkan satelit NSPP, aqua/terra, dan satelit NOAA dari LAPAN sejak 1 Januari hingga Oktober 2020, telah terjadi kebakaran hutan di KHDTK Mandiangin sebanyak 26 kali dengan luas terbakar 109,58 ha, sedangkan untuk lahan yang terbakar sebanyak 163 kali dengan luas 233,35 ha. Kebakaran hutan dan perubahan tata guna lahan yang telah terjadi KHDTK Mandiangin dari tahun ke tahun telah merusak ekosistem hutan dan berdampak pada kondisi biotik dan abiotik, sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Selain itu, kerusakan flora, fauna, dan mikroorganisme tanah berdampak pada penurunan kesuburan tanah (Wasis *et al.*

2018). Konflik yang terjadi seperti konflik kepemilikan lahan di KHDTK Mandiangin telah diselesaikan melalui kerja sama antara masyarakat dengan pihak KHDTK Mandiangin melalui implementasi sistem agroforestri yang dikelola masyarakat lokal (Syamsuddin *et al.* 2019). Masyarakat di sekitar KHDTK memanfaatkan sumber daya alam sebagai mata pencaharian utama untuk dikelola dalam bidang pertanian (sawah) dan perkebunan (karet dan buah).

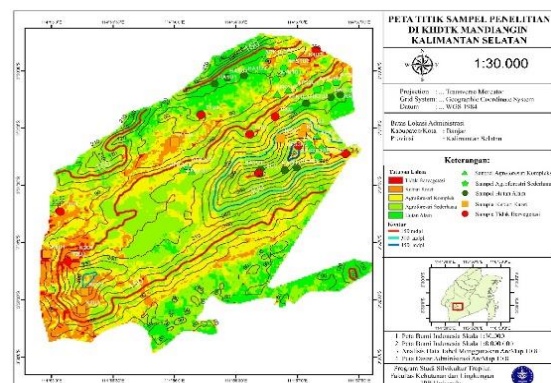
Agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang menggabungkan produksi tanaman pertanian dan tanaman keras berkayu yang memberikan banyak manfaat dan meningkatkan ketahanan pertanian dan ekologi (Brown *et al.* 2018). Penerapan agroforestri memiliki banyak manfaat yaitu sebagai penahan angin, meningkatkan kesuburan tanah, dan penghasilan masyarakat petani sekitar. Pengelolaan yang tepat dalam sistem agroforestri diharapkan dapat memaksimalkan sumberdaya yang ada dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat tanpa menimbulkan kerusakan lahan dan degradasi lingkungan (Wanderi *et al.* 2019). Agroforestri memberikan beberapa manfaat lingkungan dalam meningkatkan kualitas tanah (Guimaraes *et al.* 2014; De Stefano, Jacobson 2017). Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik vegetasi dan sifat fisika tanah pada berbagai tutupan lahan agroforestri dan posisi kelerengan di Hutan Mandiangin.
2. Menganalisis hubungan antara karakteristik vegetasi dengan sifat tanah pada berbagai tutupan lahan agroforestri dan posisi kelerengan di Hutan Mandiangin.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Januari 2023 di hutan alam, lahan terbuka, kebun karet, agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks di Hutan Mandiangin. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat. Peta pengambilan sampel tanah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta KHDTK Mandiangin, Kalimantan Selatan

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah GPS, *clinometer*, meteran, cangkul, parang, linggis, palu, ring tanah, papan kayu, oven, timbangan, labu *Erlenmeyer*, labu ukur 100 ml, *hot plate*, *beaker glass*, corong, saringan, nampan seng, kamera, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel tanah, air, kertas label, tisu, kantong plastik, *aluminium foil* serta *aquades*

Pengumpulan Data atau Prosedur Penelitian (Opsional)

Prosedur Penelitian

1. Komposisi tanaman

Pembuatan plot untuk menentukan menganalisis vegetasi yaitu kerapatan vegetasi, H' (Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener*) dan E' (Indeks Kemerataan atau *Evenness*) melalui metode analisis vegetasi dengan plot 20 m x 20 m untuk tingkat pohon, 10 m x 10 m untuk tingkat tiang, 5 m x 5 m untuk tingkat pancang dan 2 m x 2 m untuk tingkat semai (Franklin 2020).

2. Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah di Hutan Mandiangin dilakukan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan 5 kelas tutupan lahan, yakni lahan terbuka, hutan alam, agroforestri kompleks, agroforestri sederhana, monokultur, serta 3 posisi kelerengan tanah, yakni posisi atas (>300 mdpl), tengah (150 – 300 mdpl) dan bawah (0-<150 mdpl). Jumlah ulangan sebanyak tiga kali, sehingga total sampel dan plot yang dibangun adalah 45 sampel. Lokasi penelitian ditentukan secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan keterwakilan pada masing-masing kelas tutupan lahan serta posisi kelerengan lahan.

Pengambilan sampel tanah menggunakan kawat kuadrat 50 cm x 50 cm di tengah plot. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan *ring sample* untuk tanah tidak terusik. Parameter yang diamati berupa *bulk density*, *particle density*, dan porositas tanah.

Pengolahan dan Analisis Data

Analisis fisika tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan ULM menggunakan prosedur analisis tanah oleh Eviati and Sulaeman (2009). Sifat fisik tanah yang dianalisis meliputi BD , PD dan porositas, dengan rumus BD berdasarkan dari penelitian (Velicu *et al.* 2024):

$$BD = \frac{BTK}{VT}$$

Keterangan :

BD = *Bulk density* (gr/cm^3)

BTK = Berat tanah kering (gr)

VT = Volume tanah (cm^3)

Particle density digunakan untuk menentukan kepadatan tanah tanpa pori-pori tanah, dengan rumus PD berdasarkan penelitian (Morris dan Wang 2023):

$$PD = \frac{(C - B)Mja \times Fk}{(C - B) - (D - A)}$$

Keterangan :

PD = *Particle density* (gr/cm^3)

A = Labu + air (gr)

B = Labu kosong (gr)

C = Labu kosong + tanah kering (gr)

D = Labu kosong + tanah kering + air (gr)

Fk = Faktor koreksi (0,9)

Mja = Massa jenis air (0,991)

Penentuan porositas tanah digunakan untuk menunjukkan banyaknya ruang antar partikel tanah yang didapatkan. Berikut rumus porositas erdasarkan penelitian (Goncalves *et al.* 2024):

$$P = \frac{100\% - BD}{PD}$$

Keterangan :

P = Porositas (%)

BD = *Bulk density* (gr/cm^3)

PD = *Particle density* (gr/cm^3)

Analisis data yang digunakan yaitu uji normalitas data, homogenitas data, Anova, Uji lanjutan duncan pada taraf 5% dan uji korelasi pearson. Nilai koefisien korelasi pearson untuk melihat hubungan tingkat keeratan hubungan antar variabel yaitu tutupan lahan dan posisi lereng dan nilai positif dan negatif pada koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan variabe (Arum *et al.* 2017). Uji Statistika menggunakan *Statistical Package of the Social Sciences* (SPSS) Versi 27.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Vegetasi pada Berbagai Tutupan Lahan dan Posisi Lereng

Analisis vegetasi yang dihitung berdasarkan jumlah individu dan kerapatan vegetasi pada masing – masing tutupan lahan. Berikut data analisis vegetasi pada Tabel 1. Kehadiran individu vegetasi pada berbagai tipe tutupan lahan menunjukkan bahwa jumlah kehadiran vegetasi bervariasi secara signifikan tergantung pada jenis tutupan lahan. Lahan terbuka dan lahan monokultur seperti karet memiliki jumlah vegetasi yang relatif rendah dibandingkan dengan tutupan lahan agroforestri. Tutupan lahan karet lebih rendah disebabkan oleh pengelolaan intensif atau penanaman monokultur, yang cenderung membatasi keragaman spesies tumbuhan lainnya. Lahan terbuka umumnya memiliki sedikit vegetasi karena minimnya tutupan pohon atau tumbuhan

Tabel 1 Jumlah individu pada berbagai tutupan lahan

Tutupan lahan	Jumlah individu	Jumlah individu/ha	Jumlah jenis
Karet	450	375.000	20
Lahan terbuka	533	444.167	31
Agroforestri sederhana	922	768.333	6
Agroforestri kompleks	1.242	1.035.000	26
Hutan alam	2.070	1.713.333	61

besar sehingga tidak membentuk tajuk dan tidak menghasilkan iklim mikro seperti pada tutupan lahan lainnya (Widiyani & Hartono 2021). Keterbukaan lahan lebih banyak cahaya matahari langsung mencapai permukaan tanah, yang mempengaruhi jenis vegetasi yang dapat tumbuh yang mempunyai sifat cepat adaptif pada lahan terbuka (Alhuda 2017). Kehadiran individu agroforestri sederhana lebih rendah dibandingkan dengan agroforestri kompleks.

Sistem agroforestri dan hutan alam menunjukkan jumlah vegetasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tutupan lahan karet dan lahan terbuka. Kehadiran individu agroforestri kompleks lebih tinggi dibandingkan dengan agroforestri sederhana, hal ini disebabkan karena agroforestri kompleks lebih memanfaatkan vegetasi atau pohon yang sudah tumbuh secara alami kemudian ditambah kembali dengan tanaman sehingga tampak seperti hutan (Sumilia 2019). Hutan alam memiliki jumlah vegetasi tertinggi, mencerminkan keanekaragaman hayati yang kaya dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan.

Jenis vegetasi yang mendominasi pada lahan kebun karet di dominasi oleh karet (*Hevea brasiliensis*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan tengkook ayam (*Cryptocarya sp.*). Lahan terbuka di dominasi oleh karamunting (*Ochthocharis sp.*), bangkal gunung (*Nauclea subdita*) dan sapit undang (*Antidesma montonum blume*). Agroforestri sederhana di dominasi oleh jenis jengkol, kemiri dan mahoni. Agroforestri kompleks di dominasi oleh jenis oleh jenis perkebunan yaitu rambutan, durian, nangka, alpukat dan matoa, sedangkan jenis kayu kehutanan yaitu mahoni, gmelina, angsana, akasia dan kamalaka. Hutan alam di dominasi oleh jenis alaban (*Vitex pinnata*), bangkal gunung (*Nauclea subdita*), wangun gunung (*Malicope sp.*), bati-bati (*Adina minoriflora*) dan tengkook ayam (*Cryptocarya sp.*)

Sifat Fisika Tanah pada Berbagai Posisi Lereng dan Tutupan Lahan

Uji ANOVA digunakan untuk menganalisis bagaimana variabel-variabel seperti BD, PD, dan porositas tanah dipengaruhi oleh tutupan lahan dan posisi lereng. Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 2.

Hasil uji ANOVA di dapatkan bahwa nilai signifikansi BD terhadap tempat sampel adalah 0,001 yang berarti lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Dari hasil ini, didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar variasi tempat terhadap BD. Perbedaan pada BD disebabkan oleh variasi tempat, dimana tempat

mempengaruhi penyebaran bahan organik dan aktivitas biologi tanah yang secara langsung maupun tidak langsung menurunkan kepadatan tanah. Lahan dengan tutupan vegetasi, khususnya lahan hutan dan lahan baik yang memiliki sampel terentang dengan baik, menghasilkan bahan organik dalam jumlah lebih banyak yang membantu memperbaiki struktur tanah, termasuk memperbanyak pori-pori tanah. Hal ini menjadikan alasan bahwa BD tempat vegetasi memiliki nilai yang lebih rendah dibanding tempat lain/penelitian (Rahman *et al.* 2022). Sedangkan, nilai signifikansi BD terhadap kemiringan tempat adalah 0,629 yang berarti lebih besar dari 0,05. Hasil ini berarti bahwa tidak ada efek signifikan antar posisi lereng terhadap bulk densitas. Meskipun lereng dapat memengaruhi aliran air dan erosi tanah, yang pada gilirannya dapat berdampak pada pemadatan tanah, dalam konteks studi ini, faktor lain seperti tutupan lahan mungkin memiliki peran yang lebih besar dalam mempengaruhi BD (Chen *et al.* 2020). Nilai signifikansi *particle density* terhadap tutupan lahan sebesar 0,073 dan terhadap posisi lereng sebesar 0,651, sedikit lebih tinggi dari 0,05. Hal ini menunjukkan tidak adanya pengaruh signifikan tutupan lahan terhadap *particle density*. Sebaliknya, *particle density* terutama ditentukan oleh komposisi mineral tanah yang cenderung lebih stabil dan tidak terpengaruh langsung oleh perubahan tutupan lahan (Kozlowski *et al.* 2021 dan posisi lereng (Ali *et al.* 2019).

Nilai signifikansi porositas dan tutupan lahan sebesar 0,015 menunjukkan bahwa tutupan lahan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap porositas tanah. Porositas mencerminkan ruang bebas dalam tanah yang terisi udara dan air, faktor ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas vegetasi dan organisme yang ada di dalam tanah. Tanah dengan vegetasi yang lebih baik cenderung lebih berpori karena aktivitas akar dan biota tanah yang berkontribusi terhadap pembentukan ruang pori (Kassahun *et al.* 2020). Nilai signifikansi porositas berdasarkan elevasi lereng sebesar 0,247 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan porositas tanah yang signifikan akibat perubahan elevasi lereng, hal ini tidak cukup kuat untuk mempengaruhi porositas secara langsung dalam konteks penelitian ini. Faktor lain seperti kandungan bahan organik dan tekstur tanah lebih mempengaruhi porositas dibandingkan lereng itu sendiri (Xu *et al.* 2020).

Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% digunakan untuk melihat perbedaan data kelompok. Uji Duncan dilakukan jika Anova signifikan (Meier 2021; Tripathi *et al.* 2022). Tabel 3 menunjukkan hasil uji Duncan untuk 2 parameter yg nilai Uji Anova signifikan.

Parameter BD dan Porositas pada uji Duncan menunjukkan data variasi yang signifikan antar 5 jenis tutupan lahan. Uji analisis Duncan dengan parameter BD menunjukkan adanya perbedaan nyata antar tipe tutupan lahan. BD terendah pada lahan terbuka adalah 0,93 berbeda nyata dengan tipe tutupan lahan lainnya. Nilai yang rendah ini menunjukkan bahwa kurangnya vegetasi di lahan terbuka mengurangi bahan organik yang tertahan di dalam tanah, sehingga mengurangi kemampuan tanah untuk mempertahankan struktur dan kepadatan optimal

Tabel 2 Uji anova sifat fisika tanah pada berbagai posisi lereng dan tutupan lahan

Parameter	Faktor	Sig
Bulk density	Tutupan Lahan	0,001*
	Posisi Lereng	0,629
Partikel density	Tutupan Lahan	0,073
	Posisi Lereng	0,651
Porositas	Tutupan Lahan	0,015*
	Posisi Lereng	0,247

Keterangan = (*) : berpengaruh nyata pada taraf uji 5%;

(Kassahun *et al.* 2020). Di sisi lain, nilai BD yang lebih tinggi ditemukan pada agroforestri kompleks 1,13 dan agroforestri sederhana 1,14, peningkatan kepadatan tanah melalui pembentukan agregat tanah dan stabilisasi oleh akar tanaman menunjukkan peran penting vegetasi. Hutan alam 1.21 dan karet 1,21 memiliki nilai kepadatan tertinggi, karena tingkat pemadatan yang lebih tinggi dan penyerapan air yang lebih efisien pada jenis tanah yang ditutupi oleh vegetasi yang lebih lebat dan berumur lebih panjang (Kozłowski *et al.* 2021), sedangkan pada tutupan lahan karet dikarenakan aktifitas masyarakat mengelola lahan secara rutin oleh masyarakat setempat.

Porositas tanah pada uji Duncan menunjukkan bahwa lahan terbuka mempunyai porositas tertinggi 53,34 dan berbeda nyata dengan agroforestri. Porositas yang tinggi pada lahan terbuka menunjukkan ruang pori yang besar dan seringkali disertai dengan densitas curah yang rendah. Meskipun hal ini dapat meningkatkan infiltrasi air, namun porositas yang berlebihan dapat menurunkan kemampuan tanah dalam menahan air dan unsur hara (De Almeida *et al.* 2021). Sebaliknya, perkebunan karet 44,57 dan hutan alam 44,88 memiliki nilai porositas yang lebih rendah. Tanah yang terkompresi memiliki ruang pori yang lebih sedikit, mengurangi infiltrasi air dan menghambat pertumbuhan akar (Tang *et al.* 2021). Perubahan tutupan lahan dari lahan terbuka menjadi agroforestri dan kehutanan memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kepadatan tanah dan menurunkan porositas, sehingga mendukung pengelolaan air dan kesuburan tanah yang lebih baik dalam jangka panjang (Chaturvedi *et al.* 2022).

Korelasi Pearson antara BD dan kehadiran individu vegetasi dengan nilai koefisien 0,507 menunjukkan adanya korelasi positif sedang. Hal ini berarti bahwa peningkatan BD cenderung diikuti oleh peningkatan kehadiran individu vegetasi terlihat urutan jumlah

kehadiran individu pada Tabel 1. Namun tidak untuk uji korelasi Pearson antara porositas dan tutupan lahan menunjukkan koefisien sebesar -0,408, yang menandakan adanya hubungan negatif sedang antara kedua variabel ini. Artinya, ketika BD meningkat, porositas cenderung menurun. Penurunan porositas karena tanah yang lebih padat cenderung memiliki ruang pori yang lebih sedikit. Tabel 5 menunjukkan nilai BD berbanding terbalik dengan porositas.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Simpulan bukanlah ringkasan hasil, melainkan jawaban dari tujuan yang sudah ditentukan atau jawaban dari hasil pengujian berbagai hipotesis yang diuraikan secara kritis sehingga tidak mengandung arti lain (ambigu). Jadi, harus dibedakan antara dugaan, temuan, dan simpulan hasil studi. Pernyataan simpulan harus dikemukakan secara cermat dan hati-hati. Simpulan ini dapat disampaikan sebanyak tiga kali, yakni dalam bab Pembahasan, Simpulan, dan Abstrak/Ringkasan sehingga diperlukan kecermatan untuk menyajikannya dengan ungkapan yang berbeda-beda. (5) Simpulan atau penutup ditulis dalam bentuk paragraf yang efektif sesuai dengan tujuan penelitian.

Saran

Pengelolaan tutupan lahan yang baik diperlukan untuk menjaga kualitas fisik tanah, khususnya dalam menjaga kerapatan tanah dan kapasitas penyimpanan airnya terutama pada lahan terbuka. Pengelolaan lahan terbuka disarankan dilakukan penanaman baik secara agroforestri sederhana ataupun kompleks.

Tabel 3 Uji Duncan sifat tanah pada berbagai tutupan lahan

Parameter (Y)	Tutupan Lahan (X)	Nilai
Bulk Density (gram/cm ³)	Lahan Terbuka	0,93 ^a
	Agroforestri kompleks	1,13 ^b
	Agroforestri sederhana	1,14 ^b
	Hutan Alam	1,21 ^b
	Karet	1,21 ^b
Porositas (%)	Karet	44,57 ^a
	Hutan Alam	44,88 ^a
	Agroforestri sederhana	45,01 ^a
	Agroforestri	45,19 ^a
	Kompleks	53,34 ^b
	Lahan Terbuka	

^{ab}: angka yang diikuti huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan)

Tabel 4 Uji korelasi pearson sifat tanah pada berbagai tutupan lahan

Parameter	Pearson Correlations	Kekuatan Korelasi
Bulk Density	0,507	Korelasi kuat
Porositas	-0,408	Korelasi sedang

DAFTAR PUSTAKA

- Alhuda S dan A Nugroho. 2017. Efikasi Herbisida Amterin dan Paraquat dalam mengendalikan Gulma pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Varietas Pertiwi 3 Efficacy Ametrin and Paraquat Herbicide in Weeds Control on Maize (*Zea mays* L.) Pertiwi 3 Variety. *Jurnal Produksi Tanaman* 5 (6): 989–998.
- Ali, M. H, *et al.* 2019. Effects of slope aspect and position on soil properties in a semi-arid mountainous ecosystem. *Journal of Soils and Sediments*, 19(3), 1670–1683
- Ariefianti, TP, Nugroho Y, dan Payung D. (2022). Identifikasi sebaran jenis tumbuhan kayu tingkat tiang dan pohon berdasarkan ketinggian tempat di Bukit Pandamaran KHDTK ULM Mandiangin Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(6), 1015-1023.
- Arum AR, Rahardjo M, & Yunita NA 2017. Analisis hubungan penyebaran lindi tpa sumurbatu terhadap kualitas air tanah di kelurahan sumurbatu kecamatan bantar gebang bekasi tahun

2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 5(5), 461-469.
- Aulia LN, Nugroho Y, & Asysyifa A. (2020). Pengaruh kelas lereng terhadap kerapatan individu dan produksi biomassa tumbuhan bawah di khdtk mandiangin. *Jurnal Sylva Scientae*, 3(1), 140-148.
- Brady NC dan Weil RR. (2019). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson, pp. 85–102.
- Brown SE, Miller DC, Ordonez PJ. (2018). Evidence for the impacts of agroforestry on agricultural productivity, ecosystem services, and human well-being in high-income countries: a systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 7, 24.
- Chaturvedi S, et al. 2022. Impact of agroforestry systems on soil properties and hydrological behavior: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 22(2), 11-25.
- Chen, X, et al. 2020. Effects of land use change and slope position on soil organic carbon and bulk density in China. *Geoderma*, 373, 114376.
- De Almeida BG, et al. 2021. Land use change effects on soil structure and hydraulic properties in tropical agricultural systems. *Soil & Tillage Research*, 208, 104875.
- Delgado-Baquerizo, M., Bardgett, R. D., & Eldridge, D. J. (2020). *Soil Biodiversity and Ecosystem Functions*. Academic Press, pp. 120–135.
- De Stefano A, Jacobson MG. 2017. Soil carbon sequestration in agroforestry systems: a meta-analysis. *Agroforestry System*. 9: 285–299. <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0147-9>.
- Djayanto AT, Suyanto, M. A., & Asyari, M. (2022). Potensi tegakan hutan alam sekunder di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scientae*, 5(3).
- Franklin J, Potts MD. (2020). Forest plot designs for biodiversity monitoring in tropical rainforests. *Forest Ecology and Management*, 474, 118367. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118367>
- Goncalves D F, de Lima R.J, dan Barros M. (2024). A simple gravimetric methodology to determine soil particle density using pycnometer and volumetric flask methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 55(6), 732-741. <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2034065>
- Guimarães RML, Mendonca EDS, Passos RR, Andrade FV. 2014. Soil aggregation and organic carbon of Oxisols under coffee in agroforestry systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 38: 278–287
- Kassahun, T, et al. 2020. Soil porosity under different land use types and slope positions in the Ethiopian highlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 287, 106705.
- Kozłowski L, et al. 2021. The effect of land use and land cover on soil properties in the context of sustainable agriculture. *Sustainability* 13(3), 1204.
- Li H, Yao Y, Zhang X, Zhu H, Wei X. 2020. Perubahan sifat fisik dan hidrolis tanah setelah konversi hutan menjadi lahan pertanian di wilayah tanah hitam di Tiongkok Timur Laut. *Catena* 11 (11): 104986. DOI: 10.1016/j.catena.2020.104986.
- Liu, X, et al. 2019. Soil porosity and soil organic carbon dynamics under different vegetation restoration types in subtropical China. *Catena*, 175, 1-8.
- Meier, U. 2021. A note on the use of Duncan's multiple range test in agronomic research. *Field Crops Research* 275, 108318
- Morris, J., & Wang, L. (2023). A comparative study of particle density measurement methods in soil science. *Soil Science Society of America Journal*, 87(2), 123-135. <https://doi.org/10.2136/sssaj2023.12.0032>
- Rahman MM, et al. 2022. Influence of land use change on soil bulk density and porosity in a subtropical watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194, 35.
- Sumilia. 2019. Produktivitas Berbagai Sistem Agroforestri Berbasis Kakao di Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat [Tesis]. Universitas Andalas. Padang, 130 hlm.
- Suryani I, Astuti J, Muchlisah N. (2022). Kajian sifat fisika kimia tanah inceptisol di berbagai kelerengan dan kedalaman tanah pada areal pertanaman kakao. *Jurnal Galung Tropika*, 11(3), 275-282.
- Syamsudin S, Aryadi M, Prihatiningtyas E. (2020). Kontribusi pendapatan masyarakat dari sistem agroforestri di KHDTK Unlam. *Jurnal Sylva Scientae*, 2(3), 519-528.
- Tang, H, et al. 2021. Land use change impacts on soil bulk density and soil organic carbon: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 770, 145246.
- Velicu A, Drăgoi M. (2024). The role of wood density variation and biomass allocation in accurate forest carbon stock estimation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) mountain forests. *Forests*, 15(2), 404. <https://doi.org/10.3390/f15020404>
- Wanderi, Qurniati R, Kaskoyo H. (2019). Kontribusi Tanaman Agroforestri terhadap Pendapatan dan Kesejahteraan Petani. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 118-127.
- Wasis B, Saharjo BH, Walidi RD (2019). Dampak kebakaran hutan terhadap flora dan sifat tanah mineral di kawasan hutan Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Journal of Tropical Silviculture*, 10(1), 40-44.
- Widiyanti DP & J SS Hartono. 2021. Studi eksplorasi agroklimat tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) Kabupaten Tanggamus, Lampung. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis* 5 (1): 20–29.
- Xu, H, et al. 2020. The effects of topography and slope position on soil properties and vegetation cover in a semi-arid environment. *Soil and Tillage Research*, 202, 104651.

