

ANALISIS SIFAT FISIK TANAH BERDASARKAN TUTUPAN LAHAN DI KAWASAN HUTAN DENGAN TUJUAN KHUSUS UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

*Analysis Of Physical Properties Of Soil Based On Land Cover In Forest Area For
A Special Purpose Lambung Mangkurat University*

Pani Akbar¹, Eny Dwi Pujawati, Ahmad Yamani

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *This study aims to analyze the effect of land cover on soil physical properties in the Special Purpose Forest Area (KHDTK) of Lambung Mangkurat University. This study covers three types of land cover, namely secondary forest, shrubs, and open land. Data collection was conducted through purposive sampling method with soil physical properties test which includes analysis of texture, structure, Bulk Density, Particle Density, porosity, moisture content, and soil color. The results showed that soil physical properties in the secondary forest had a sandy clay loam texture with a granular structure, average Bulk Density of 0.98 g/cm³, Particle Density of 2.78 g/cm³, porosity of 64.64%, moisture content of 33.16%, and dark reddish brown soil color. In the shrubs, soil texture was similar but with Bulk Density of 1.04 g/cm³, Particle Density of 2.76 g/cm³, porosity of 62.07%, moisture content of 25.30%, and reddish brown soil color. The cleared land showed significant physical soil degradation, with a loamy sand texture, Bulk Density of 1.47 g/cm³, Particle Density of 2.86 g/cm³, porosity of 48.36%, moisture content of 11.20%, and reddish light brown color.*

Keywords: Land cover; Soil physical; Secondary forest

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tutupan lahan terhadap sifat fisik tanah di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat. Studi ini mencakup tiga jenis tutupan lahan, yaitu hutan sekunder, semak belukar, dan lahan terbuka. Pengumpulan data dilakukan melalui metode purposive sampling dengan uji sifat fisik tanah yang mencakup analisis tekstur, struktur, *Bulk Density*, *Particle Density*, porositas, kadar air, dan warna tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik tanah pada hutan sekunder memiliki tekstur lempung liat berpasir dengan struktur granular, *Bulk Density* rata-rata 0,98 g/cm³, *Particle Density* 2,78 g/cm³, porositas 64,64%, kadar air 33,16%, dan warna tanah coklat kemerahan tua. Pada semak belukar, tekstur tanah serupa tetapi dengan *Bulk Density* 1,04 g/cm³, *Particle Density* 2,76 g/cm³, porositas 62,07%, kadar air 25,30%, dan warna tanah coklat kemerahan. Lahan terbuka menunjukkan degradasi fisik tanah yang signifikan, dengan tekstur pasir berlempung, *Bulk Density* 1,47 g/cm³, *Particle Density* 2,86 g/cm³, porositas 48,36%, kadar air 11,20%, dan warna coklat muda kemerahan.

Kata kunci: Tutupan lahan; Sifat fisik tanah; hutan sekunder

Penulis untuk korespondensi, surel: eny.pujawati@ulm.ac.id

PENDAHULUAN

Tutupan lahan merupakan elemen penting dalam studi lingkungan dan geografi karena mencerminkan kondisi permukaan bumi yang berkaitan dengan aktivitas manusia serta proses alami. Komponen ini meliputi berbagai kategori seperti hutan, lahan pertanian, badan air, dan kawasan perkotaan, yang memiliki peran signifikan dalam mengatur interaksi antara lingkungan dan ekosistem di sekitarnya. Studi mengenai tutupan lahan penting dilakukan untuk mendukung pengelolaan tata ruang, konservasi lingkungan, dan

pengelolaan sumber daya alam. Menurut Anderson *et al.* (2022), klasifikasi tutupan lahan menjadi langkah awal yang esensial dalam memahami perubahan pada permukaan bumi serta dampaknya terhadap ekosistem dan masyarakat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan mempengaruhi sifat fisik tanah, termasuk struktur, porositas, dan kelembaban. Jenis tutupan lahan yang beragam dapat menghasilkan dampak yang berbeda-beda terhadap kualitas tanah. Lahan berhutan, misalnya, cenderung memiliki struktur dan porositas tanah yang lebih baik dibandingkan dengan lahan yang telah diubah

menjadi lahan pertanian intensif (Zhang *et al.*, 2023). Hal ini disebabkan oleh peran vegetasi dalam memperkuat agregat tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air. Sebaliknya, praktik pertanian intensif sering kali menurunkan kualitas fisik tanah, mengurangi produktivitasnya, serta meningkatkan risiko erosi. Perubahan tutupan lahan yang disebabkan oleh deforestasi, urbanisasi, atau konversi menjadi lahan pertanian telah berdampak pada degradasi kualitas tanah di berbagai wilayah.

Pada wilayah hutan sekunder, semak belukar, dan lahan terbuka, setiap jenis tutupan lahan memengaruhi tanah secara berbeda. Misalnya, hutan sekunder yang memiliki vegetasi dan sistem perakaran yang baik cenderung mendukung kondisi tanah yang stabil dan lembab, sedangkan lahan terbuka lebih rentan terhadap degradasi fisik seperti erosi. Penelitian yang mengkaji pengaruh tutupan lahan terhadap sifat fisik tanah sangat relevan dalam mendukung upaya pengelolaan lahan yang berkelanjutan, terutama di kawasan yang rentan terhadap perubahan ekosistem.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik tanah berdasarkan jenis tutupan lahan di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan. Analisis ini meliputi pengujian Tekstur, Struktur, *Bulk Density*, *Particle Density*, Porositas, Kadar Air Tanah dan Warna Tanah pada berbagai jenis tutupan lahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan lahan berkelanjutan serta dalam menjaga kualitas tanah di kawasan hutan dan wilayah sekitarnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat, Mandiangin, Kalimantan Selatan, selama periode dua bulan, mencakup kegiatan persiapan, pengumpulan data, dan analisis data di Laboratorium Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan secara *purposive sampling* berdasarkan variasi tutupan lahan, yaitu hutan sekunder, semak belukar, dan lahan terbuka. Setiap jenis tutupan lahan akan diambil sebanyak tiga sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-10

cm. Pengujian tekstur, struktur dan warna tanah dilakukan langsung dilapangan sedangkan *Bulk Density*, *Particle Density*, porositas dan kadar air di lakukan pada Laboratorium Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi cangkul, parang, palu, papan, ring sampel, *munsell colour chart*, timbangan analitik, oven, *hotplate*, labu ukur dan gelas ukur. Bahan yang digunakan meliputi aquades dan sampel tanah. Setiap parameter dianalisis untuk membandingkan sifat fisik tanahnya dari berbagai jenis tutupan lahan di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat, Mandiangin.

Analisis *Bulk Density* dilakukan dengan menggunakan tanah pada ring sampel kemudian dioven selama delapan jam sekali selama tiga hari. Rumus menghitung *Bulk Density* sebagai berikut (SNI 1970:2008):

$$\text{Bulk Density (g/cm}^3\text{)} = \frac{BTK}{VT}$$

Keterangan:

BTK : Berat Tanah Kering
VT : Volume Tanah

Perhitungan partice density dilakukan dengan menimbang labu ukur kosong, mengisinya dengan tanah kering yang telah dihaluskan, menambahkan aquades hingga penuh setelah melalui proses pemanasan untuk menghilangkan udara, dan menghitung berdasarkan perbedaan massa labu dengan tanah dan air dengan rumus berikut (SNI 1970:2008):

$$\text{Particle Density} = \frac{(Ms - Ma)}{(Ms - Ma) - (Msw - Mw)} \times \rho \text{ aquades}$$

Keterangan:

Ms : Massa Labu + Tanah kering oven
Ma : Massa Labu
Mw : Massa Labu + Aquades
Msw : Massa Labu + Tanah + Aquades
 ρ aquades : Massa jenis aquades (1)

Perhitungan untuk menguji porositas tanah sebagai berikut :

Melakukan perhitungan dari hasil uji laboratorium *Particle Density* dan *Bulk Density* Menghitung % Bahan Padat dengan rumus :

$$\% \text{ Bahan padat} = \frac{BD}{PD} \times 100\%$$

Keterangan:

BD : Bulk Density

PD : Particle Density

Menghitung Porositas tanah dengan rumus:

$$\text{Porositas tanah (\%)} = 100\% - \% \text{ bahan padat}$$

Kadar air tanah dihitung dari hasil uji *Bulk Density* yaitu massa tanah basah dan massa tanah kering oven dengan rumus berikut:

$$\% \text{Kadar air} = \frac{MTB - MTK}{MTK} \times 100\%$$

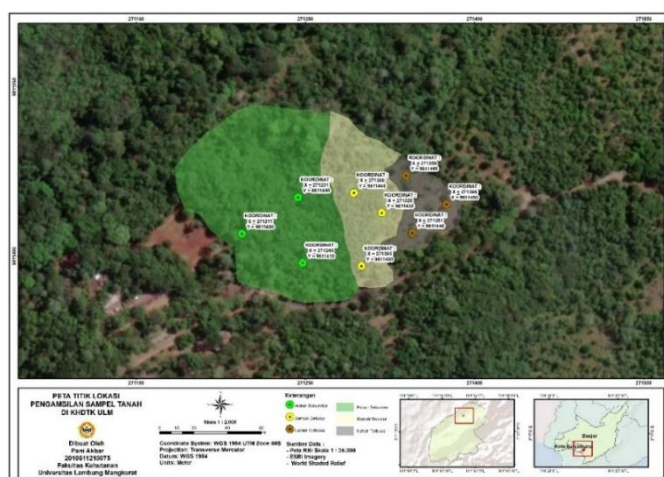
Keterangan :

MTB : Massa Tanah Basah

MTK : Massa Tanah Kering Oven

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak tiga kali dari masing – masing tutupan lahan. Berikut peta tutupan lahan dan titik koordinat lokasi pengambilan sampel tanah.



Gambar 1. Titik Pengambilan Sampel Tanah

a. Hutan Sekunder

Hasil uji di lapangan dan uji laboratorium dari sampel tanah pada tutupan hutan sekunder dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah Hutan Sekunder

No	Sampel Tanah	Tekstur	Struktur	Bulk Density	Particle Density	Porositas %	Kadar Air (%)	Warna Tanah
1	Hutan Sekunder	Lempung Liat Berpasir	Granular	0,97	2,83	65,84	30,47	Coklat kemerahan tua
2	Hutan Sekunder	Lempung Liat Berpasir	Granular	1,11	2,81	60,48	33,27	Coklat kemerahan tua
3	Hutan Sekunder	Lempung Liat Berpasir	Granular	0,87	2,70	67,60	35,75	Coklat kemerahan tua
Rata-rata		Lempung Liat Berpasir	Granular	0.98	2,78	64,64	33,16	Coklat kemerahan tua

Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa tanah di area hutan sekunder memiliki tekstur lempung liat berpasir dan struktur granular, yang ditentukan melalui uji manual dan laboratorium. Nilai *Bulk Density* berkisar antara 0,87–1,11 g/cm³, *Particle Density* 2,70–2,83 g/cm³, serta porositas 60,48. Warna tanah coklat kemerahan tua mengindikasikan tingkat kesuburan yang cukup, didukung oleh keberadaan vegetasi lebat dan serasah. Tingginya porositas dan kadar air rata-rata 33,16% mencerminkan kesuburan tanah yang optimal, diperkuat dengan vegetasi dominan seperti Wangun, Tarap, dan Eucalyptus, yang berkontribusi pada stabilitas agregat dan kemampuan tanah menahan air.

Efisiensi hutan sekunder dalam mempertahankan kelembaban tanah disebabkan oleh lapisan serasah rata-rata setinggi 1,3 cm dan sistem akar yang kompleks. Kadar air yang tinggi berhubungan terbalik dengan nilai *Bulk Density*, karena pori-pori yang besar memungkinkan retensi air lebih baik. Kandungan mineral tanah tercermin dari nilai *Particle Density* yang berada dalam rentang normal untuk tanah mineral (2,6–2,9 g/cm³). Hubungan antara *Bulk Density*, *Particle Density*, porositas, dan kadar air menunjukkan bahwa struktur tanah hutan sekunder mendukung pertumbuhan vegetasi sekaligus menjaga kesuburan tanah dari degradasi.

Tingkat kelerengan dalam hal ini sangat mempengaruhi tingkat erosi dan proses pencucian unsur hara tanah. Area pada hutan sekunder masuk dalam kategori kelas landai sehingga tingkat erosi dapat diminimalisir oleh vegetasi.

Selain itu, pohon dengan kanopi rapat menciptakan mikroklimat yang mendukung proses dekomposisi serasah, sehingga meningkatkan kualitas tanah (Chazdon, 2003). Dibandingkan dengan lahan terbuka dan semak belukar, hutan sekunder menunjukkan kemampuan yang lebih besar dalam mempertahankan kelembaban dan mencegah degradasi tanah. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tutupan vegetasi lebat memainkan peran penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah dan mendukung keberlanjutan ekosistem (Singh et al., 2023).

b. Semak Belukar

Hasil uji di lapangan dan uji laboratorium sifat fisik tanah pada tutupan lahan semak belukar mempunyai karakteristik pendukung yang sedikit berbeda dari hutan sekunder dari segi vegetasi diatasnya maupun faktor lain seperti kelerengan dan ketebalan serasah. Hasil sifat fisik tanah di tutupan lahan Semak belukar dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Sifat fisik tanah semak belukar

No	Sampel Tanah	Tekstur	Struktur	<i>Bulk Density</i>	<i>Particle Density</i>	Porositas %	Kadar Air (%)	Warna Tanah
1	Semak Belukar	Lempung Liat Berpasir	Granular	1,15	2,78	58,40	24,78	Coklat kemerahan
2	Semak Belukar	Lempung Liat Berpasir	Granular	1,06	2,82	62,55	23,78	Coklat kemerahan
3	Semak Belukar	Lempung Liat Berpasir	Granular	0,93	2,69	65,26	27,35	Coklat kemerahan
	Rata-rata	Lempung Liat Berpasir	Granular	1,04	2,76	62,07	25,30	Coklat kemerahan

Tanah di area semak belukar memiliki tekstur lempung liat berpasir dengan struktur granular, yang mendukung ruang pori besar sehingga memungkinkan sirkulasi udara dan penyimpanan air yang baik. Porositas tanah berkisar antara 58,40% hingga 65,26%

dengan rata-rata 62,07%, tetapi kadar airnya lebih rendah dibandingkan dengan hutan sekunder karena kemampuan menahan airnya yang kurang. Hal ini sangat dipengaruhi oleh komposisi tanah, kanopi, serasah, dan vegetasi yang kurang rapat, sehingga

menimbulkan perbedaan dalam efisiensi penyimpanan air pada lapisan tanah tersebut. Vegetasi semak belukar, seperti Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) dan Rumpun Bambu (*Pogonatherum crinitum*), memiliki sistem akar yang berkontribusi dalam memperbaiki tekstur dan struktur tanah. Meskipun efeknya bervariasi akibat perbedaan jenis akar, keberadaan akar ini tetap membantu meningkatkan stabilitas tanah. Selain itu, vegetasi ini juga memainkan peran penting dalam mempertahankan ekosistem semak belukar, meski skalanya tidak sekompleks ekosistem hutan yang lebih rapat dan beragam.

Sistem akar karamunting yang lebih dalam memberikan pengaruh lebih besar terhadap pembentukan agregat tanah dan ketahanan terhadap erosi dibandingkan akar serabut rumput bambu. Ketebalan serasah pada lahan semak belukar mencapai 2,3 cm, yang membantu meningkatkan kesuburan tanah. Warna tanah coklat kemerahan menunjukkan tanah yang dalam proses penguraian serasah dalam tingkat sedang serta dengan beberapa area yang lebih gelap akibat pengaruh dekomposisi bahan organik. Hal ini menandakan regenerasi tanah secara bertahap meskipun belum seoptimal hutan sekunder. Hasil porositas berkisar antara 58,40% hingga 65,26%, yang cukup baik untuk

mendukung pertumbuhan vegetasi semak, meskipun kadar air tanahnya lebih rendah.

Selain itu, keberadaan lapisan serasah setebal 2,3 cm di area semak belukar memberikan kontribusi pada regenerasi tanah melalui penambahan bahan organik dari sisa-sisa tanaman. Lapisan ini juga membantu mengurangi penguapan air dari permukaan tanah, yang penting untuk mempertahankan kelembaban di bawah kondisi vegetasi terbuka. Chazdon (2003) menyatakan bahwa lapisan serasah merupakan elemen kunci dalam regenerasi ekosistem, mendukung proses dekomposisi, dan meningkatkan kualitas tanah secara bertahap. Pertumbuhan semak belukar merupakan proses awal dalam suksesi hutan yang dimana peran semak belukar sangat diperlukan dalam perbaikan tekstur dan struktur tanah karena pengaruh semak belukar sangat berpotensi dalam perbaikan tanah akibat deforestasi maupun konversi lahan lainnya. Peran semak belukar sebagai *cover crop* sangat berguna dalam meminimalisir erosi dan menjadi sumber nutrisi untuk tumbuhan utama yang menjadi bakal pohon.

c. Lahan Terbuka

Hasil analisis sifat fisik tanah di lapangan dan laboratorium dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Sifat Fisik Tanah Lahan Terbuka

No	Sampel Tanah	Tekstur	Struktur	<i>Bulk Density</i>	<i>Particle Density</i>	Porositas %	Kadar Air (%)	Warna Tanah
1	Lahan Terbuka	Pasir berlempung	Granular	1,45	2,78	47,50	10,78	Coklat muda kemerahan
2	Lahan Terbuka	Pasir berlempung	Granular	1,51	2,96	49,07	10,88	Coklat muda kemerahan
3	Lahan Terbuka	Pasir berlempung	Granular	1,46	2,84	48,51	11,95	Coklat muda kemerahan
	Rata-rata	Pasir berlempung	Granular	1,47	2,86	48,36	11,20	Coklat muda kemerahan

Hasil analisis sampel tanah menunjukkan tekstur berupa pasir berlempung dengan struktur granular. Nilai *Bulk Density* pada sampel pertama adalah 1,45 g/cm³ dan *Particle Density* 2,78 g/cm³. Pada sampel kedua, *Bulk Density* mencapai 1,51 g/cm³ dengan *Particle Density* 2,96 g/cm³,

sedangkan sampel ketiga menunjukkan *Bulk Density* 1,46 g/cm³ dan *Particle Density* 2,84 g/cm³. Porositas masing-masing sampel berturut-turut adalah 47,50%, 49,07%, dan 48,51%. Tekstur pasir berlempung ini mencerminkan campuran partikel pasir dan lempung yang biasanya kurang optimal dalam

menahan air, karena dominasi pasir menyebabkan infiltrasi cepat, sementara lempung memberikan sifat retensi air yang terbatas. Tanah dengan dominasi pasir cenderung rentan terhadap erosi dan kehilangan kemampuan menahan air, terutama setelah pembukaan lahan. Hal ini didukung oleh studi Noviyanto dan Setiawan (2015), yang menyebutkan bahwa tanah bertekstur pasir lebih mudah terkikis dan kehilangan kelembaban. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa pemadatan tanah akibat *Bulk Density* yang tinggi, berkisar antara 1,45 hingga 1,51 g/cm³, mengakibatkan porositas yang rendah. Kondisi ini diperburuk oleh kurangnya vegetasi penutup yang berfungsi menjaga struktur tanah dan mengurangi aliran permukaan air.

Kadar air tanah pada lahan terbuka tercatat rendah, dengan kisaran 10,78% hingga 11,95%. Kelembaban yang minim ini memperparah pemadatan tanah, seperti yang disampaikan oleh Yuwono *et al.* (2019), di mana curah hujan yang tinggi tanpa vegetasi menyebabkan penurunan porositas dan mempercepat aliran permukaan air. Tanah dengan porositas rendah lebih mudah kering, kehilangan kelembaban, dan rawan erosi, sehingga tanaman kesulitan mendapatkan air, terutama pada musim kemarau. Perbandingan dengan sampel tanah dari hutan sekunder dan semak belukar menunjukkan bahwa tanah di lahan terbuka memiliki *Bulk Density* dan *Particle Density* lebih tinggi, tetapi porositas lebih rendah. Kondisi ini menjadikan tanah di lahan terbuka lebih sensitif terhadap erosi dan mengalami evaporasi lebih tinggi. Hal ini terkait dengan kurangnya bahan organik dan vegetasi pelindung, yang berfungsi meningkatkan kualitas tanah.

Selain itu, warna tanah coklat muda kemerahan memberikan indikasi kondisi fisik dan kimia tanah. Menurut Widiatmaka *et al.* (2015), warna ini menunjukkan adanya proses oksidasi besi yang terjadi dalam kondisi aerasi baik. Namun, warna tersebut juga mencerminkan rendahnya kandungan bahan organik, yang merupakan salah satu faktor utama dalam mempertahankan kesuburan tanah. Tanah dengan bahan organik yang rendah biasanya memiliki kapasitas lebih kecil untuk menyimpan air dan nutrisi, sehingga mengurangi daya dukungnya terhadap pertumbuhan tanaman. Degradasi ini sering kali dipicu oleh aktivitas manusia seperti pembukaan lahan tanpa diikuti upaya konservasi. Oleh karena itu, penting untuk

menerapkan praktik konservasi tanah, seperti penanaman vegetasi penutup dan pengelolaan limbah organik, guna memulihkan kualitas tanah dan menjaga keseimbangan ekosistem.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menganalisis sifat fisik tanah berdasarkan jenis tutupan lahannya di kawasan hutan dengan tujuan khusus. Universitas lambung mangkurat, mandiingin dengan sifat fisik tanah pada hutan sekunder memiliki tekstur lempung liat berpasir dengan struktur granular. *Bulk Density* dengan rata-rata 0,98, *Particle Density* 2,78, Porositas 64,64% dan 33,16% Kadar air serta dengan Warna tanah coklat kemerahan tua.

Sifat fisik tanah pada semak belukar memiliki tekstur lempung liat berpasir dengan struktur granular. *Bulk Density* dengan rata-rata 1,04, *Particle Density* 2,76, Porositas 62,07% dan 25,30% Kadar air serta dengan Warna tanah coklat kemerahan

Sifat fisik tanah pada lahan terbuka memiliki tekstur lempung liat berpasir dengan struktur granular. *Bulk Density* dengan rata-rata 1,47, *Particle Density* 2,86, Porositas 48,36% dan 11,20% Kadar air serta dengan Warna tanah coklat muda kemerahan.

Saran

Sebaiknya penelitian selanjutnya memasukkan variabel lain seperti kandungan bahan organik, pH tanah, dan sifat kimia tanah lainnya sehingga mendapatkan kandungan sampel tanah yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. R., E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witmer. (2022). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. U.S. Geological Survey.
- Chazdon, R. L. (2003). A resource-based approach to measuring forest recovery. *Global Ecology and Biogeography*, 12, 553-567. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00083.x>

- Noviyanto, B., and B. I. Setiawan. (2015). Pengaruh pembukaan lahan terhadap kualitas fisik tanah. *Jurnal Agrikultura*, 8(2), 112-120.
- Singh, R. K., R. Sharma, and M. Barman. (2023). Land use and land cover changes and their impact on soil infiltration and erosion in Northeast India. *Catena*, 210, 105891.
- Widiatmaka, D., N. Sulistyawati, and D. Handayani. (2015). Degradasi tanah pada lahan terbuka di Indonesia. *Jurnal Ilmu Tanah*, 15(2), 92-104.
- Yuwono, S. B. (2019). Pengaruh lahan terbuka terhadap sifat fisik tanah di daerah tropis. *Jurnal Sains Tanah*, 13(3), 225-233.
- Zhang, X., Li, Y., Z, Chen., & J, Wang. (2023). Impact of land-use changes on soil structure and porosity: A comparative study of forested and agricultural lands. *Journal of Soil Science and Land Management*, 48(2), 123-135.
<https://doi.org/10.xxxx/jsslm.2023.48.2.123>