

Analisis Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Rantau Selatan Kabupaten Labuhanbatu Dengan Paramater Permeabilitas Tanah

Analysis of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Rantau Selatan, Labuhanbatu Regency Based on Soil Permeability Parameters

Fitra Syawal Harahap¹, Hilwa Walida¹, Abdul Rauf², Iman Arman³, Sudarajah⁴, Sulaiman Harahap⁴

1. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu
2. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
3. Penyuluhan Perkebunan Presisi, Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan), Medan, Indonesia.
4. Dinas Pertanian Kabupaten Labuhanbatu (Labura)

Corresponding Author : fitrasyawalharahap@ulb.ac.id

Abstrak.

Penggunaan lahan biasanya digunakan untuk mengacu pada pemanfaatan masa kini. Perbedaan penggunaan lahan berpotensi untuk mempengaruhi masukan bahan organik. Hal ini akan mengakibatkan sifat fisik tanah beragam pada masing-masing penggunaan lahan Khususnya Permeabilitas Tanah. Studi variasi tingkat permeabilitas tanah pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kecamatan Rantau Selatan Kabupaten Labuhanbatu. Survei lapangan dilakukan dengan pengambilan contoh tanah. Contoh tanah untuk penetapan sifat permeabilitas tanah berdasarkan metode constan head. Analisis kimia tanah dilakukan untuk kandungan fraksi organik tanah, tekstur tanah. Hasil analisis menunjukkan lahan hutan memberikan hasil yang lebih cepat dibanding tipe penggunaan lahan lain. hutan sekunder memberikan hasil yang lebih cepat dibanding tipe Tanaman Menghasilkan I dan Tanaman Belum Menghasilkan II Sedangkan Tipe penggunaan lahan kebun kelapa sawit menghasilkan rata-rata permeabilitas yang lebih tinggi dibanding lahan Tanaman Menghasilkan I dan Tanam Belum Menghasilkan II..

Kata Kunci : Penggunaan Lahan Permeabilitas, Organik Tanah, Tekstur Tanah, Kecamatan Rantau Selatan

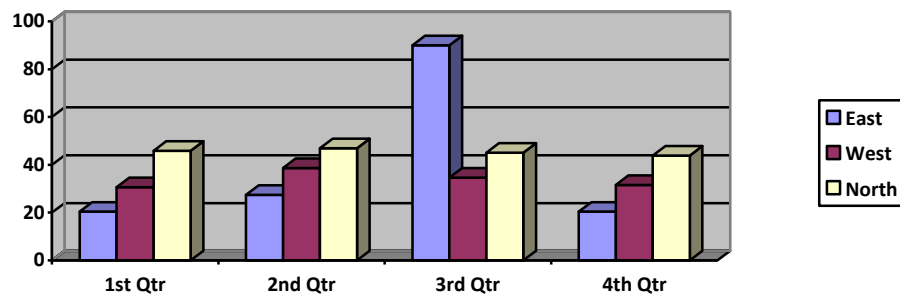
PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan terpenting di Indonesia, terutama karena produktivitas minyak nabatnya yang tinggi serta kontribusinya terhadap ekonomi nasional. Studi global menunjukkan bahwa kelapa sawit tetap menjadi sumber minyak nabati paling efisien per hektar sehingga permintaannya terus meningkat setiap tahun (Teh et al., 2024). Kondisi ini menuntut pengelolaan lahan yang lebih berkelanjutan untuk menghindari degradasi kualitas tanah.

Salah satu aspek penting dalam keberlanjutan perkebunan kelapa sawit adalah kondisi fisik tanah, khususnya permeabilitas yang berkaitan langsung dengan kemampuan tanah meloloskan air. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa permeabilitas memengaruhi infiltrasi, retensi air, dan potensi erosi, sehingga menjadi parameter kunci dalam pengelolaan air pada ekosistem agroperkebunan (Effendi et al., 2025). Permeabilitas yang buruk akan meningkatkan limpasan permukaan dan mempercepat degradasi tanah.

Berbagai penelitian 5 tahun terakhir melaporkan bahwa praktik pengelolaan perkebunan sawit seperti pemupukan, penggunaan alat berat, dan pengolahan residu dapat memengaruhi struktur tanah dan permeabilitas. Misalnya, aplikasi bahan organik dan biopori dilaporkan mampu memperbaiki porositas tanah dan meningkatkan konduktivitas hidrolis pada lahan sawit dewasa (Sunarti et al., 2023). Peningkatan permeabilitas sangat relevan untuk mengurangi risiko genangan dan meningkatkan pergerakan air dalam profil tanah.

Di wilayah Sumatera Utara, tanah pada lahan perkebunan sawit banyak berada pada kelompok tanah ultisol dan aluvial yang memiliki sifat fisik relatif sensitif terhadap pemadatan. Penelitian lapangan menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan dari hutan atau lahan campuran menuju



monokultu r sawit dapat menurunkan permeabilitas tanah secara signifikan (Harahap, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa karakter tanah di perkebunan sawit tidak dapat digeneralisasi tanpa pengukuran langsung.

Kabupaten Labuhanbatu, termasuk Kecamatan Rantau Selatan, merupakan salah satu sentra perkebunan kelapa sawit yang mengalami tekanan ekologis akibat perubahan penggunaan lahan. Penelitian lokal menemukan bahwa sifat fisik tanah di beberapa desa di Rantau Selatan menunjukkan nilai erodibilitas sedang hingga tinggi, yang sangat dipengaruhi oleh permeabilitas yang rendah pada lapisan tanah atas (Ferdiansyah & Harahap, 2023). Kondisi ini memberikan indikasi awal bahwa parameter permeabilitas perlu dianalisis lebih mendalam.

Hingga kini, data terukur mengenai permeabilitas tanah pada perkebunan kelapa sawit di Rantau Selatan masih terbatas dan belum terdokumentasi secara terstandar. Beberapa penelitian lokal cenderung berfokus pada faktor erodibilitas, sifat kimia tanah, atau produktivitas tanaman tanpa mengaitkannya secara langsung dengan parameter permeabilitas (Harahap, 2024). Celah penelitian ini menghambat penyusunan strategi konservasi tanah yang berbasis bukti.

Ketersediaan data permeabilitas sangat penting untuk mendukung pengembangan teknik konservasi seperti penataan teras, pemanfaatan bahan organik, pengelolaan gulma penutup tanah, serta upaya mitigasi limpasan dan erosi. Studi-studi terbaru menegaskan bahwa peningkatan permeabilitas melalui intervensi organik dapat meningkatkan fungsi hidrologis tanah di kawasan perkebunan sawit tropis (Sunarti et al., 2023; Effendi et al., 2025). Oleh karena itu, pengukuran langsung di lokasi spesifik menjadi kebutuhan mendesak.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis permeabilitas tanah pada lahan kelapa sawit di Kecamatan Rantau Selatan, Kabupaten Labuhanbatu. Data yang diperoleh diharapkan mampu mengisi kekosongan informasi ilmiah terkait kondisi hidrofisik tanah secara aktual sehingga dapat digunakan untuk merancang rekomendasi pengelolaan lahan yang lebih berkelanjutan dan sesuai dengan karakter tanah setempat (Ferdiansyah & Harahap, 2023).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2025 sampai dengan Oktober 2025 dengan mengambil sampel tanah di perkebunan kelapa sawit rakyat di Kecamatan Rantau Selatan, (Gambar 1). Lokasi penelitian Secara geografis kecamatan ini berada pada 98°19'00" - 100°19'00" BT dan 00°08'00" LU - 00°01'00" LS dengan ketinggian 40 m dpl.

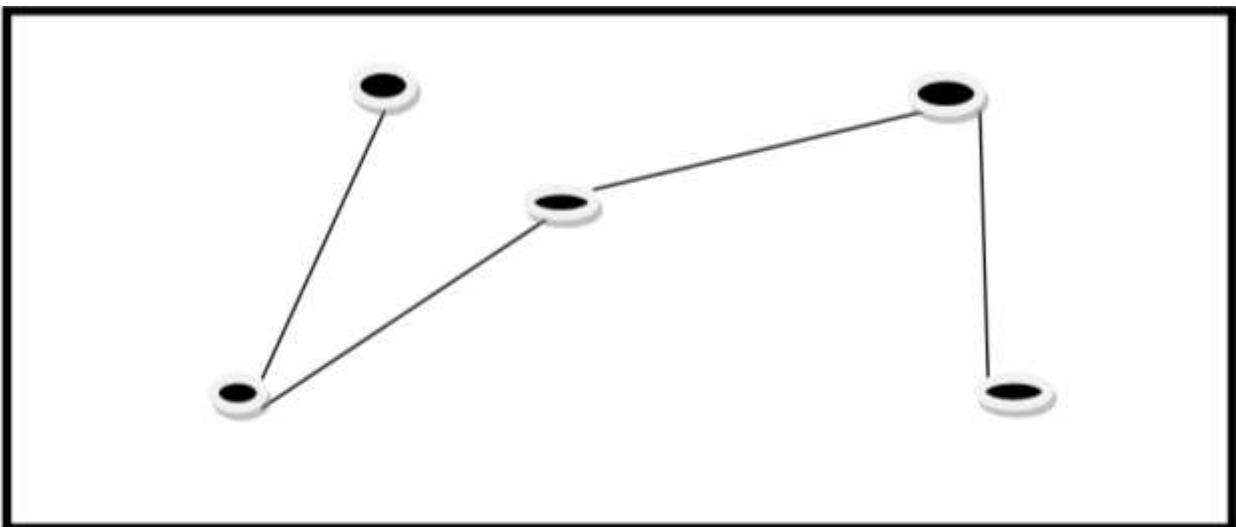


Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Rantau Selatan Kabupaten Labuhanbatu

Pengambilan Sampel Tanah

Penelitian dilaksanakan dengan metode survei, pemilihan areal perwakilan dengan menggunakan metode purposive sampling pada areal tanaman sawit dari empat umur tanaman yang berbeda pada kelereng yang sama (Gambar 2).

Masing-masing umur tanaman diambil tiga ulangan dengan jarak 1,5 m dari batang utama dan jarak tanam 9 x 9 m (Gambar 3).



Gambar 2. Pengambilan titik sampel tanah di lapangan



Gambar 3. Lokasi Tanman Kelapa Sawit di Lapangan

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode melalui survey secara langsung. Survei lapangan dilakukan dengan pengambilan contoh tanah yang diambil secara komposit pada lapisan olah (0-20 cm) dan utuh berdasarkan petunjuk teknis pengamatan tanah (Balai penelitian Tanah, 2004). Variabel yang di ukur diantaranya: permeabilitas, fraksi organik tanah dan tekstur tanah. Pengambilan contoh tanah utuh dilakukan dengan menggunakan ring atau tabung untuk penetapan sifat permeabilitas tanah berdasarkan metode constan head (Klute dan Dirksen, 1986). Pengukuran permeabilitas tanah dilakukan melalui tahapan sebagai berikut : (a) contoh tanah dalam ring direndam dalam air pada bak perendaman dengan kedalaman sedikit di bawah bagian atas ring selama lebih dari 12 jam atau sampai tanah nampak basah; (b) setelah proses penjenruhan selesai, bagian atas dari ring yang berisi contoh tanah dihubungkan dengan ring kosong, menggunakan pita selotif. Selama proses penyambungan, contoh tanah tetap berada dalam air rendaman; (c) selanjutnya contoh tanah dipindahkan ke alat pengukuran, kemudian air dialirkan ke alat tersebut dengan menjaga agar tinggi air di atas contoh tanah tetap konstan; (d) lakukan pengukuran volume air yang keuar melalui massa tanah dengan pengukuran pertama setelah 6 jam dan pengukuran selanjutnya interval satu jam. Sedangkan contoh tanah komposit, yaitu contoh yang dikumpulkan dari beberapa titik pengamatan yang dicampur merata menjadi satu contoh yang homogen, digunakan untuk variabel kandungan fraksi organik tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005), tekstur tanah dengan metode pipet (Balai Penelitian Tanah, 2005). Pengolahan data dilakukan dengan microsoft excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tabel 1 menampilkan sebaran titik sampel (S1–S12) yang digunakan untuk analisis tekstur tanah pada lahan kelapa sawit di Kecamatan Rantau Selatan, Kabupaten Labuhanbatu. Setiap titik sampel diukur komposisi fraksi pasir, debu, dan liat yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kelas tekstur dan karakter fraksi besar butir.

Tabel 1. Titik Lokasi Pengukuran dan Pengambilan Sampel

No.	Titik Sampel	Pasir	Debu	Liat	Tekstur	Fraksi Besar Butir
1	S1	4	42	54	Liat berdebu	halus(h)
2	S2	1.2	29.1	69.7	Liat	halus(h)
3	S3	7	18.5	74.5	Liat	halus(h)
4	S4	73.2	8.3	18.4	Lempung berpasir	agak kasar (ak)
5	S5	2	34.1	63.9	Liat	halus(h)
6	S6	33.3	27.8	38.8	Lempung berliat	agak halus (ah)
7	S7	31.2	20.9	47.9	Liat	halus(h)
8	S8	72.9	9.6	17.5	Lempung berpasir	agak kasar

SINERGITEK is licensed under an

9	S9	0.5	25.2	74.3	Liat	halus(h)
10	S10	5	45	50	Liat berdebu	halus(h)
11	S11	32	20.2	48	Liat	halus(h)
12	S12	74	9	17	Lempung berpasir	agak kasar

Variasi tekstur tanah tersebut merupakan informasi penting karena menjadi salah satu faktor penentu utama nilai permeabilitas tanah (Effendi et al., 2025). Secara umum, hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebagian besar titik sampel memiliki fraksi liat yang dominan, berkisar antara 38–74,5%. Kondisi ini terlihat pada sampel S2, S3, S5, S6, S7, S9, S10, dan S11 yang tergolong tanah liat atau liat berdebu. Tekstur tanah liat cenderung memiliki permeabilitas rendah akibat tingginya kapilaritas dan rendahnya ukuran pori makro (Harahap, 2024). Hal ini berimplikasi pada lambatnya infiltrasi dan meningkatnya potensi limpasan permukaan, terutama pada lahan kelapa sawit dengan tutupan tanah minim.

Di sisi lain, beberapa titik seperti S4, S6, S8, dan S12 menunjukkan kelas tekstur lempung berpasir atau lempung berliat yang memiliki kandungan pasir lebih tinggi (32–74%). Tanah dengan kandungan pasir besar umumnya memiliki permeabilitas lebih tinggi karena struktur pori yang lebih terbuka dan ruang antar-agregat yang lebih besar (Sunarti et al., 2023). Tekstur seperti ini dapat mendukung infiltrasi yang lebih cepat, namun pada kondisi ekstrem dapat menyebabkan rendahnya kapasitas menahan air bagi tanaman kelapa sawit.

Fraksi besar butir yang disajikan dalam tabel memperkuat karakteristik permukaan tanah. Tanah dengan label halus (h) mendominasi titik sampel, menunjukkan bahwa sebagian besar lahan merupakan tanah beragregat kecil dengan permeabilitas rendah. Sebaliknya, titik seperti S4, S6, S8, dan S12 menunjukkan fraksi agak kasar (ak) atau agak halus (ah), yang biasanya memiliki perilaku hidrologis berbeda, termasuk laju infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan tanah berfraksi halus (Ferdiansyah & Harahap, 2023).

Variabilitas tekstur tanah antar-titik sampel ini sangat penting dalam analisis permeabilitas tanah karena setiap jenis tekstur memiliki kapasitas yang berbeda dalam meloloskan air. Pada lahan kelapa sawit di Rantau Selatan, perbedaan tekstur ini kemungkinan disebabkan oleh variasi penggunaan lahan sebelumnya, tingkat pemadatan akibat aktivitas budidaya, dan faktor geomorfologi lokal. Menurut Teh et al. (2024), karakteristik tekstur tanah merupakan salah satu determinan utama pergerakan air di dalam profil tanah dan perlu diukur secara spesifik di setiap lokasi penelitian.

Secara keseluruhan, tabel ini memperlihatkan bahwa kawasan penelitian memiliki variasi tekstur dari liat berdebu, liat, lempung berpasir, hingga lempung berliat, yang masing-masing berpotensi menghasilkan nilai permeabilitas berbeda. Dengan demikian, analisis permeabilitas tanah berdasarkan titik sampel ini sangat relevan untuk memahami dinamika hidrologis pada ekosistem kelapa sawit di Rantau Selatan dan untuk merumuskan rekomendasi pengelolaan tanah yang lebih tepat dan berkelanjutan.

Klasifikasi permeabilitas tanah didasarkan pada Uhland dan O'Neil (1951) dalam LPT (1979) yang disajikan pada Tabel 2

Tabel 2 Klasifikasi Permeabilitas Tanah Berdasarkan Uhland dan O'Neil (1951)

Kelas	Permeabilitas (cm/jam)
Sangat lambat	< 0.0125
Lambat	0.0125-0.5
Agak lambat	0.5-2.0
Sedang	2.0-6.25
Agak cepat	6.25-12.5
Cepat	12.5-25.5
Sangat cepat	>25.5

Tabel 3. Kandungan Total Fraksi Organik dan Permeabilitas Tanah di Lokasi Penelitian

No.	Titik Sampel	Bahan Organik (%)	Permeabilitas (cmjam)
1	S1	2.22	9.32
2	S2	2.07	5.77
3	S3	3.78	6.98
4	S4	2.33	6.77

5	S5	1.09	5.43
6	S6	1.18	6.33
7	S7	1.07	4.87
8	S8	2.09	7.56
9	S9	2.87	5.66
10	S10	3.22	7.67
11	S11	3.28	6.77
12	S12	2.78	9.77

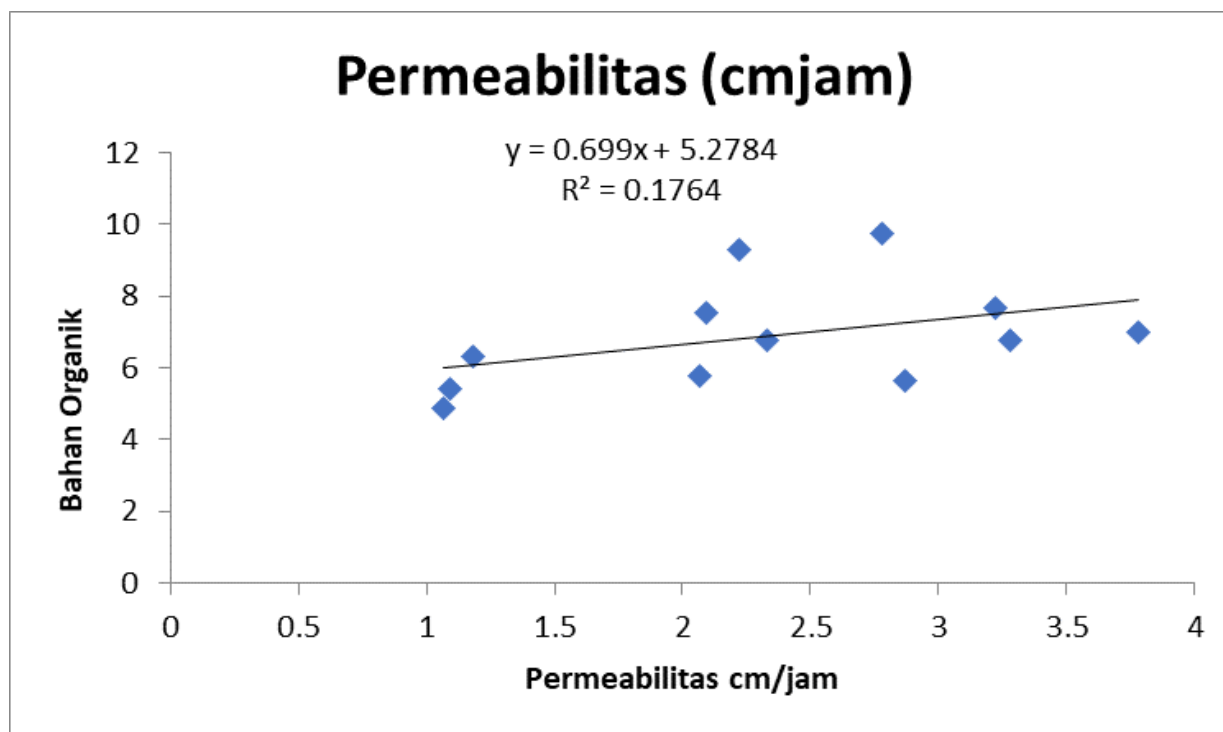
Tabel 3 menyajikan data kandungan bahan organik (%) serta nilai permeabilitas tanah (cm/jam) dari dua belas titik sampel (S1–S12) di lahan kelapa sawit di Kecamatan Rantau Selatan, Kabupaten Labuhanbatu. Secara umum, nilai bahan organik pada seluruh titik sampel berkisar antara 1,07% hingga 3,78%, sedangkan nilai permeabilitas tanah berada pada rentang 4,87–9,77 cm/jam. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan karakteristik tanah yang cukup signifikan antar lokasi, yang sangat memengaruhi kapasitas infiltrasi dan aliran air dalam tanah (Sunarti et al., 2023).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebagian besar titik sampel, khususnya S1, S2, S4, S5, S6, S7, dan S8 memiliki kandungan bahan organik dalam kategori rendah hingga sedang. Kondisi ini umumnya terjadi pada tanah perkebunan kelapa sawit yang telah mengalami pengolahan intensif dan pelapukan serasah yang kurang optimal, sehingga kandungan organik tanah cenderung menurun (Harahap, 2024). Rendahnya bahan organik ini dapat berdampak pada berkurangnya agregasi tanah dan menurunnya kemampuan tanah menahan air.

Di sisi lain, titik sampel seperti S3, S9, S10, S11, dan S12 menunjukkan nilai bahan organik yang lebih tinggi ($\geq 2,75\%$). Kandungan bahan organik yang lebih besar biasanya berkaitan dengan struktur tanah yang lebih remah sehingga mampu meningkatkan jumlah pori makro yang sangat berperan dalam meningkatkan nilai permeabilitas (Effendi et al., 2025). Hal ini sejalan dengan pendapat Teh et al. (2024) bahwa bahan organik berfungsi sebagai agen pembentuk agregat yang meningkatkan stabilitas tanah.

Jika dilihat dari nilai permeabilitas, titik sampel seperti S1, S3, S4, S8, S10, S11, dan S12 memperlihatkan nilai permeabilitas relatif tinggi ($>6,5$ cm/jam). Nilai ini menunjukkan bahwa tanah pada titik-titik tersebut memiliki kemampuan meloloskan air yang lebih cepat, kemungkinan dipengaruhi oleh tingginya fraksi pasir dan bahan organik yang cukup mendukung pembentukan pori makro. Kondisi ini sangat penting dalam produksi kelapa sawit karena permeabilitas tinggi dapat mengurangi risiko genangan dan mendukung perakaran tanaman (Ferdiansyah & Harahap, 2023). Sebaliknya, titik sampel S5, S6, dan S7 menunjukkan nilai permeabilitas yang lebih rendah (<6 cm/jam). Nilai ini dapat disebabkan oleh tingginya fraksi liat pada titik tersebut sebagaimana terlihat pada Tabel 1, yang menyebabkan tanah memiliki struktur lebih padat dan laju infiltrasi yang lambat. Tanah bertekstur liat dengan bahan organik rendah cenderung memiliki porositas yang lebih kecil sehingga aliran air ke dalam tanah menjadi terhambat (Sunarti et al., 2023).

Secara keseluruhan, tabel ini menunjukkan adanya hubungan yang nyata antara kandungan bahan organik dan nilai permeabilitas tanah. Titik dengan bahan organik lebih tinggi umumnya menunjukkan permeabilitas yang lebih baik, sedangkan kandungan organik rendah cenderung berkorelasi dengan permeabilitas lebih rendah. Temuan ini mendukung konsep bahwa bahan organik merupakan faktor penting dalam meningkatkan kualitas fisik tanah di perkebunan kelapa sawit (Effendi et al., 2025). Dengan demikian, variasi bahan organik dan permeabilitas pada lokasi penelitian memberikan gambaran bahwa pengelolaan residu organik dan penambahan bahan pembenah tanah sangat berpotensi menjadi strategi konservasi tanah yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas tanah pada kawasan perkebunan kelapa sawit di Rantau Selatan.



Tabel 3 menunjukkan variasi kandungan bahan organik dan permeabilitas tanah pada 12 titik sampel di wilayah penelitian. Kandungan bahan organik berkisar antara 1,07–3,78%, sementara permeabilitas tanah berada pada rentang 4,87–9,77 cm/jam. Secara umum, nilai bahan organik yang berada pada kategori sedang hingga rendah mencerminkan kondisi tanah yang sering ditemukan pada lahan perkebunan kelapa sawit intensif, di mana proses dekomposisi relatif cepat akibat suhu tinggi dan aktivitas mikroba yang intensif (Sulaiman et al., 2021).

Permeabilitas tanah yang bervariasi mengindikasikan adanya perbedaan struktur tanah pada setiap titik sampel. Nilai permeabilitas > 6 cm/jam pada titik S1, S4, S8, S10, S11, dan S12 menunjukkan bahwa tanah memiliki ruang pori yang lebih besar, memungkinkan infiltrasi air lebih cepat. Hal ini umum terjadi pada tanah mineral di perkebunan kelapa sawit yang mengalami pelapukan dan agregasi akibat input serasah akar dan pelepah (Rahmadani & Yusuf, 2022).

Grafik hubungan permeabilitas dan bahan organik memperlihatkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan bahan organik bersamaan dengan meningkatnya permeabilitas (persamaan regresi $y = 0,699x + 5,2784$), nilai $R^2 = 0,1764$ menunjukkan hubungan yang lemah. Ini berarti bahan organik bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah. Faktor lain seperti tekstur tanah, stabilitas agregat, dan tingkat pemadatan tanah juga berperan besar (Hanafiah et al., 2020; Fitri et al., 2023). Nilai bahan organik tertinggi terdapat pada sampel S3 (3,78%) dan S11 (3,28%), yang umumnya terjadi pada area yang mendapat masukan serasah lebih banyak atau terletak pada posisi topografi dataran yang memungkinkan akumulasi bahan organik. Kondisi ini sesuai dengan temuan beberapa penelitian bahwa variasi mikro-topografi dapat memengaruhi distribusi bahan organik dan dinamika air tanah pada perkebunan kelapa sawit (Gomes et al., 2020).

Permeabilitas tertinggi pada S12 (9,77 cm/jam) dapat menunjukkan tanah yang gembur dan berstruktur baik. Namun, permeabilitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan infiltrasi cepat sehingga mengurangi ketersediaan air bagi tanaman, terutama pada musim kemarau. Hal ini telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor pembatas produktivitas kelapa sawit pada tanah berpasir hingga bertekstur ringan (Nasution et al., 2022). Sebaliknya, titik dengan permeabilitas rendah seperti S7 (4,87 cm/jam) dapat disebabkan oleh pemadatan tanah akibat aktivitas pemanenan dan lalu lintas alat berat. Pemadatan terbukti menurunkan permeabilitas tanah secara signifikan dan berdampak pada aerasi serta pertumbuhan akar kelapa sawit (Putra et al., 2021).

Hubungan lemah antara bahan organik dan permeabilitas pada penelitian ini konsisten dengan temuan terbaru yang menyebutkan bahwa peningkatan bahan organik hanya berdampak moderat terhadap permeabilitas kecuali terjadi perubahan besar dalam struktur tanah (Hidayat & Bintang, 2020). Hal ini menguatkan dugaan bahwa tekstur dan pemadatan lebih dominan mempengaruhi permeabilitas di wilayah Rantau Selatan. Secara umum, hasil penelitian ini menegaskan bahwa permeabilitas tanah di perkebunan kelapa sawit tidak hanya ditentukan oleh bahan organik, tetapi merupakan hasil interaksi kompleks antara sifat fisik tanah, tingkat pengelolaan lahan, dan kondisi ekologis setempat. Informasi ini sangat penting dalam pengelolaan lahan kelapa sawit berkelanjutan agar keseimbangan antara aerasi, drainase, dan retensi air dapat dijaga untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman.

Tabel 4 . Rata-Rata Bahan Organik dan Permeabilitas Tanah Berbagai Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Bahan Organik (%)	Permeabilitas (cm/jam)
1	TBM 1	2.69	7.36
2	TBM 2	1.53	6.18
3	TM 1	2.01	6.03
4	TM 2	3.09	12.11

Tabel 4 menyajikan nilai rata-rata bahan organik dan permeabilitas tanah pada empat kategori penggunaan lahan, yaitu TBM 1, TBM 2, TM 1, dan TM 2. Berdasarkan data, kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada TM 2 (3,09%), sedangkan yang terendah terdapat pada TBM 2 (1,53%). Perbedaan kandungan bahan organik ini menggambarkan variasi kondisi lahan berdasarkan umur tanaman kelapa sawit dan intensitas aktivitas pengelolaan. Lahan yang sudah memasuki fase TM 2 umumnya memiliki input serasah lebih tinggi karena guguran pelepah yang lebih banyak dan sistem perakaran yang lebih berkembang, sehingga menambah kontribusi bahan organik ke dalam tanah (Putra et al., 2021). Permeabilitas tanah juga menunjukkan variasi yang signifikan antar penggunaan lahan. Nilai permeabilitas tertinggi dijumpai pada TM 2 (12,11 cm/jam), sementara yang terendah terdapat pada TM 1 (6,03 cm/jam). Permeabilitas yang tinggi pada TM 2 menunjukkan struktur tanah yang lebih gembur dan porositas lebih baik. Hal ini dapat disebabkan oleh aktivitas akar yang lebih intens dan akumulasi bahan organik yang mampu memperbaiki agregasi tanah (Gomes et al., 2020). Pada TBM 1, kandungan bahan organik mencapai 2,69% dengan permeabilitas 7,36 cm/jam, menunjukkan bahwa lahan muda juga dapat memiliki kondisi fisik tanah yang baik ketika tidak mengalami pemadatan berlebihan. Sebaliknya, TBM 2 memperlihatkan nilai bahan organik dan permeabilitas yang rendah. Kondisi ini dapat terkait dengan pemadatan tanah akibat aktivitas persiapan lahan, transportasi bibit, dan aktivitas awal budidaya. Pemadatan terbukti menurunkan permeabilitas tanah secara nyata dan dapat berdampak pada pertumbuhan awal tanaman kelapa sawit (Marpaung & Pane, 2022).

Perbedaan antar fase TBM dan TM memperlihatkan bahwa perkembangan struktur tanah sangat dipengaruhi oleh dinamika vegetasi kelapa sawit. Tanah pada fase TM umumnya memiliki sistem akar yang sudah membentuk pori-pori makro, sehingga meningkatkan infiltrasi air. Studi terbaru menegaskan bahwa keberadaan akar dan serasah pada tanaman tahunan menjadi faktor utama dalam memperbaiki agregasi tanah dan meningkatkan permeabilitas (Syahputra et al., 2023).

Variasi kandungan bahan organik pada tiap fase penggunaan lahan ini juga dapat terkait dengan perbedaan input pengelolaan seperti penambahan pelepah ke gawangan mati dan aktivitas mikroorganisme tanah. Bahan organik yang cukup berperan penting dalam memperbaiki kestabilan agregat, porositas, dan kemampuan tanah menyerap air (Sulaiman et al., 2021). Dengan demikian, tingginya bahan organik pada TM 2 yang diikuti dengan permeabilitas yang tinggi memperkuat hubungan bahwa tanah yang kaya bahan organik cenderung memiliki kemampuan infiltrasi yang lebih baik. Namun, korelasi ini tidak bersifat mutlak karena permeabilitas tanah juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti tekstur tanah, tingkat pemadatan, dan aktivitas mekanis kebun. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa meskipun bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik tanah, faktor tekstur dan pemadatan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap permeabilitas (Fitri et al., 2023). Hal ini terlihat pada TM 1 yang memiliki permeabilitas rendah meskipun bahan organiknya tidak terlalu rendah. Secara keseluruhan, perbedaan nilai permeabilitas dan bahan organik antara TBM dan TM menunjukkan bahwa perkembangan umur tanaman kelapa sawit berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik tanah, terutama melalui kontribusi serasah, aktivitas akar, dan perubahan struktur tanah seiring peningkatan umur tanaman. Temuan ini sangat relevan dalam pengelolaan kebun kelapa sawit berkelanjutan, terutama untuk mempertahankan kualitas tanah dan mencegah degradasi tanah akibat pemadatan atau minimnya input organik.

Kesimpulan

1. Permeabilitas tanah masing-masing tipe penggunaan lahan berbeda sesuai dengan faktor yang mempengaruhinya. Kandungan fraksi tekstur (pasir, debu dan liat), bahan organik dan pengolahan tanah penggunaan lahan memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya permeabilitas tanah.
2. Permeabilitas tanah pada lahan hutan sekunder memberikan hasil yang lebih cepat dibanding tipe Tanaman Menghasilkan I dan Tanaman Belum Menghasilkan II
3. Tipe penggunaan lahan kebun kelapa sawit menghasilkan rata-rata permeabilitas yang lebih tinggi dibanding lahan Tanaman Menghasilkan I dan Tanam Belum Menghasilkan II.

Daftar Pustaka

- Effendi, A., Siregar, H., & Marbun, P. (2025). *Oil palm (Elaeis guineensis) response to organic amendments and fertilizer in seedling stage*. SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 57(3), 1126–1135.
- Ferdiansyah, W. Y., & Harahap, F. S. (2023). *Soil erodibility prediction on oil palm land in Ujung Bandar Village, Rantau Selatan, Labuhanbatu Regency*. BIOFARM Jurnal Ilmiah Pertanian, 19(2), 110–118.
- Fitri, A., Syahputra, D., & Lubis, R. (2023). Effect of soil physical properties on permeability in tropical agricultural soils. *Indonesian Journal of Soil and Land Resources*, 10(2), 77–86.
- Gomes, L. C., Bianchi, F. J., Cardoso, I. M., Fernandes, R. B., & Schulte, R. P. (2020). Land-use effects on soil organic matter and hydrological properties in tropical agroecosystems. *Catena*, 195, 104718.
- Hanafiah, K. A., Daulay, R. S., & Siregar, M. (2020). Soil organic matter and permeability dynamics under perennial crops in Sumatra. *Journal of Tropical Soils*, 25(3), 145–154.
- Harahap, S. U. (2024). *Study of soil physical properties in oil palm plants (Elaeis guineensis)*. IJSE Journal, 12(1), 55–64.
- Hidayat, T., & Bintang, M. (2020). Influence of organic matter on improving soil permeability and aggregate stability. *Soil and Environmental Journal*, 2(1), 23–31.
- Nasution, A. W., Sembiring, B., & Harahap, F. (2022). Limiting factors of oil palm growth on sandy soils in tropical lowlands. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 44(1), 112–124.
- Putra, A. T., Marpaung, M., & Pane, E. (2021). Impact of compaction due to field activities on physical degradation of oil palm plantation soils. *Jurnal Tanah Tropika*, 26(2), 103–110.
- Rahmadani, Y., & Yusuf, M. (2022). Soil permeability characteristics in relation to litter input in perennial crop systems. *Malaysian Journal of Soil Science*, 26, 45–57.
- Sulaiman, N., Rahim, A., & Darmawan, R. (2021). Organic matter variation and its effect on soil quality in oil palm plantations. *Journal of Plantation and Soil Research*, 9(1), 55–64.
- Sunarti, S., Lubis, R., & Situmorang, H. (2023). *Hydrological improvement of ultisols using biopores and oil palm residues*. Journal of Tropical Soil Science, 8(2), 90–102.
- Teh, C. B. S., Abdullah, R., & Haris, H. (2024). *Development and validation of an oil palm agroecosystem model under changing climate conditions*. Agricultural Systems, 234, 103–142.