



## KARAKTERISTIK FISIK TANAH DI LAHAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) KEBUN LONSUM

Julpan Efendi<sup>1\*</sup>, Rassid Dwi Agustian Matondang<sup>2</sup>, Surya Saragih<sup>3</sup>, Darul Arif Daulay<sup>4</sup>, M.  
Alfiki Hazuan Saragih<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan budidaya Perkebunan, Institut Teknologi Sawit, Indonesia  
Email: [julpanefendi721@gmail.com](mailto:julpanefendi721@gmail.com)

### Abstract

*This study was conducted at a plantation in PT. PP. London Sumatra Indonesia Tbk (Lonsum) in Tanjung Morawa, North Sumatra, to determine its suitability for optimal oil palm growth. The main parameters analyzed included total pore space, specific gravity, particle specific gravity, soil texture, pH, and soil water content at two depths (0-20 cm and 0-40 cm). Findings showed good porosity, allowing adequate air circulation and water retention. The surface soil (0-20 cm) was relatively loose with a specific gravity of 38%, becoming slightly denser at 0-40 cm (42%), but still within the acceptable range. The particle specific gravity indicated higher organic matter content in the topsoil. Soil texture changed from sandy loam (0-20 cm) to loamy sand (0-40 cm), providing a balanced environment for root development, drainage, and nutrient retention. Consistent acidic pH (4.2–5.9) was observed at both depths, indicating stable conditions. Soil water content increased with depth, indicating better water retention in deeper layers. Overall, the physical properties of the soil in Lonsum support healthy and productive oil palm cultivation, underscoring the importance of detailed soil analysis for sustainable management practices.*

*Keywords: Bulk Density, Oil Palm, pH, Soil Physical Properties, Soil Texture*

### Abstrak

Penelitian ini di perkebunan di PT. PP. London Sumatra Indonesia Tbk (Lonsum) di Tanjung Morawa, Sumatera Utara, untuk menentukan kesesuaiannya bagi pertumbuhan kelapa sawit yang optimal. Parameter utama yang dianalisis meliputi total ruang pori, berat jenis, berat jenis partikel, tekstur tanah, pH, dan kadar air tanah pada dua kedalaman (0-20 cm dan 0-40 cm). Temuan menunjukkan porositas yang baik, memungkinkan sirkulasi udara dan retensi air yang memadai. Tanah permukaan (0-20 cm) relatif gembur dengan berat jenis 38%, menjadi sedikit lebih padat pada 0-40 cm (42%), namun tetap dalam kisaran yang dapat diterima. Berat jenis partikel menunjukkan kandungan bahan organik yang lebih tinggi di lapisan tanah atas. Tekstur tanah berubah dari lempung berpasir (0-20 cm) menjadi pasir lempung (0-40 cm), menyediakan lingkungan yang seimbang untuk perkembangan akar, drainase, dan retensi nutrisi. pH asam yang konsisten (4,2–5,9) diamati di kedua kedalaman, yang menunjukkan kondisi yang stabil. Kadar air tanah meningkat seiring dengan kedalaman, yang menandakan retensi air yang lebih baik di lapisan yang lebih dalam. Secara keseluruhan, sifat fisik tanah di Lonsum mendukung budidaya kelapa sawit yang sehat dan produktif, yang menggarisbawahi pentingnya analisis tanah yang terperinci untuk praktik pengelolaan yang berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Kepadatan Massal, Kelapa Sawit, pH, Sifat Fisik Tanah, Tekstur Tanah

## 1. Pendahuluan

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), spesies menahun yang termasuk dalam famili Arecaceae, berasal dari benua Afrika (Tow et al. 2021) Budidaya kelapa sawit telah berkembang pesat di wilayah tropis karena nilai ekonominya yang tinggi dan kontribusinya terhadap pasar minyak nabati global. Salah satu aspek penting dari keberhasilan pertumbuhan kelapa sawit adalah tahap pembibitan dan pembentukan awal, yang sangat dipengaruhi oleh kualitas tanah dan kondisi fisik. Secara khusus, tekstur, struktur, porositas, dan kapasitas menahan air tanah sangat penting dalam menentukan perkembangan akar dan interaksi mikroba seperti inokulasi. Inokulasi telah terbukti merangsang pertumbuhan bibit kelapa sawit (Valente Lima et al. 2020) dan pohon palem açai (de Castro et al. 2020) yang menunjukkan korelasi kuat dengan kolonisasi akar yang efektif oleh mikroorganisme yang bermanfaat, suatu proses yang sangat bergantung pada kondisi tanah dan iklim yang mendukung. Perluasan perkebunan kelapa sawit di Indonesia awalnya dimulai di Sumatera Utara dan Aceh. Seiring berjalannya waktu, perkebunan ini telah menyebar luas ke provinsi-provinsi lain termasuk Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu, Riau, Papua (dulunya Irian Jaya), Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, Jawa Barat, dan sebagian besar Kalimantan terutama Kalimantan Timur, di mana pembangunan saat ini difokuskan pada perluasan lahan untuk budidaya. Perluasan geografis ini memperkenalkan berbagai jenis tanah dan karakteristik fisik, yang harus dipertimbangkan dalam praktik pengelolaan spesifik lokasi untuk memastikan kinerja perkebunan yang berkelanjutan. Memahami keragaman sifat fisik tanah di berbagai perkebunan Lonsum sangat penting untuk mengoptimalkan keberhasilan penanaman dan mempertahankan produktivitas.

PT. PP. London Sumatra Indonesia Tbk (Lonsum) mengelola areal perkebunan kelapa sawit yang tersebar di berbagai provinsi dengan kondisi tanah yang sangat bervariasi, mulai dari Inceptisol, Ultisol, hingga Histosol, keragaman ini menjadi tantangan sekaligus peluang dalam pengelolaan budidaya. Oleh karena itu, dalam menilai kesesuaian karakteristik fisik tanah untuk pertumbuhan kelapa sawit secara umum, variasi jenis tanah harus menjadi bagian dari pendekatan evaluatif. Misalnya, tanah dengan kandungan liat tinggi cenderung memiliki retensi air lebih baik tetapi resiko pemadatan lebih besar, sementara tanah berpasir cenderung memiliki drainase baik tetapi kemampuan menahan hara rendah. Dengan memahami persebaran dan sifat tiap jenis tanah di area operasional Lonsum, pendekatan pengelolaan berbasis zonasi (site-specific management) dapat diterapkan untuk menyesuaikan dosis pupuk, teknik konversi air, serta pola tanam yang lebih efisien dan berkelanjutan. Kelapa sawit tetap menjadi kontributor utama bagi ekonomi global, khususnya di negara-negara penghasil utama seperti Indonesia dan (Maluin, Hussein, and Idris 2020) (Olaniyi and Szulczyk 2020). Hasil minyak per hektar tanaman ini yang luar biasa membuatnya jauh lebih hemat lahan dibandingkan tanaman biji minyak lainnya. Efisiensi ini terkait langsung dengan kondisi pertumbuhan yang optimal, termasuk parameter fisik tanah, yang memastikan efisiensi penyerapan nutrisi dan air sepanjang umur kelapa sawit yang panjang. Sifat tanaman yang abadi dengan masa produktif hingga 25 tahun mengurangi frekuensi penanaman ulang, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan perkebunan jangka panjang dan mengurangi gangguan tanah dari waktu ke waktu (Murphy, Goggin, and Paterson 2021) Mengingat potensi ekonominya, pemilihan

lokasi dan pengelolaan tanah yang tepat sangat penting dalam budidaya kelapa sawit, khususnya di perkebunan seperti yang dikelola oleh PT Perkebunan London Sumatra Indonesia Tbk (Lonsum). Variasi sifat fisik tanah seperti tekstur (komposisi pasir, lanau, lempung), struktur, pemadatan, retensi air, dan aerasi secara langsung memengaruhi produktivitas perkebunan dan kesehatan tanah jangka panjang. Aspek-aspek ini tidak hanya memengaruhi pertumbuhan dan hasil kelapa sawit tetapi juga memengaruhi dinamika mikroba, kesehatan akar, dan ketahanan terhadap stresor lingkungan. Memahami variabel-variabel ini dalam perkebunan Lonsum memberikan dasar bagi praktik agronomi berkelanjutan dan intervensi perbaikan tanah yang terarah.

Selain dimensi biologis dan ekonomi, industri kelapa sawit mengalami pertumbuhan pasar yang signifikan. Pada tahun 2022, produksi minyak sawit mentah (CPO) naik tipis dari 18,12 juta ton pada tahun 2021 menjadi 18,45 juta ton. Volume ekspor juga meningkat sebesar 1,8%, dengan permintaan global mendorong harga minyak sawit per metrik ton dari \$752 USD pada tahun 2020 menjadi \$1.131 USD pada tahun 2021, dan akhirnya menjadi \$1.276 USD pada tahun 2022 (Perkebunan 2023). Pergeseran pasar ini mencerminkan pentingnya mengoptimalkan semua faktor termasuk kondisi tanah untuk memastikan produksi dan kualitas yang konsisten. Karena persaingan global dan tuntutan keberlanjutan meningkat, perusahaan perkebunan harus terus mengevaluasi dan mengelola sumber daya tanah mereka dengan cermat. Oleh karena itu, kajian karakteristik fisik tanah di perkebunan kelapa sawit Lonsum tidak hanya relevan untuk meningkatkan pengelolaan tanaman, tetapi juga penting untuk keberlanjutan perkebunan jangka panjang dan ketahanan ekonomi. Melalui analisis tanah yang terperinci dan data spesifik lokasi, para pemangku kepentingan dapat mengidentifikasi keterbatasan fisik lahan, menyesuaikan praktik pengelolaan yang sesuai, dan meningkatkan produktivitas budidaya kelapa sawit. Penelitian ini berupaya untuk berkontribusi pada tujuan tersebut dengan memeriksa sifat-sifat tanah di blok perkebunan terpilih, mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti untuk persiapan lahan, pengembangan bibit, dan keberhasilan perkebunan jangka panjang.

## **2. Bahan dan Metode**

### **Bahan**

- a. Sampel tanah di ambil dari berbagai lokasi di dalam areal perkebunan kelapa sawit di perkebunan lonsum. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman tanah yang berbeda, umumnya pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm, untuk menggambarkan variasi horison tanah dan menilai sifat fisik lapisan tanah.
- b. Jenis sampel tanah yang di analisis meliputi tanah mineral tak terganggu yang belum pernah terbakar, serta dari perkebunan kelapa sawit dengan beberapa siklus penanaman atau umur tanaman yang bervariasi. Varietas ini memungkinkan perbandingan antara tanah dengan riwayat penanaman dan tahap perkembangan kelapa sawit yang berbeda.
- c. Parameter yang di analisis pada karakteristik fisik tanah, meliputi: tekstur tanah (proporsi pasir dan lempung), kepadatan massa (berat kering tanah persatuan volume), porositas (persentase volume tanah yang ditempati oleh pori-pori), permeabilitas tanah (kecepatan pergerakan air melalui tanah), kandungan air tanah (jumlah air yang tertahan di dalam tanah), kandungan bahan organik (jumlah sisa-sisa tanaman dan hewan yang terurai), struktur tanah (susunan partikel dan agregat

tanah), warna tanah (yang dapat menunjukkan kondisi drainase dan kandungan organik).

Untuk menjaga homogenitas data dan mengurangi bias akibat gangguan sebelumnya, pengambilan sampel tanah dilakukan secara selektif dengan mempertimbangkan Riwayat penggunaan lahan. Areal yang menunjukkan tanda-tanda kebakaran sebelumnya, aktivitas intensif alat berat, atau pembukaan lahan baru dikecualikan dari Lokasi pengambilan sampel. Selain itu, siklus tanam sebelumnya juga dicatat untuk memastikan bahwa sampel diambil dari lahan dengan status penggunaan yang seragam, terutama dari blok yang telah mengalami beberapa siklus tanam kelapa sawit secara berkelanjutan. Dengan demikian, sampel yang diambil merepresentasikan kondisi tanah yang stabil, menghindari anomaly akibat gangguan antropogenik atau regenerasi vegetasi yang ekstrem.

### Metode

Penelitian yang dilakukan di area perkebunan PT. PP. London Sumatra Indonesia Tbk (Lonsum) di Tanjung Morawa, Sumatera Utara pada karakteristik fisik tanah, meliputi total ruang pori, berat jenis, dan berat jenis partikel, yang merupakan faktor-faktor kunci yang memengaruhi aerasi tanah dan kapasitas retensi air. Tekstur tanah menentukan kapasitas penyerapan dan drainase tanah, sedangkan kadar air mencerminkan ketersediaan air bagi tanaman. Selain itu, pH tanah menunjukkan tingkat keasaman, yang secara langsung memengaruhi penyerapan hara oleh akar kelapa sawit. Metodologi yang digunakan terdiri dari beberapa tahap terstruktur sebagai berikut: a) Survei Lapangan: Observasi langsung dilakukan di lokasi untuk mengumpulkan data primer mengenai kondisi fisik tanah dan lingkungan sekitarnya. Lokasi pengambilan sampel ditentukan menggunakan purposive random sampling atau pendekatan sistematis untuk memastikan keterwakilan di berbagai zona perkebunan; b) Pengambilan Sampel Tanah: Sampel tanah diambil dari lokasi yang telah ditentukan pada kedalaman tertentu, biasanya 0–20 cm dan 20–40 cm, untuk mengetahui sifat lapisan tanah atas dan bawah yang memengaruhi pertumbuhan kelapa sawit. Sampel dikemas dengan hati-hati dan diangkut ke laboratorium untuk analisis lebih lanjut; c) Analisis Laboratorium: Seperangkat parameter tanah yang komprehensif dianalisis, termasuk sifat fisik seperti tekstur tanah, porositas, permeabilitas, dan kerapatan massa. Karakteristik kimia seperti pH, kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), dan kadar hara makro (N, P, K, Ca, Mg) juga dinilai untuk memahami dinamika hara dalam tanah; d) Pengolahan Data: Data yang diperoleh dari survei lapangan dan uji laboratorium diolah menggunakan metode statistik deskriptif untuk mengevaluasi kondisi kualitas tanah. Sistem penilaian diterapkan pada setiap parameter untuk mengklasifikasikan kesehatan tanah ke dalam berbagai kategori, seperti sehat, cukup sehat, atau buruk, berdasarkan karakteristik yang diamati.



**Gambar 1.** Survei lapangan



**Gambar 2.** Pengambilan contoh tanah



**Gambar 3.** Analisis laboratorium

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pendekatan baru untuk menilai kinerja lingkungan dalam sistem pertanian, khususnya dalam budidaya kelapa sawit. Studi ini menyoroti pentingnya praktik pertanian berkelanjutan dalam meningkatkan ketahanan lingkungan sekaligus mendukung mata pencaharian pedesaan. Wawasan yang diperoleh dari penelitian ini dapat memberikan informasi kepada para pembuat kebijakan, layanan penyuluhan pertanian, dan petani kecil yang ingin mengadopsi strategi pengelolaan yang lebih baik. Lebih jauh, studi ini sejalan dengan upaya global untuk mengurangi jejak lingkungan dari produksi pertanian tanpa mengorbankan produktivitas (Martinez-Baron et al. 2024).

Tingkat kesuburan tanah sangat dinamis dan dapat berfluktuasi seiring berjalannya waktu. Salah satu parameter tanah utama yang dianalisis adalah kerapatan massa, yang didefinisikan sebagai rasio massa tanah kering terhadap volume totalnya, termasuk ruang pori, yang biasanya dinyatakan dalam  $\text{g/cm}^3$ . Sebaliknya, kerapatan partikel mengacu pada massa per satuan volume padatan tanah, tidak termasuk ruang pori. Kedua indikator tersebut sangat penting dalam mengevaluasi pemadatan tanah dan implikasinya terhadap perkembangan akar tanaman. Khususnya, lahan gambut tertentu di Indonesia telah dikonversi untuk budidaya kelapa sawit, yang berkontribusi terhadap perkiraan total luas perkebunan sekitar 15 juta hektar. Temuan dari perkebunan Lonsom di Sumatera Utara mengungkapkan bahwa ruang pori merupakan faktor dominan yang memengaruhi perilaku hidrolis tanah, melampaui sifat tanah berbasis agregat. Sistem pori tanah, yang terdiri dari rongga berisi udara atau air, secara langsung memengaruhi retensi air, aerasi, dan pertumbuhan tanaman.

Hubungan antara ruang pori dan kerapatan massa sangat penting dalam tanah perkebunan. Kerapatan massa yang lebih tinggi biasanya berkorelasi dengan pori yang lebih sedikit dan lebih kecil, yang membatasi infiltrasi air dan mengurangi ketersediaan oksigen untuk sistem akar. Kesuburan tanah mengacu pada kemampuan tanah untuk mendukung produksi pertanian, yang dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sebagai lingkungan bagi akar tanaman (Trisnawati 2022). Survei lapangan dan analisis laboratorium menunjukkan bahwa tanah dengan tekstur sedang dan kandungan bahan organik tinggi cenderung membentuk agregat yang stabil, sehingga meningkatkan porositas total. Sebaliknya, tanah padat seperti tanah liat atau tanah berpasir dengan kandungan organik rendah menunjukkan ruang pori yang terbatas, sehingga mengurangi kapasitas tanah untuk menahan dan mengalirkan udara dan air. Ini merupakan masalah kritis dalam ekosistem kelapa sawit di mana retensi nutrisi dan ketersediaan air secara signifikan memengaruhi produktivitas jangka panjang dan kesehatan tanah. Selain itu, kemampuan adaptasi mikrobiota tanah memainkan peran penting dalam siklus hara dan fungsi tanah secara keseluruhan (Li et al. 2021) melaporkan bahwa koloni mikroba dalam sistem perkebunan kelapa sawit mampu secara efisien mencegah dan memanfaatkan hara dari pupuk, yang membantu mengurangi pencucian hara ke air tanah. Fungsi mikroba ini terkait erat dengan sifat fisik tanah, terutama struktur pori dan ketersediaan air yang memengaruhi kesesuaian habitat mikroba dan aktivitas metabolisme. Interaksi antara struktur fisik tanah dan efisiensi mikroba dengan demikian menjadi landasan untuk merancang strategi pengelolaan hara yang efektif.

Sistem kelapa sawit petani kecil, yang menghasilkan sekitar 40% dari produksi minyak sawit global, menghadapi tantangan terus-menerus dalam menerapkan praktik pengelolaan hara dan tanah yang berkelanjutan. (Ali et al. 2024) menekankan bahwa akses terbatas ke sumber daya keuangan dan pengetahuan teknis sering kali menyebabkan praktik yang tidak optimal, degradasi tanah, dan penurunan produktivitas. Oleh karena itu, pendekatan evaluasi holistik diperlukan untuk meningkatkan keberlanjutan lingkungan dari sistem ini. Ini termasuk menilai efisiensi daur ulang hara, dampak kualitas air, jejak karbon, dan implikasi keanekaragaman hayati. Memahami hubungan antara sifat fisik tanah dan indikator ekologi yang lebih luas sangat penting untuk mengembangkan strategi praktis dan adaptif untuk pengelolaan tanah dan nutrisi berkelanjutan dalam budidaya minyak sawit. Kedalaman 0-20 cm dan Kedalaman 0-40 cm.

**Tabel 1.** Kedalaman 0-20 cm

Kedalaman 0-20 cm	
Total Ruang Pori	1,22
Bulk Density	38%
Partikel Density	1,96

**Tabel 2.** Kedalaman 0-40 cm

Kedalaman 0-40 cm	
Total Ruang Pori	1,3
Bulk Density	42%
Partikel Density	2,48

- a) Total Ruang Pori: 1,22, total ruang pori pada kedalaman ini cukup untuk mendukung sirkulasi udara dan retensi air. Porositas yang baik meningkatkan pertumbuhan akar dan mendukung aktivitas mikroba di dalam tanah.
- b) Bulk Density: 38%, hal ini menunjukkan bahwa tanah relatif gembur. Berat jenis yang lebih rendah berarti terdapat lebih banyak ruang antara partikel tanah, yang memungkinkan air dan udara bergerak bebas, kondisi ideal untuk perkembangan akar kelapa sawit.
- c) Particle Density: 1,96, nilai ini sedikit lebih rendah dari kerapatan partikel tanah mineral pada umumnya ( $\sim 2,65 \text{ g/cm}^3$ ), yang menunjukkan kandungan bahan organik yang lebih tinggi. Bahan organik membantu mempertahankan kelembapan tanah dan memperbaiki struktur tanah.
- d) Total Ruang pori: 1,3, ruang pori sedikit lebih tinggi daripada lapisan atas, yang menunjukkan bahwa struktur tanah tetap baik bahkan pada kedalaman yang lebih dalam. Namun, hal ini harus dikonfirmasi pada lebih banyak sampel untuk konsistensi.
- e) Bulk Density: 42%, nilai ini lebih tinggi daripada kedalaman 0–20 cm, yang menunjukkan lapisan tanah yang lebih padat. Hal ini wajar karena tanah yang lebih dalam mengalami pemadatan lebih banyak akibat beban di atasnya. Meskipun sedikit lebih padat, nilai ini masih dalam kisaran yang dapat diterima.
- f) Particle Density: 2,48, aartikel density pada kedalaman ini mendekati nilai rata-rata tanah mineral, yang menunjukkan bahwa kandungan bahan organik di lapangan ini lebih rendah dibandingkan lapisan atas.

Peningkatan kepadatan partikel dari  $1,96 \text{ g/cm}^3$  pada kedalaman 0-20 cm menjadi  $2,48 \text{ g/cm}^3$  pada kedalaman 20-40 cm mencerminkan penurunan kandungan bahan organik di lapisan bawah tanah. Bahan organik memiliki massa jenis yang jauh lebih rendah dibandingkan partikel mineral (umumnya  $< 1,5 \text{ g/cm}^3$ ), sehingga konsentrasi tinggi bahan organik pada lapisan atas akan menurunkan nilai kepadatan partikel secara keseluruhan. Sebaliknya, lapisan bawah yang lebih miskin bahan organik, namun kaya partikel mineral seperti silikat dan oksida besi/aluminium, akan menunjukkan nilai partikel density yang lebih tinggi. Penurunan bahan organik ini memiliki dampak penting terhadap infiltrasi air dan pernapasan akar. Tanah yang kaya bahan organik cenderung memiliki agregat yang lebih stabil dan pori-pori makro yang lebih banyak, meningkatkan kemampuan dalam menyerap dan menyimpan air. Ketika bahan organik menurun, struktur tanah menjadi lebih padat dan porositas menurun, menghambat pergerakan air dan mengurangi pasokan oksigen ke zona akar. Hal ini dapat membatasi pertumbuhan akar kelapa sawit dan mengurangi efisiensi penyerapan air serta nutrisi, terutama selama musim kering. Oleh karena itu, peningkatan partikel density di kedalaman 40 cm menjadi indikator penting bagi perlunya manajemen bahan organik, misalnya melalui penambahan kompos atau mulsa untuk menjaga Kesehatan tanah secara menyeluruh.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa karakteristik fisik tanah di area perkebunan kelapa sawit pada kedua kedalaman tersebut masih mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal. Keberadaan ruang pori dan kerapatan massa yang ideal memastikan pergerakan air dan udara yang baik di dalam tanah, yang sangat penting untuk perkembangan akar. Sementara itu, variasi kerapatan partikel antara kedua lapisan menunjukkan adanya perbedaan kandungan bahan organik, dengan lapisan atas kemungkinan mengandung lebih banyak bahan organik. Kondisi ini berperan penting dalam menjaga produktivitas jangka panjang dan menjaga kesehatan tanaman kelapa sawit dengan meningkatkan struktur tanah dan ketersediaan hara.

### **Tekstur Tanah**

Tekstur tanah dianggap sebagai sifat fisik dasar, yang menggambarkan distribusi relatif partikel tanah dengan ukuran berbeda, yaitu lempung, lanau, dan pasir. Sifat ini memiliki dampak besar pada berbagai perilaku tanah, termasuk retensi air, ketersediaan nutrisi, permeabilitas, dan penetrasi akar, sehingga menjadikannya faktor penting dalam mengevaluasi kesuburan tanah dan kesesuaian untuk budidaya tanaman (Alfajar, Yuniasih, and Santoso 2023). Dalam konteks perkebunan kelapa sawit seperti Lonsum, pemahaman yang akurat tentang tekstur tanah mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam persiapan lahan, perencanaan irigasi, dan pengelolaan nutrisi, terutama di area perkebunan yang heterogen. Metode tradisional untuk memantau tekstur tanah sangat bergantung pada pengambilan sampel berbasis lapangan, yang tidak hanya padat karya tetapi juga mahal dan memakan waktu. Keterbatasan ini membatasi skalabilitas dan efisiensi penilaian tanah di lanskap pertanian yang luas (Liu et al. 2020). Di perkebunan besar seperti Lonsum, yang mencakup area yang luas dengan karakteristik tanah yang bervariasi, ketergantungan pada pengambilan sampel lokal ini sering kali gagal menangkap variabilitas spasial yang lebih luas. Akibatnya, pendekatan yang lebih terintegrasi dan hemat biaya sangat penting untuk memantau dan mengelola tekstur tanah secara lebih komprehensif.

Teknologi penginderaan jarak jauh telah muncul sebagai alternatif yang berharga untuk pengambilan sampel tanah tradisional, membantu mengatasi keterbatasan seperti cakupan yang tidak lengkap dan perlunya periode pengamatan yang lama. Melalui pencitraan multispektral dan hiperspektral, data satelit sekarang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tekstur tanah di wilayah yang luas, menawarkan pemantauan yang lebih efisien dan berkelanjutan (Keshavarzi et al. 2022). Meskipun penelitian terkini di Lonsum masih menggunakan metode konvensional untuk analisis laboratorium, penggabungan penginderaan jarak jauh dalam penilaian di masa mendatang dapat meningkatkan keakuratan dan pemahaman spasial tentang distribusi tekstur tanah, yang mengarah pada peningkatan intervensi agronomi untuk budidaya kelapa sawit. Analisis sampel tanah dari Perkebunan Lonsum mengungkapkan bahwa lapisan permukaan, khususnya pada kedalaman 0–20 cm, termasuk dalam kategori lempung berpasir. Lapisan ini terdiri dari sekitar 56% pasir, 20% lanau, dan 24% lempung. Tekstur seperti itu memengaruhi fungsi utama tanah, termasuk aerasi dan retensi air, yang penting untuk mendukung perkembangan akar yang sehat dan penyerapan nutrisi dalam budidaya kelapa sawit. Pada tingkat yang lebih dalam, hingga 40 cm, tekstur tanah berubah menjadi lempung lempung berpasir, yang terdiri dari 50% pasir, 20% lanau, dan 24% lempung. Kombinasi partikel ini memengaruhi kemampuan tanah untuk mempertahankan kelembapan dan nutrisi, sehingga menyediakan lingkungan yang cukup seimbang bagi akar kelapa sawit untuk tumbuh subur. Keberadaan pasir meningkatkan drainase, sementara komponen lempung berkontribusi pada kapasitas menahan nutrisi, sehingga tekstur ini cocok untuk produktivitas perkebunan jangka panjang.

### pH Tanah

pH tanah merupakan faktor penting yang memengaruhi ketersediaan nutrisi, aktivitas mikroba, dan kesehatan tanah secara keseluruhan. Variasi kepadatan partikel dan kandungan bahan organik antar lapisan tanah berpotensi memengaruhi kadar pH, terutama di lapisan yang lebih dalam. Menurut (Lv et al. 2020), perbedaan ini dapat menyebabkan peningkatan keasaman atau alkalinitas, tergantung pada laju dekomposisi bahan organik dan proses pelindian. Menjaga pH yang seimbang sangat penting untuk penyerapan nutrisi dan fungsi akar yang optimal, terutama pada tanaman tahunan seperti kelapa sawit yang bergantung pada kesuburan tanah jangka panjang.

**Tabel 3.** Pengukuran pH tanah kedalaman 0-20cm

Kedalaman 0-20 cm	
Tanah + H <sub>2</sub> O 1:1	5,5
Tanah + H <sub>2</sub> O 1:2,5	5,8
Tanah + KCl 1N 1:2,5	4,2

**Tabel 4.** Pengukuran pH tanah kedalaman 0-40cm

Kedalaman 0-40 cm	
Tanah + H <sub>2</sub> O 1:1	5,9
Tanah + H <sub>2</sub> O 1:2,5	5,9
Tanah + KCl 1N 1:2,5	4,2

Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH tanah pada kedua kedalaman tersebut berada dalam kisaran asam (pH 4,2–5,9). Nilai pH yang diukur dengan ekstraksi air (H<sub>2</sub>O) cenderung lebih tinggi daripada yang diukur dengan ekstraksi KCl. Perbedaan ini umum terjadi, karena KCl cenderung menggantikan lebih banyak ion hidrogen dan aluminium yang

dapat dipertukarkan, sehingga menghasilkan pembacaan pH yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstraksi air. Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH tanah pada kedua kedalaman tersebut berada dalam kisaran asam (pH 4,2–5,9). Nilai pH yang diukur dengan ekstraksi air (H<sub>2</sub>O) cenderung lebih tinggi daripada yang diukur dengan ekstraksi KCl. Perbedaan ini umum terjadi, karena KCl cenderung menggantikan lebih banyak ion hidrogen dan aluminium yang dapat dipertukarkan, sehingga menghasilkan pembacaan pH yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstraksi air. Selain itu, tidak ada perbedaan nilai pH tanah yang signifikan antara kedalaman 0–20 cm dan 0–40 cm. Hal ini menunjukkan bahwa keasaman tanah relatif seragam dalam kisaran kedalaman ini. Tingkat pH yang konsisten menunjukkan bahwa praktik pengelolaan tanah atau karakteristik tanah alami tidak menyebabkan variasi keasaman yang nyata antara lapisan permukaan dan lapisan bawah permukaan.

### **Kadar Air Tanah**

Ketinggian air tanah merupakan faktor dinamis yang dapat membatasi potensi produktivitas perkebunan kelapa sawit. Ketersediaan kelembapan tanah, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman yang optimal, dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan indeks vegetasi dan indikator kekeringan. Selain itu, hal tersebut dapat dinilai melalui teknik interpolasi spasial. Di antara metode-metode ini, kandungan udara yang diinterpolasi telah menunjukkan korelasi yang kuat dengan tingkat kelembapan tanah yang sebenarnya, sehingga menjadikannya pendekatan yang sangat sesuai. Oleh karena itu, metode interpolasi direkomendasikan untuk memetakan distribusi air tanah di seluruh wilayah perkebunan kelapa sawit. Kadar air tanah juga diukur pada dua kedalaman: a) Kedalaman 0-20 cm = 0,28 (atau 28%); b) Ke Kedalaman 0-40 cm = 0,31 (atau 31%). Dari hasil yang didapatkan, Kadar air tanah meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Nilai ini menunjukkan bahwa tanah pada kedalaman 0–40 cm mampu menyimpan air lebih banyak dibandingkan lapisan atasnya.

## **4. Simpulan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di Perkebunan kelapa sawit PT. PP. London Sumatra Indonesia Tbk (Losum) memiliki karakteristik Fisik yang mendukung produktivitas jangka Panjang, seperti porositas yang baik, bulk density dalam kisaran optimal, serta kestabilan pH dan tekstur di dua kedalaman yang dianalisis (0-20 cm 20-40 cm). Kestabilan pH tanah yang relative asam namun konsisten pada dua lapisan memungkinkan pengembangan strategi pemupukan yang lebih terukur, seperti penyesuaian dosis dan frekuensi aplikasi kapur pertanian di area dengan kecenderungan asam ekstrem. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi serapan hara dan Kesehatan akar. Sementara itu, stabilitas tekstur tanah (lempung berpasir hingga pasir berlempung) mendukung desain system irigasi dan konservasi air berbasis zona. Area dengan tekstur lebih ringan dapat ditargetkan untuk praktik pengelolaan air tambahan, sementara area dengan retensi air tinggi dapat dioptimalkan untuk penanaman varietas dengan kebutuhan kelembapan tinggi. Dengan mengintegrasikan data pH dan tekstur tanah secara spasial system manajemen agribisnis Losum dapat menerapkan pendekatan site-specific management yang presisi. Strategi ini memungkinkan efisiensi input (pupuk, air. Dan tenaga kerja), peningkatan hasil panen, serta pelestarian lingkungan melalui pengurangan risiko degradasi tanah. Studi ini menekankan pentingnya pemetaan rinci dan analisis tanah periodic untuk mendukung

keberlanjutan dan produktivitas system Perkebunan modern.

Penelitian tentang karakteristik fisik tanah perkebunan kelapa sawit di PT. PP. London Sumatra Indonesia Tbk (Lonsum) di Tanjung Morawa, Sumatera Utara ini mengungkapkan bahwa kondisi fisik tanah secara umum mendukung pertumbuhan kelapa sawit yang optimal. Evaluasi tersebut meliputi pengukuran total ruang pori, berat jenis, berat jenis partikel, tekstur tanah, pH, dan kadar air tanah pada dua kedalaman (0-20 cm dan 0-40 cm). Temuan ini menunjukkan porositas yang baik untuk sirkulasi udara dan retensi air, dan tanah yang relatif gembur di permukaan yang menjadi sedikit lebih padat dengan kedalaman, namun tetap dalam kisaran yang dapat diterima. Kehadiran kandungan bahan organik yang lebih tinggi di lapisan tanah atas (seperti yang ditunjukkan oleh kepadatan partikel) semakin meningkatkan struktur tanah dan retensi kelembaban. Tekstur tanah lempung berpasir pada kedalaman 0-20 cm dan pasir lempung pada kedalaman 0-40 cm menyediakan lingkungan yang seimbang untuk perkembangan akar, mengoptimalkan drainase dan retensi nutrisi. Sementara tanah menunjukkan pH asam yang konsisten (4,2-5,9) pada kedua kedalaman, keseragaman ini menunjukkan kondisi stabil yang memerlukan pengelolaan yang tepat. Lebih jauh, peningkatan kadar air tanah dengan kedalaman menunjukkan retensi air yang lebih baik di lapisan yang lebih dalam. Secara keseluruhan, studi ini menegaskan bahwa sifat fisik tanah di Lonsum mendukung budidaya kelapa sawit yang sehat dan produktivitas jangka panjang. Pemahaman terperinci ini sangat penting untuk menerapkan praktik pengelolaan spesifik lokasi dan dapat memandu perbaikan di masa mendatang, berpotensi melalui integrasi teknologi penginderaan jarak jauh untuk analisis spasial yang lebih komprehensif. Tekstur tanah lempung berpasir pada kedalaman 0-20 cm dan pasir lempung pada kedalaman 0-40 cm menyediakan lingkungan yang seimbang untuk perkembangan akar, mengoptimalkan drainase dan retensi nutrisi. Sementara tanah menunjukkan pH asam yang konsisten (4,2-5,9) pada kedua kedalaman, keseragaman ini menunjukkan kondisi stabil yang memerlukan pengelolaan yang tepat. Lebih jauh, peningkatan kadar air tanah dengan kedalaman menunjukkan retensi air yang lebih baik di lapisan yang lebih dalam. Secara keseluruhan, studi ini menegaskan bahwa sifat fisik tanah di Lonsum mendukung budidaya kelapa sawit yang sehat dan produktivitas jangka panjang. Pemahaman terperinci ini sangat penting untuk menerapkan praktik pengelolaan spesifik lokasi dan dapat memandu perbaikan di masa mendatang, berpotensi melalui integrasi teknologi penginderaan jarak jauh untuk analisis spasial yang lebih komprehensif.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mahasiswa dengan NIM 2306090016 atas dukungan dan dorongan yang terus-menerus selama penyelesaian proyek ini. Kontribusi Anda sangat penting dalam membantu penulis menyelesaikan pekerjaan ini dengan sukses. Kami juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh anggota kelompok atas bantuan, kolaborasi, dan partisipasi aktif mereka yang berharga selama penelitian ini. Tanpa dukungan, diskusi yang bijaksana, dan komitmen bersama dari seluruh tim, penelitian ini tidak akan selesai dalam jangka waktu yang dijadwalkan. Selain itu, kami menyampaikan penghargaan kami kepada semua pihak yang menyediakan fasilitas dan informasi yang diperlukan yang sangat mendukung proses penelitian. Kami sangat berharap bahwa temuan penelitian ini dapat

memberikan kontribusi yang signifikan bagi kemajuan pengetahuan dan aplikasi praktis di bidang pertanian.

## 5. Referensi

- Alfajar, Aldi, Betti Yuniasih, and Tri Nugraha Budi Santoso. 2023. "Evaluasi Produksi Kelapa Sawit Berdasarkan Data Curah Hujan Dan Defisit Air." *Agroforetech* 1(01): 50–59.
- Ali, Awais, Genhua Niu, Joseph Masabni, Antonio Ferrante, and Giacomo Cocetta. 2024. "Integrated Nutrient Management of Fruits, Vegetables, and Crops through the Use of Biostimulants, Soilless Cultivation, and Traditional and Modern Approaches—A Mini Review." *Agriculture (Switzerland)* 14(8). doi:10.3390/agriculture14081330.
- de Castro, Gledson Luiz Salgado, Marcela Cristiane Ferreira Rêgo, Walter Vellasco Duarte Silvestre, Telma Fátima Vieira Batista, and Gisele Barata da Silva. 2020. "Açaí Palm Seedling Growth Promotion by Rhizobacteria Inoculation." *Brazilian Journal of Microbiology* 51(1): 205–16. doi:10.1007/s42770-019-00159-2.
- Keshavarzi, Ali, Miguel Ángel Sánchez del Árbol, Fuat Kaya, Yeboah Gyasi-Agyei, and Jesús Rodrigo-Comino. 2022. "Digital Mapping of Soil Texture Classes for Efficient Land Management in the Piedmont Plain of Iran." *Soil Use and Management* 38(4): 1705–35. doi:10.1111/sum.12833.
- Li, Krystal S., Van Zeghbroeck J, Qingchun Liu, and Shouan Zhang. 2021. "Isolating and Characterizing Phosphorus Solubilizing Bacteria From Rhizospheres of Native Plants Grown in Calcareous Soils." *Frontiers in Environmental Science* 9(December): 1–6. doi:10.3389/fenvs.2021.802563.
- Liu, Feng, Gan Lin Zhang, Xiaodong Song, Decheng Li, Yuguo Zhao, Jinling Yang, Huayong Wu, and Fei Yang. 2020. "High-Resolution and Three-Dimensional Mapping of Soil Texture of China." *Geoderma* 361(June 2019): 114061. doi:10.1016/j.geoderma.2019.114061.
- Lv, Haofeng, Yiming Zhao, Yafang Wang, Li Wan, Jingguo Wang, Klaus Butterbach-Bahl, and Shan Lin. 2020. "Conventional Flooding Irrigation and over Fertilization Drives Soil PH Decrease Not Only in the Top- but Also in Subsoil Layers in Solar Greenhouse Vegetable Production Systems." *Geoderma* 363(July 2019): 114156. doi:10.1016/j.geoderma.2019.114156.
- Maluin, Farhatun Najat, Mohd Zobir Hussein, and Abu Seman Idris. 2020. "An Overview of the Oil Palm Industry: Challenges and Some Emerging Opportunities for Nanotechnology Development." *Agronomy* 10(3). doi:10.3390/agronomy10030356.
- Martinez-Baron, Deissy, Marina Alarcón de Antón, Jesús David Martinez Salgado, and Andrea Estefanía Castellanos. 2024. "Climate-Smart Agriculture Reduces Capital-Based Livelihoods Vulnerability: Evidence from Latin America." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 8(July): 1–14. doi:10.3389/fsufs.2024.1363101.
- Murphy, Denis J., Kirstie Goggin, and R. Russell M. Paterson. 2021. "Oil Palm in the 2020s and beyond: Challenges and Solutions." *CABI Agriculture and Bioscience* 2(1): 1–22. doi:10.1186/s43170-021-00058-3.
- Olaniyi, Oladokun Nafiu, and Kenneth R. Szulczyk. 2020. "Estimating the Economic Damage and Treatment Cost of Basal Stem Rot Striking the Malaysian Oil Palms." *Forest Policy and Economics* 116(March): 102163. doi:10.1016/j.forpol.2020.102163.
- Perkebunan, Direktorat jendral. 2023. "O,Neeill, A." 2020(1): 1–10.
- Tow, Wai Kit, Asly Poh Tze Goh, Usha Sundralingam, Uma Devi Palanisamy, and Yasodha Sivasothy. 2021. "Flavonoid Composition and Pharmacological Properties of *Elaeis Guineensis* Jacq. Leaf Extracts: A Systematic Review." *Pharmaceuticals* 14(10): 1–20. doi:10.3390/ph14100961.
- Trisnawati, Agustina. 2022. "Analisis Status Kesuburan Tanah Pada Kebun Petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kabupaten Sikka." *Journal Locus Penelitian dan Pengabdian* 1(2): 68–80. doi:10.36418/locus.v1i2.11.
- Valente Lima, Josué, Ricardo Salles Tinôco, Fabio Lopes Olivares, Alessandra Jackeline Guedes de Moraes, Gilson Sanchez Chia, and Gisele Barata da Silva. 2020. "Hormonal Imbalance Triggered by Rhizobacteria Enhance Nutrient Use Efficiency and Biomass in Oil Palm." *Scientia Horticulturae* 264(January). doi:10.1016/j.scienta.2019.109161.