

RESPONS PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT TERHADAP APLIKASI *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DI *NURSERY* PT PP LONDON SUMATRA

MUHAMMAD RAFI WIJAYA



**TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PRODUKSI PERKEBUNAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini dinyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit terhadap Aplikasi *Palm Oil Mill Effluent* (POME) di *Nursery* PT PP London Sumatra” adalah karya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini dinyatakan bahwa hak cipta dari karya tulis ini dilimpahkan kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Rafi Wijaya
J0416221047

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MUHAMMAD RAFI WIJAYA. Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit terhadap Aplikasi *Palm Oil Mill Effluent* (POME) di *Nursery* PT PP London Sumatra. Dibimbing oleh MERRY GLORIA MELIALA dan ASDAR ISWATI.

Subsoil yang diperkaya POME dijadikan sebagai media tanam alternatif pada fase *main nursery* kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh berbagai dosis POME terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit dan sifat kimia tanah. Penelitian dilaksanakan di *Nursery* Mentari Kulim Estate, PT PP London Sumatra Indonesia Tbk. menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) satu faktor dengan enam taraf dosis POME, yaitu 0, 1, 1,5, 2, 2,5, dan 3 kg/*polybag*, masing-masing lima ulangan sehingga diperoleh 30 satuan percobaan. Aplikasi POME meningkatkan pH tanah, C-organik, N-total, dan P-total dibandingkan media tanam awal. Analisis ragam menunjukkan bahwa POME tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit, luas daun, jumlah daun, dan kehijauan daun, tetapi berpengaruh nyata terhadap diameter batang. Analisis regresi mengindikasikan titik respons optimum pada dosis sekitar 2 kg/*polybag*. Secara keseluruhan, aplikasi POME lebih efektif memperbaiki sifat kimia media tanam daripada meningkatkan pertumbuhan vegetatif selama periode pengamatan, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai amelioran pada pembibitan kelapa sawit.

Kata kunci: amelioran, c-organik, kesuburan tanah, pembibitan utama

ABSTRACT

MUHAMMAD RAFI WIJAYA. Growth Response of Oil Palm Seedlings to the Application of Palm Oil Mill Effluent (POME) at the Nursery of PT PP London Sumatra. Supervised by MERRY GLORIA MELIALA and ASDAR ISWATI.

Subsoil amended with palm oil mill effluent (POME) was evaluated as an alternative growing medium for oil palm main nurseries. This study aimed to evaluate the effects of different POME application rates on the growth of oil palm seedlings and the chemical properties of the soil. The experiment was conducted at the Mentari Kulim Estate Nursery, PT PP London Sumatra Indonesia Tbk. using a single-factor randomized complete block design (RCBD) with six POME application rates of 0, 1, 1.5, 2, 2.5, and 3 kg per polybag. Each treatment was replicated five times, resulting in 30 experimental units. POME application increased soil pH, soil organic carbon, total nitrogen, and total phosphorus compared with the initial planting medium. Analysis of variance showed that POME had no significant effects on seedling height, leaf area, leaf number, or leaf greenness, but significantly increased stem diameter. Regression analysis indicated an optimum response at approximately 2 kg per polybag. Overall, POME was more effective in improving the chemical properties of the planting medium than in promoting vegetative growth during the experimental period, indicating its potential as a soil amendment for oil palm nurseries.

Keywords: c-organic, main nursery, soil amendment, soil fertility



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



RESPONS PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT TERHADAP APLIKASI *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DI NURSERY PT PP LONDON SUMATRA

MUHAMMAD RAFI WIJAYA

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan

**TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PRODUKSI PERKEBUNAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada ujian Laporan Akhir: Iis Purnamawati, S.P., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Laporan Akhir : Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit terhadap Aplikasi *Palm Oil Mill Effluent* (POME) di Nursery PT PP London Sumatra

Nama : Muhammad Rafi Wijaya
NIM : J0416221047

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Merry Gloria Meliala, S.P., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Merry Gloria Meliala, S.P., M.Si.
NIP. 198810122019032020

Dekan:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 196607171992031003



Tanggal Ujian:
14 Juli 2026

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga Laporan Akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ialah pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit dengan judul “Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit terhadap Aplikasi *Palm Oil Mill Effluent* (POME) di *Nursery* PT PP London Sumatra”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Merry Gloria Meliala, S.P., M.Si. selaku ketua program Studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan serta dosen pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan fasilitas akademik, bimbingan, serta masukan berharga selama penyusunan laporan akhir ini.
2. Dr. Ir. Asdar Iswati, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, memberikan arahan, bimbingan, serta masukan berharga selama penyusunan laporan akhir ini.
3. Seluruh dosen program studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan yang telah memberikan dukungan selama penyusunan laporan akhir ini.
4. PT PP London Sumatra Indonesia Tbk. yang telah memberi kesempatan dan kepercayaan kepada penulis serta telah memberikan izin penelitian.
5. Orang tua penulis, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan Angkatan 59 yang telah memberikan dukungan dalam pembuatan laporan akhir ini.

Semoga laporan akhir ini bermanfaat untuk penulis sebagai pedoman pelaksanaan penelitian.

Bogor, Agustus 2026

Muhammad Rafi Wijaya

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Morfologi dan Klasifikasi Kelapa Sawit	3
2.2 Syarat Tumbuh Bibit Kelapa Sawit	3
2.3 Media Tanam	4
2.4 Karakteristik Bibit Kelapa Sawit dengan Pertumbuhan Stagnan	5
2.5 Palm Oil Mill Effluent (POME)	6
2.6 Pupuk Rock Phosphate	6
III METODE PENELITIAN	7
3.1 Tempat dan Waktu	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Rancangan Penelitian	7
3.4 Analisis Data	8
3.5 Teknik Pengumpulan Data	8
3.6 Persiapan Pelaksanaan Penelitian dan Pengumpulan Data	10
IV KEADAAN UMUM PERUSAHAAN	15
4.1 Sejarah Perusahaan	15
4.2 Letak Wilayah Administrasi Mentari Kulim <i>Estate</i>	15
4.3 Luas Areal Konsesi dan Luas Hak Guna Usaha	16
4.4 Produksi dan Produktivitas	16
4.5 Struktur Organisasi	17
V HASIL DAN PEMBAHASAN	18
5.1 Analisis Sampel Tanah	18
5.2 Uji Normalitas	20
5.3 Tinggi dan Diameter Bibit Kelapa Sawit	20
5.4 Luas Daun dan Jumlah Pelepah Bibit Kelapa Sawit	24
5.5 Korelasi Sifat Kimia Tanah terhadap Pertumbuhan Bibit	29
5.6 Korelasi Aplikasi POME terhadap Hijau Daun Bibit	31
5.7 Pembahasan Umum	34
VI SIMPULAN DAN SARAN	36
6.1 Simpulan	36
6.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39



DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan media tanam dan dosis POME	7
2	Luas dan jenis lahan di Mentari Kulim <i>Estate</i>	16
3	Total luas dan produktivitas kelapa sawit di Mentari Kulim <i>Estate</i>	16
4	Hasil uji laboratorium dan klasifikasi sifat kimia tanah media tanam	18
5	Hasil uji normalitas parameter vegetatif bibit kelapa sawit	20
6	Pertambahan tinggi dan <i>p-value</i> tinggi bibit kelapa sawit	20
7	Pertambahan diameter dan <i>p-value</i> diameter bibit kelapa sawit	21
8	Hasil uji lanjut parameter diameter bibit	22
9	Hasil uji parameter luas daun bibit kelapa sawit	24
10	Hasil uji parameter pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit	25
11	Standar pertumbuhan bibit kelapa sawit Lonsum	27
12	Hasil analisis sifat kimia tanah terhadap pertumbuhan bibit	30
13	Uji normalitas dan uji parameter indeks hijau daun bibit kelapa sawit	31
14	Koefisien korelasi dosis POME terhadap hijau daun bibit	32

DAFTAR GAMBAR

1	Denah percobaan	8
2	Pemilihan bibit percobaan	10
3	Pelabelan perlakuan pada bibit percobaan	11
4	Pengambilan dan pengayakan tanah untuk media tanam	11
5	Pengangkutan POME ke tempat percobaan	12
6	Media tanam yang sudah dicampur	12
7	Penimbangan media tanam untuk isi <i>polybag</i>	13
8	Pemindahan bibit percobaan ke <i>polybag</i> media tanam baru	13
9	Kegiatan	14
10	Peta wilayah Mentari Kulim <i>Estate</i> tahun 2022	15
11	Struktur organisasi Mentari Kulim <i>Estate</i>	17
12	Kadar	19
13	Regresi kuadratik dosis POME	23
14	Regresi dosis POME	26
15	Regresi kuadratik POME	32
16	Regresi kuadratik POME terhadap hijau daun bibit 10 MSA	33



DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi bibit kelapa sawit P3 pada 1, 4, 7 dan 10 MSA	39
2	Dokumentasi bibit kelapa sawit P0 pada 1, 4, 7 dan 10 MSA	40
3	Dokumentasi bibit kelapa sawit P1 pada 1, 4, 7 dan 10 MSA	41
4	Dokumentasi bibit kelapa sawit P2 pada 1, 4, 7 dan 10 MSA	42
5	Dokumentasi bibit kelapa sawit P4 pada 1, 4, 7 dan 10 MSA	43
6	Dokumentasi bibit kelapa sawit P5 pada 1, 4, 7 dan 10 MSA	44
7	Karakteristik sifat kimia tanah menurut LPT (1983)	45
8	Matriks korelasi sifat kimia tanah terhadap pertumbuhan bibit	46
9	Matriks korelasi dosis POME terhadap hijau daun bibit	47
10	Hasil uji laboratorium sampel tanah	48

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia, berkontribusi sebagai produsen *crude palm oil* (CPO) terbesar di dunia. Indonesia mengelola lahan seluas 16,83 juta ha dengan total produksi mencapai sekitar 50 juta ton per tahun (Ditjenbun 2025). Salah satu upaya yang direncanakan pemerintah untuk mempertahankan kapasitas produksi adalah pembukaan areal tanam baru dengan cara ekspansi area tanam yang juga merupakan rencana Kementerian Pertanian pada akhir tahun 2025 untuk membuka 600.000 ha lahan sawit baru (Firmansyah *et al.* 2025).

Perluasan areal perkebunan kelapa sawit turut meningkatkan kebutuhan media tanam untuk pembibitan, sementara ketersediaan tanah yang subur semakin terbatas. Keterbatasan ketersediaan tanah yang subur menyebabkan pemanfaatan tanah marjinal semakin banyak dipertimbangkan sebagai media tanam alternatif dalam pembibitan kelapa sawit. Tanah marjinal umumnya memiliki kendala berupa tingkat kemasaman yang tinggi, kandungan bahan organik dan unsur hara yang rendah, serta kapasitas tukar kation yang terbatas sehingga kurang mampu mendukung pertumbuhan bibit secara optimal (Li *et al.* 2022). Pembibitan memegang peranan penting dalam siklus budidaya kelapa sawit karena sangat menentukan kualitas bibit dari segi morfologi maupun fisiologi. Bibit yang sehat, seragam, dan unggul menjadi dasar utama untuk mendukung produktivitas tanaman pada masa menghasilkan. Kualitas media tanam menentukan keberhasilan pertumbuhan bibit kelapa sawit karena memengaruhi perkembangan akar, ketersediaan hara, dan efisiensi penyerapan air selama fase pembibitan (Manurung *et al.* 2024).

Topsoil, atau lapisan tanah atas yang kaya bahan organik digunakan sebagai media pembibitan kelapa sawit sehingga kesuburannya mendukung pertumbuhan bibit. Ketersediaan *topsoil* yang semakin terbatas menjadikan pertimbangan pada aspek konservasi lahan dengan media tanam lain sebagai alternatif, salah satunya pemanfaatan *subsoil* (Lubis *et al.* 2022). *Subsoil* merupakan lapisan tanah yang berada pada *horizon* B, umumnya terdapat pada kedalaman 30–60 cm, dan memiliki tekstur lempung atau liat (Pratamaningsih *et al.* 2023). *Subsoil* memiliki permasalahan laju infiltrasi yang rendah, ketersediaan unsur hara yang rendah dan reaksi pH cenderung masam.

Upaya dalam mengatasi kelemahan jenis tanah tersebut salah satunya dengan memberikan bahan organik berupa *palm oil mill effluent* (POME) yang mampu membuat pertumbuhan bibit kelapa sawit sebanding dengan media tanam *topsoil*. POME mengandung bahan organik dalam jumlah tinggi serta sejumlah unsur hara yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi alternatif untuk meningkatkan kualitas media tanam (Saputra *et al.* 2025). Aplikasi POME mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, khususnya melalui peningkatan stabilitas agregat (Ratnasari 2024). POME berperan sebagai sumber bahan organik yang dapat berfungsi sebagai perekat antarpartikel tanah, sehingga aerasi tanah menjadi baik, dapat meningkatkan daya ikat air tanah dan ketersediaan unsur hara yang cukup bagi bibit kelapa sawit.

Pengamatan di *nursery* Mentari Kulim *Estate* menunjukkan adanya bibit kelapa sawit berumur tujuh bulan yang mengalami pertumbuhan stagnan meskipun kegiatan pemeliharaan, seperti penyiraman dan pemupukan, telah mengikuti standar operasional perusahaan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa selain faktor pemeliharaan, kualitas media tanam juga berpotensi memengaruhi pertumbuhan bibit. Dugaan tersebut menjadi dasar dilakukannya evaluasi terhadap sifat kimia media tanam dan pemanfaatan POME sebagai amelioran untuk memperbaiki kondisi media tanam.

1.2 Tujuan

Beberapa tujuan dari kegiatan penelitian di *Nursery* MKE, PT PP London Sumatra Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh berbagai taraf dosis POME terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit.
2. Menganalisis perbandingan sifat kimia tanah sebelum dan setelah pemberian POME pada media tanam.

1.3 Hipotesis

1. Dosis POME berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit.
2. Pemberian POME mampu memperbaiki kondisi sifat kimia tanah di *nursery* dibandingkan dengan media tanam tanpa perlakuan.

1.4 Manfaat

1. Memberikan hasil yang dapat menjadi rekomendasi teknis mengenai dosis aplikasi POME yang aman dan efektif, serta solusi pengelolaan limbah berkonsep *zero waste*.
2. Menjadi salah satu usaha dari *sustainable development goals* (SDGs) dengan memanfaatkan kembali limbah POME ke dalam siklus produksi tanaman.
3. Menambah wawasan dan pemahaman mengenai teknik pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit sebagai sumber nutrisi alternatif bagi tanaman

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Klasifikasi Kelapa Sawit

Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah jenis tanaman industri yang termasuk keluarga Arecaceae. Tanaman kelapa sawit berasal dari Afrika Barat dan pertama kali masuk ke Indonesia pada tahun 1848. Kelapa sawit memiliki organ vegetatif berupa daun majemuk sejajar, batang tunggal, dan akar berserabut, sedangkan organ produktifnya berupa bunga (Corley and Tinker 2016). Secara biologi tanaman kelapa sawit memiliki klasifikasi taksonomi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Embryophyta
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Monocotyledonae
Famili	: Aracaceae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.

2.2 Syarat Tumbuh Bibit Kelapa Sawit

Pertumbuhan bibit kelapa sawit dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik eksternal (lingkungan) maupun internal atau tanaman itu sendiri. Faktor-faktor ini dapat dikelompokkan ke dalam aspek teknis, lingkungan, dan pertanian. Faktor tersebut saling berkaitan dan memengaruhi pertumbuhan serta aktivitas fisiologis kelapa sawit. Faktor eksternal yang paling signifikan adalah lingkungan, khususnya iklim. Faktor iklim memegang peranan krusial dalam pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Tanaman ini tumbuh subur di daerah beriklim tropis, yaitu antara 12 derajat lintang utara dan selatan, pada ketinggian 0–500 m di atas permukaan laut (dpl). Beberapa faktor iklim penting yang memengaruhi kelapa sawit meliputi curah hujan, intensitas sinar matahari, suhu, kelembaban, dan angin (Prasetyo dan Sumaryanto 2024).

Sinar matahari berperan dalam fotosintesis, pembentukan bunga, dan buah, dengan kebutuhan optimal 5–7 jam per hari. Kekurangan penyinaran yang sering terjadi di beberapa wilayah seperti Riau, Jambi, dan Sumatera Selatan dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan penyakit (Prasetyo *et al.* 2024). Suhu ideal untuk kelapa sawit 24–28 °C, meskipun tanaman masih dapat bertahan pada 18–32 °C. Suhu dipengaruhi oleh lama penyinaran dan ketinggian, suhu yang lebih tinggi cenderung ditemukan pada lokasi dengan penyinaran lebih lama atau dataran rendah (Azis 2024). Tanaman kelapa sawit pada ketinggian lebih dari 500 m di atas permukaan laut dapat menunda pembungaan hingga satu tahun (Prasetyo *et al.* 2024). Curah hujan yang ideal bagi tanaman kelapa sawit 2.000–2.500 mm/tahun yang tersebar merata. Curah hujan tinggi tidak berdampak negatif asalkan didukung drainase dan penyinaran matahari yang memadai (CIRAD 2010). Tanaman kelapa sawit membutuhkan kondisi tanah yang gembur, subur, datar, memiliki drainase baik, serta kedalaman solum minimal 80 cm yang biasanya didapatkan pada lahan tanah mineral. Tingkat keasaman (pH) tanah yang ideal untuk budidaya kelapa sawit 5,0–5,5. Kelapa sawit juga dapat tumbuh pada tanah gambut yang tebalnya kurang dari 3 m, tingkat kematangannya *saprik* dan *hemik* dengan kategori eutropik

dan bahan induk di bawah gambut bukanlah pasir kuarsa atau tanah sulfat masam (Ratnasari 2024).

2.3 Media Tanam

Pertumbuhan bibit yang optimal sangat dipengaruhi oleh media tanam yang mampu memenuhi tiga kebutuhan utama tanaman, yaitu penyediaan air, ketersediaan unsur hara dan aerasi tanah yang memadai. Tanah yang ideal digunakan sebagai media tanam adalah lapisan tanah atas (*topsoil*) (De la Peña 2024). *Topsoil* umumnya lebih subur karena mengandung bahan organik tinggi dengan struktur yang remah dan gembur, sehingga ketersediaan unsur hara tanaman tercukupi. Ketersediaan *topsoil* terbatas hanya sampai kedalaman sekitar 30 cm dari permukaan tanah, sehingga diperlukan alternatif media tanam yang memiliki karakteristik mendekati *topsoil*, yaitu lapisan tanah bawah (De la Peña 2024). *Subsoil* berada pada horizon B dengan kedalaman 30–60 cm, memiliki struktur yang relatif lebih padat, namun tetap mampu mendukung perkembangan akar tanaman secara normal, sehingga berpotensi digunakan sebagai media tanam alternatif dalam budidaya kelapa sawit apabila dikelola dengan teknik pengolahan tanah yang tepat (Tandiono 2025).

2.3.1 Lapisan Tanah Bawah (*Subsoil*)

Tanah *subsoil* dikategorikan sebagai salah satu jenis tanah marjinal, sehingga sering menjadi alternatif pada saat ketersediaan *topsoil* terbatas, terutama untuk sumber media tanam bibit kelapa sawit. Tanah di dataran Sumatera rata-rata berupa tanah yang bereaksi masam karena mengalami pencucian yang intensif, kejenuhan Al (*aluminium*) tinggi, kejenuhan basa rendah, permeabilitas rendah, stabilitas agregat rendah, dan bahan organik rendah (Pratamaningsih *et al.* 2023). *Subsoil* pada umumnya memiliki kandungan N-total dan P-total yang rendah dibandingkan lapisan *topsoil*. Minimnya akumulasi bahan organik pada lapisan bawah tanah, menyebabkan proses mineralisasi yang menghasilkan N dan ketersediaan P menjadi terbatas (Marschner 2012).

Rendahnya akumulasi bahan organik menyebabkan proses mineralisasi berlangsung lebih lambat sehingga ketersediaan unsur hara menjadi rendah. Dominasi mineral liat serta oksida Fe dan Al pada tanah masam meningkatkan fiksasi fosfor dan menurunkan kapasitas tukar kation, sehingga kemampuan tanah menahan hara menjadi terbatas. Rendahnya nilai kapasitas tukar kation (KTK) pada *subsoil* membatasi retensi kation esensial sehingga mempercepat pencucian hara ke lapisan yang lebih dalam (Brady and Weil 2016). KTK dipengaruhi oleh tekstur tanah, kadar bahan organik, dan jenis mineral liat. Kandungan bahan organik dan jenis liat memengaruhi KTK tanah dan pH tanah juga berperan, terutama di lingkungan tropis, melalui muatan variabel yang bergantung pada pH (Brady and Weil 2016). KTK pada lapisan tanah bawah (*subsoil*) ditentukan oleh kelimpahan dan jenis mineral liat serta keberadaan oksida besi dan aluminium, berbeda dengan lapisan atas (*topsoil*) yang didominasi oleh peran bahan organik (Brady and Weil 2016).

Kandungan C-organik pada lahan *subsoil* juga dipengaruhi oleh tanaman yang tumbuh di permukaan tanahnya. Serasah atau bagian tanaman yang terdekomposisi akan meningkatkan kandungan C-organik dalam tanah.

Penyebab degradasi bahan organik dan C-organik adalah tidak adanya pemanfaatan bahan organik atau pengembalian bahan organik pada tanaman (Marschner 2012).

Reaksi tanah pada lapisan *subsoil* memiliki pH sangat masam (3,8–5,0) akibat pencucian intensif dan hilangnya kation basa. Keasaman ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk bahan organik tanah yang bersifat masam, hal tersebut seperti pada tanah *ultisol* yang tersebar luas di Indonesia, termasuk dataran Sumatera (Pratamaningsih *et al.* 2023).

2.3.2 Pasir

Pasir adalah material *granular* alami yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pendukung untuk media tanam. Pencampuran pasir dengan tanah diketahui mampu mengubah sifat lempung, tingkat pemadatan, kekuatan, serta permeabilitas (konduktivitas hidrolis kalium) dari campuran yang terbentuk (Alnmr 2021). Aplikasi bahan organik juga diperlukan pada media tanam dengan campuran pasir agar mampu menutupi keterbatasan pasir yang memiliki kapasitas menahan air rendah, kandungan hara terbatas, serta ikatan antarpartikel yang lemah (Alnmr 2021).

2.4 Karakteristik Bibit Kelapa Sawit dengan Pertumbuhan Stagnan

Pertumbuhan bibit kelapa sawit pada fase pembibitan dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi lingkungan, dan ketersediaan unsur hara. Ketidakseimbangan salah satu faktor tersebut dapat menghambat pertumbuhan sehingga bibit berkembang lebih lambat dibandingkan bibit normal pada umur yang sama. Kondisi tersebut dikenal sebagai *stunted seedlings* atau bibit dengan pertumbuhan stagnan. Bibit yang mengalami pertumbuhan stagnan umumnya memiliki tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan luas daun yang lebih rendah dibandingkan standar pertumbuhan sesuai umurnya. Pedoman CIRAD (2010); ASDCR (2021) menjelaskan bahwa bibit dengan pertumbuhan seragam dan vigor tinggi memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik setelah dipindahkan ke lapangan. Bibit dengan vigor rendah cenderung memperlihatkan pertumbuhan vegetatif yang kurang optimal dan berpotensi menghasilkan pertumbuhan awal yang lebih lambat.

Pertumbuhan stagnan pada bibit kelapa sawit merupakan hasil interaksi berbagai faktor selama proses pembibitan, bukan akibat satu faktor tunggal. Kualitas media tanam, perkembangan sistem perakaran, ketersediaan air, keseimbangan unsur hara, intensitas cahaya, dan kondisi fisiologis tanaman merupakan komponen yang saling memengaruhi keberhasilan pertumbuhan bibit sebagaimana dijelaskan dalam CIRAD (2010); ASDCR (2021). Bibit yang tumbuh lambat tidak selalu mengalami kelainan genetik, tetapi dapat menunjukkan respons terhadap lingkungan tumbuh yang kurang mendukung. Kondisi tersebut menyebabkan aktivitas fisiologis tanaman tidak berlangsung secara optimal sehingga pertumbuhan vegetatif menjadi terhambat.

Media tanam berfungsi sebagai tempat berkembangnya sistem perakaran sekaligus penyedia air dan unsur hara bagi tanaman. Media yang memiliki tingkat kemasaman tinggi, kandungan bahan organik rendah, atau ketersediaan unsur hara yang terbatas dapat menghambat perkembangan akar. De la Peña *et al.* (2024) melaporkan bahwa keterbatasan nitrogen menurunkan panjang akar, luas permukaan akar, volume akar, dan biomassa akar pada bibit kelapa sawit.

Penurunan perkembangan sistem perakaran tersebut diikuti oleh berkurangnya pembentukan daun dan pertumbuhan tajuk. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas media tanam, perkembangan akar, serta ketersediaan nitrogen (N) dan fosfor (P) memiliki hubungan yang erat dalam menentukan vigor dan pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit.

Bibit kelapa sawit yang siap dipindahkan ke lapangan harus memenuhi kriteria pertumbuhan sesuai umur tanaman, meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan perkembangan pelepah (BLRS 2018). Bibit yang berada di bawah kisaran standar tersebut menunjukkan vigor yang lebih rendah sehingga perlu dievaluasi untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang membatasi pertumbuhannya.

2.5 Palm Oil Mill Effluent (POME)

Pengolahan POME di Indonesia menggunakan sistem kolam terbuka. Sistem ini melalui empat kolam yaitu kolam lemak (*fat pit*), kolam pendinginan (*cooling pond*), kolam pembusukan (*anaerobic pond*) dan kolam pematangan limbah (*maturity pond*) (Ratnasari 2024).

POME memiliki kandungan nutrisi yang penting bagi pertumbuhan tanaman. POME kaya akan senyawa organik dan mengandung unsur hara makro seperti nitrogen, fosfat, kalsium, magnesium, dan kalium, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Elaine *et al.* 2026). POME yang terdekomposisi di dalam tanah, mikroorganisme akan bekerja dan menghasilkan berbagai asam organik. Kandungan hara tersebut sangat dibutuhkan pada lahan marginal. Lahan dengan kondisi tersebut umumnya memiliki ketersediaan hara makro yang rendah, terutama N, P, K, Na, dan Ca, disertai tingkat kemasaman tanah (pH) dan kapasitas tukar kation (KTK) yang juga rendah, serta berkurangnya populasi flora, fauna, dan mikroorganisme tanah (Xia *et al.* 2024).

2.6 Pupuk Rock Phosphate

Pupuk *rock phosphate* merupakan salah satu jenis pupuk yang memiliki kandungan fosfor (P) cukup tinggi, yaitu sekitar 29% dalam bentuk P_2O_5 . Fosfor termasuk unsur hara makro esensial yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, namun ketersediaannya di dalam tanah umumnya lebih rendah dibandingkan nitrogen (N) dan kalium (K). Pemberian fosfor pada tanaman berperan dalam mempercepat perkembangan morfologi, terutama pembentukan akar pada fase awal pertumbuhan, selain itu unsur hara fosfor juga mendukung jika terbantu dengan adanya ketersediaan bahan organik yang dihasilkan oleh POME dalam media tanam (Manikandan *et al.* 2026). Fosfor akan lebih cepat tersedia dalam media tanam untuk proses respirasi akar, merangsang pertumbuhan vegetatif dan generatif, mempercepat pembungaan, serta meningkatkan pematangan biji dan buah (Manikandan *et al.* 2026).

Kekurangan fosfor dalam tanah dapat menimbulkan dampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Defisiensi unsur ini ditandai dengan pertumbuhan yang lambat, tanaman menjadi kerdil dan lemah, serta munculnya perubahan warna ungu pada daun tua. Gejala tersebut terjadi karena fosfor termasuk unsur hara yang bersifat *mobile* sehingga defisiensinya lebih dahulu terlihat pada daun tua (Taiz *et al.* 2018).

III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada 4 September 2025 sampai 4 Desember 2025 di Mentari Kulim Estate, PT PP London Sumatra Indonesia Tbk, Kecamatan Muara Lakitan, Kabupaten Musi Rawas Utara, Provinsi Sumatera Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama proses penelitian yaitu, *polybag* ukuran 51 cm x 38 cm ketebalan 0,18 mm, angkong, pisau, meteran, penggaris, jangka sorong, gembor, timbangan, ayakan tanah, sekop, cangkul, ember kecil, kamera ponsel, aplikasi *petiole pro*, tali, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu POME yang sudah terdekomposisi secara *anaerob* (endapan POME kering dari *trenches*), pupuk RP, *subsoil* dari kedalaman 20–50 cm dan Bibit yang digunakan adalah varietas BL-7 yang mengalami pertumbuhan stagnan umur kronologis tujuh bulan, dengan kondisi awal yang relatif seragam sehingga masih layak digunakan sebagai bahan penelitian untuk mengevaluasi respons terhadap aplikasi POME.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rancangan kelompok lengkap teracak (RKLK) satu faktor, yaitu faktor dosis POME pada media tanam diberi simbol (P). Perlakuan diulang sebanyak 5 kali, sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 1 bibit sehingga jumlah bibit yang dibutuhkan yaitu sebanyak 30 bibit. terdapat pada Kebutuhan media tanam dan dosis POME Tabel 1 dan Denah percobaan terdapat pada Gambar 1.

Tabel 1 Kebutuhan media tanam dan dosis POME

Perlakuan	Ulangan	Tanah/ <i>polybag</i> (kg)	Pasir/ <i>polybag</i> (kg)	POME/ <i>polybag</i> (kg)
P0 (0%)	5	16	4	0
P1 (5%)	5	15	4	1
P2 (7,5%)	5	14,5	4	1,5
P3 (10%)	5	14	4	2
P4 (12,5%)	5	13,5	4	2,5
P5 30%)	5	13	4	3
Total	30	430	120	50

Hasil uji dari data parameter pengamatan bibit kelapa sawit (tinggi, diameter, luas daun, jumlah daun) selama 10 MSA, kehijauan daun serta hasil laboratorium sampel tanah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan yang dijadikan sebagai kontrol (P0) yaitu media tanam dengan *subsoil* tanpa POME dengan SOP perusahaan berupa pemberian pupuk *rock phosphate* sebanyak 60 g/*polybag*, sehingga didapatkan total bobot *polybag* ± 20 kg. Taraf perlakuan percobaan berupa

media tanam *subsoil* dengan kombinasi POME masing-masing tiap perlakuan sebanyak 1 kg, 1,5 kg, 2 kg, 2,5 kg, dan 3 kg, serta pemberian pupuk *rock phosphate* sesuai SOP perusahaan sebanyak 60 g/polybag.

UI1	UI2	UI3	UI4	UI5
P 3	P 1	P 4	P 3	P 2
P 5	P 4	P 2	P 2	P 1
P 1	P 2	P 3	P 1	P 0
P 4	P 0	P 5	P 0	P 5
P 0	P 5	P 0	P 4	P 3
P 2	P 3	P 1	P 5	P 4

Gambar 1 Denah percobaan

Pupuk *rock phosphate* diberikan secara seragam sebanyak 60 g/polybag pada seluruh perlakuan termasuk kontrol sesuai SOP perusahaan sehingga tidak berfungsi sebagai faktor perlakuan, melainkan sebagai kondisi dasar media tanam yang sama pada seluruh unit percobaan.

3.4 Analisis Data

Data pengamatan vegetatif bibit kelapa sawit, sampel tanah media tanam untuk mengetahui kandungan sifat kimia tanah, pengaruh POME terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Data kemudian diuji dengan menggunakan model linier aditif dalam tabel *analysis of variance* (ANOVA), untuk menunjukkan perbedaan nyata antara rata-rata perlakuan. Model linier aditif pada rancangan kelompok lengkap teracak (RKLTL) satu faktor (Steel and Torrie 1980):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} : Nilai pengamatan pada perlakuan ke- i di kelompok ke- j
 μ : Rataan umum.
 τ_i : Pengaruh perlakuan dosis POME ke- i (0, 1, 2, 3, 4, 5)
 β_j : Pengaruh kelompok (blok) ke- j (1, 2, 3, 4, 5)
 ϵ_{ij} : Galat percobaan

Data selanjutnya diuji lanjut menggunakan uji *Dunnnett* dengan tujuan membandingkan semua perlakuan terhadap kontrol (P0) dan melakukan uji regresi untuk menganalisis perlakuan yang paling baik.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dari penelitian yaitu data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengamatan terhadap respons vegetatif bibit kelapa sawit selama 10 MSA dan pengambilan sampel tanah setiap *polybag* percobaan pada saat sebelum perlakuan POME dan sesudah aplikasi POME di akhir pengamatan (10 MSA).

3.5.1 Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dari pengukuran dan pengamatan parameter vegetatif bibit kelapa sawit, kehijauan daun bibit kelapa sawit dan sampel tanah media tanam. Data disimpan dalam *software microsoft excel* dan dokumentasi visual. Data yang dikumpulkan meliputi:

- a. Tinggi bibit (cm)
Pengukuran tinggi dilakukan setiap minggu pada semua bibit. Pengukuran tinggi bibit menggunakan penggaris dengan panjang 100 cm. Bibit diukur mulai dari pangkal batang sampai ujung daun terpanjang dikuncupkan ke atas.
- b. Diameter batang (cm)
Pengukuran diameter batang dilakukan setiap minggu pada semua bibit menggunakan jangka sorong *digital* dengan ketelitian 0,05 mm. Lingkaran batang diukur pada bonggol di atas leher akar.
- c. Indeks luas daun (cm²)
Pengukuran luas daun dilakukan pada semua bibit percobaan setiap minggu pada salah satu daun yang ditandai. Pengukuran tinggi bibit dilakukan dengan cara menjulurkan daun bibit kelapa sawit ke atas, kemudian diukur panjangnya dari pangkal daun hingga ujung daun. Lebar daun diukur dari ujung kiri hingga ujung kanan daun pada sisi daun terlebar menggunakan penggaris panjang 100 cm. Penjumlahan didapatkan dari hasil panjang x lebar x nilai konstanta bentuk daun dengan nilai 0,52 (Febrianto 2019).
- d. Jumlah pelepah
Penghitungan jumlah daun yang tumbuh dilakukan setiap minggu pada semua bibit percobaan. Daun yang dihitung berupa kuncup dan daun yang sudah membuka sempurna.
- e. Indeks kehijauan daun
Pengukuran kehijauan daun dilakukan setiap minggu pada semua bibit menggunakan aplikasi *petiole pro* pada aplikasi *android*. Setiap bibit difoto menggunakan *smartphone* dan menganalisis rata-rata kehijauan dari hasil tiga kali analisis daun.
- f. Analisis tanah
Analisis tanah yang terdiri dari beberapa parameter di antaranya, N-total, P-total, pH dan C-organik dilakukan dengan cara mengompositkan tanah. Sampel tanah kemudian dikirimkan ke laboratorium riset milik London Sumatra, *tepatnya* di BLRS (Bah Lias Research Station), Medan. Analisis tanah dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu:
 1. Media tanam sebelum diberikan perlakuan POME.
 2. Media tanam setelah diberikan perlakuan POME pada minggu terakhir pengamatan atau 10 MSA.
 Pemupukan lanjutan selama penelitian diberikan secara seragam pada seluruh unit *percobaan* sesuai standar operasional perusahaan sehingga tidak menjadi sumber keragaman antarperlakuan dan tidak memengaruhi validitas perbandingan dosis POME.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber yang di lapangan serta studi pustaka yang telah dipelajari. Data sekunder yang diperoleh meliputi data kondisi areal pembibitan, luas lahan pembibitan, jumlah bibit, data kondisi tanah, data struktur organisasi dan jumlah tenaga kerja.

3.6 Persiapan Pelaksanaan Penelitian dan Pengumpulan Data

3.6.1 Persiapan Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi tahap pembuatan denah percobaan, persiapan alat dan bahan, proses pemilihan bibit, pemberian label, pengambilan media tanam tanah dan pasir, pengambilan POME, aplikasi pupuk *rock phosphate*, pencampuran media tanam, pengisian *polybag*, *transplanting* bibit, perawatan tanaman, proses pengamatan, dan analisis data:

a. Pembuatan denah percobaan

Pembuatan denah percobaan dilakukan sesuai rancangan percobaan. Rancangan yang digunakan yaitu rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) satu faktor. Taraf percobaan dibagi menjadi enam unit kelompok ulangan dengan masing-masing 5 perlakuan. Setiap kelompok percobaan terdiri dari 5 ulangan. Penempatan ulangan dilakukan secara acak menggunakan *random digit* pada Tabel A.1 buku Steel and Torrie. Langkah-langkah pengacakan untuk menentukan posisi perlakuan dengan memberi kode untuk setiap taraf perlakuan.

1. P0 (dosis POME 0%)
2. P1 (dosis POME 5%)
3. P2 (dosis POME 7,5%)
4. P3 (dosis POME 10%)
5. P4 (dosis POME 12,5%)
6. P5 (dosis POME 30%)

b. Pemilihan bibit

Bibit kelapa sawit yang digunakan yaitu varietas DxP BL-7 dari pembibitan inti atau *central nursery* PT PP London Sumatra Indonesia Tbk. yang sudah berumur 7 bulan, kemudian dipilih sesuai standar vegetatif bibit dari panduan perusahaan (Buku panduan *Nursery* BLRS Lonsum) agar unit percobaan seragam atau homogen.



Gambar 2 Pemilihan bibit percobaan

Bibit yang sudah dipilih disusun pada petak percobaan sesuai hasil pengacakan dan dilakukan pemeriksaan kondisi awal untuk memastikan setiap bibit berada dalam keadaan sehat, bebas dari gejala serangan hama maupun penyakit, serta memiliki kondisi pertumbuhan yang relatif seragam.

c. Pemberian label

Pemasangan label berfungsi sebagai penanda dari setiap kelompok perlakuan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan label berupa bilah kayu yang diberi kode kombinasi perlakuan.



Gambar 3 Pelabelan perlakuan pada bibit percobaan

d. Pengambilan media tanam tanah

Lapisan tanah yang digunakan sebagai media tanam yaitu lapisan tanah *subsoil* dengan kedalaman pengambilan 20–50 cm, di area divisi 2, Mentari Kulim Estate, Muara Rupit Location, PT PP London Sumatra Indonesia Tbk.



Gambar 4 Pengambilan dan pengayakan tanah untuk media tanam

e. Pengambilan POME

POME yang digunakan sebagai kombinasi media tanam yaitu lapisan POME yang sudah terdekomposisi dan mengering pada kolam terbuka di Divisi 3, Sei Lakitan *Estate* (SLE), dengan kedalaman lapisan 0–20 cm



Gambar 5 Pengangkutan POME ke tempat percobaan

f. Pencampuran media tanam

Bahan kombinasi *subsoil*, POME dan pupuk *rock phosphate* yang sudah dikalibrasi *menggunakan* ember dicampur sesuai dengan dosis perlakuan yang telah ditetapkan dengan berat total masing-masing *polybag* 20 kg. Media tanam dicampur dengan pasir dengan perbandingan, total media tanam: pasir = 4 : 1 dilakukan secara manual supaya merata.



Gambar 6 Media tanam yang sudah dicampur

g. Pengisian media tanam pada polybag

Media tanam *subsoil* yang sudah dicampur dengan POME, pasir dan pupuk *rock phosphate*, diisi ke dalam *polybag* ukuran tinggi 51 cm x lebar 38 cm x tebal 0,18 mm. Setiap *polybag* yang sudah diisi selanjutnya disusun sesuai denah percobaan.



Gambar 7 Penimbangan media tanam untuk isi *polybag*

h. Pemindahan bibit kelapa sawit

Pemindahan bibit dari *polybag* sebelumnya ke *polybag* percobaan yang sudah diisi dengan media *tanam* baru dan sesuai dengan kombinasi tiap perlakuan.



Gambar 8 Pemindahan bibit percobaan ke *polybag* media tanam baru

i. Perawatan dan pengamatan

Perawatan pada unit percobaan berupa penyiangan gulma, penyiraman dan pemupukan sesuai jadwal dan dosis pemupukan dari Perusahaan. Pengamatan sampel unit percobaan dilakukan setiap seminggu sekali pada bibit sampel yang sudah ditentukan.



Gambar 9 Kegiatan (A) Pengamatan bibit percobaan; (B) Perawatan bibit percobaan

Musi Rawas Utara. Terdapat beberapa *estate* yang menjadi bagian dari MRL (Muara Rupit *Location*), di antaranya yaitu: Mentari Kulim *Estate*, Riam Indah *Estate*, Sei Gemang *Estate*, Sei Lakitan *Estate*, Pering Permai *Estate*, Gunung Bais *Estate*, dan Kelingi Lestari *Estate*. Mentari Kulim *Estate* secara geografis berada di antara 2,44'00–2,4'00"0 LS dan 103,8'0–103,12'0 BT. Mentari Mulim *Estate* terletak di Desa Mandiangin, Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Sumatera Selatan.

4.3 Luas Areal Konsesi dan Luas Hak Guna Usaha

Mentari Kulim *Estate* memiliki 5 divisi. Setiap divisi terdiri atas masing-masing kompleks dan tahun tanam yang berbeda. Luas areal dan luas divisi Mentari Kulim *Estate* (Tabel 2).

Tabel 2 Luas dan jenis lahan di Mentari Kulim *Estate*

Divisi	Mature (ha)	Immature (ha)	Nursery (ha)	Total (ha)
2	154,65	342,04		496,69
3		287,64		287,64
4	198,00	3,15		201,15
5	245,27	52,31		297,58
Nursery			21,52	21,52
Total				1.304,58

Sumber: *Estate Mentari Kulim* tahun 2025

4.4 Produksi dan Produktivitas

Tanaman kelapa sawit yang dibudidayakan di Mentari Kulim *Estate* adalah varietas *tenera* yang merupakan hasil persilangan antara *dura* dan *psifera*. Varietas *tenera* memiliki ketebalan cangkang yang sedang dan dapat menghasilkan rendemen minyak yang tinggi. Varietas yang ditanam pada Mentari Kulim *Estate* yaitu BL-7 dan BL-1. Varietas BL (Bah Lias) merupakan jenis kecambah yang di dikembangkan oleh Bah Lias *Research Station* (BLRS).

Jarak tanam yang digunakan oleh Mentari Kulim *Estate* adalah 9m x 9m x 9m dengan jarak antar baris 7,79m dengan populasi $\pm$ 143 tanaman/ha. Data total luas lahan dan rata-rata produktivitas TBS Mentari Kulim *Estate* 6 tahun terakhir (Tabel 3).

Tabel 3 Total luas dan produktivitas kelapa sawit di Mentari Kulim *Estate*

Tahun	Luasan (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/ha/tahun)
2020	393,03	1.610	4
2021	512,98	1.676	3
2022	561,70	3.975	7
2023	580,01	5.516	10
2024	580,01	5.917	10
Ytd. November 2025	597,92	4.914	8
Rata-Rata			7

Sumber: *Estate Mentari Kulim* tahun 2025

Keterangan: Ytd: Year to date

4.5 Struktur Organisasi

Struktur organisasi MKE terdiri atas *areal manager agronomy*, *estate manager*, KTU/kasie, staf operasional, serta lima divisi yang dipimpin oleh masing-masing asisten divisi (Gambar 11).



Gambar 11 Struktur organisasi Mentari Kulim Estate



V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Sampel Tanah

Sampel tanah yang sudah diuji laboratorium sifat kimia tanahnya selanjutnya dianalisis harkatnya menggunakan klasifikasi sifat kimia tanah dari LPT (1983) (Lampiran 1) yang meliputi pH H₂O, C-organik, N-total, rasio C/N, dan P-total. Klasifikasi parameter sifat kimia tanah yang diukur di antaranya pH H₂O, C-organik, N-total, C/N rasio dan P-total, dengan rentang harkat dari sangat rendah hingga sangat tinggi. Penggunaan acuan baku ini mempermudah kuantifikasi harkat serta interpretasi sifat kimia tanah setelah mendapatkan perlakuan berbagai dosis POME.

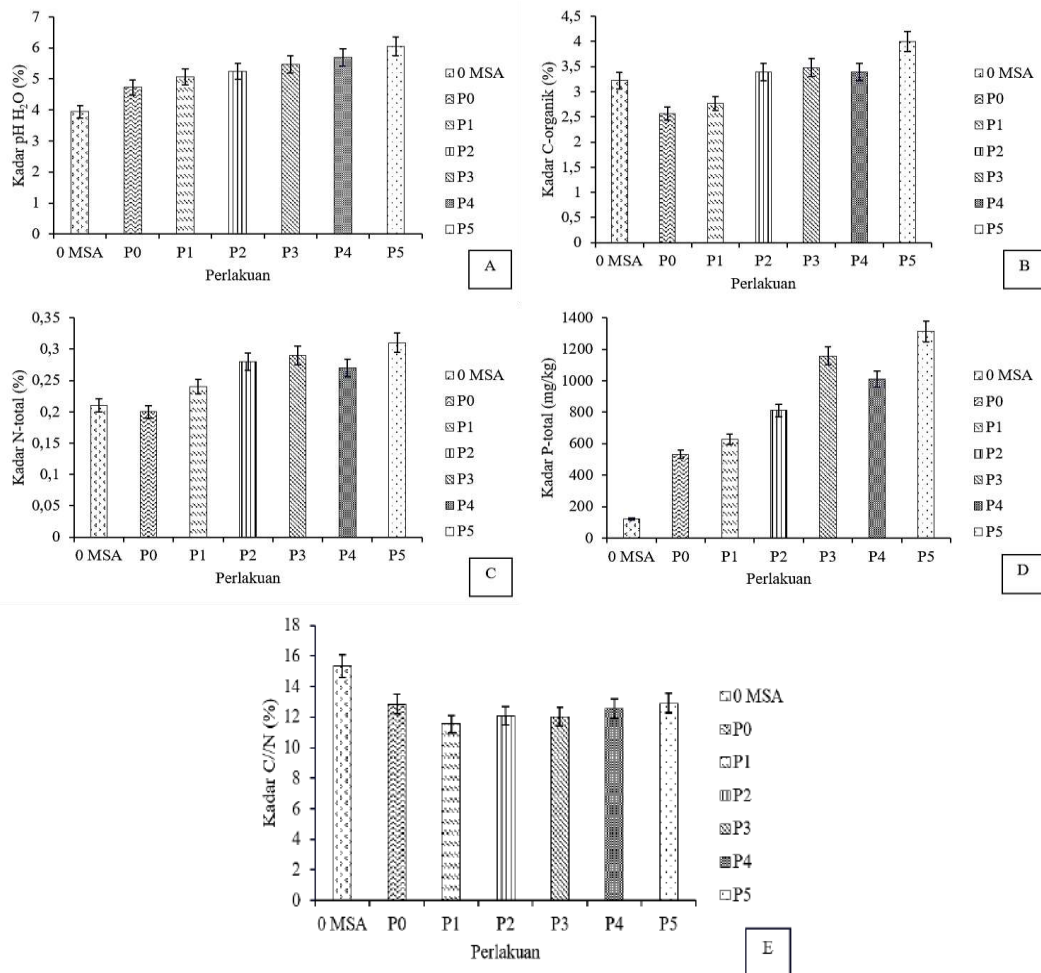
Analisis sampel tanah dilakukan dengan uji laboratorium untuk mengetahui sifat kimia tanah dan dapat dianalisis. Sifat kimia tanah 0 MSA menunjukkan nilai pH H₂O yang bersifat sangat masam dan lebih rendah dibandingkan sampel tanah yang diberikan perlakuan POME lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji laboratorium dan klasifikasi sifat kimia tanah media tanam

Sampel	0 MSA	10 MSA					
		P0	P1	P2	P3	P4	P5
pH H ₂ O	3,94	4,72	5,06	5,24	5,47	5,69	6,04
Harkat	sangat masam	masam	masam	masam	masam	agak masam	agak masam
C-organik (%)	3,22	2,57	2,77	3,39	3,48	3,39	4
Harkat	tinggi	sedang	sedang	tinggi	tinggi	tinggi	tinggi
N-total (%)	0,21	0,20	0,24	0,28	0,29	0,27	0,31
Harkat	sedang	rendah	sedang	sedang	sedang	sedang	sedang
C/N rasio (%)	15,33	12,85	11,54	12,1	12	12,55	12,9
Harkat	rendah	rendah	rendah	rendah	rendah	rendah	rendah
P-total (mgkg ⁻¹)	109,63	531,01	627,23	811,09	1157,85	1012,1	1313,13
Harkat	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi	sangat tinggi

Data hasil uji laboratorium sifat kimia tanah media tanam pada 10 MSA, P0–P5 menunjukkan nilai kandungan sifat kimia tanah yang lebih tinggi menurut kriteria sifat kimia tanah LPT (1983), jika dibandingkan dengan sampel tanah 0 MSA. Kriteria harkat tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 dengan pH H₂O sebesar 6,04, C-organik 4,00%, N-total 0,31%, C/N rasio 12,9 dan P-total 1313,13 mgkg⁻¹ yang menunjukkan bahwa aplikasi POME pada dosis yang lebih tinggi cenderung berkaitan secara positif ditunjukkan dengan harkat yang lebih tinggi pada perlakuan POME. Peningkatan pH H₂O, C-organik, N-total, dan P-total pada media tanam mengindikasikan bahwa aplikasi POME diduga mampu berkontribusi terhadap perbaikan sifat kimia tanah. C/N rasio yang lebih tinggi menunjukkan proses

dekomposisi bahan organik masih berlangsung sehingga mineralisasi unsur hara relatif lebih lambat, sedangkan C/N rasio yang lebih rendah mengindikasikan laju dekomposisi dan mineralisasi unsur hara yang lebih cepat. Hasil analisis tersebut sejalan dengan pernyataan Marschner (2012), bahwa rasio C/N yang rendah menunjukkan bahan organik telah mengalami dekomposisi lebih lanjut sehingga unsur hara lebih mudah tersedia untuk diserap oleh tanaman. Kandungan bahan organik yang tinggi pada POME diduga menjadi sumber unsur hara yang mampu memperbaiki kondisi kimia media tanam.



Gambar 12 Kadar (A) pH H₂O ; (B) C-organik (%) ; (C) N-total (%) ; (D) P-total ; (E) C/N rasio

Peningkatan nilai N-total dan P-total menunjukkan bahwa aplikasi POME menambah cadangan unsur hara di dalam tanah, namun karena sifat kimia tanah yang sangat masam (pH 3,94) mengindikasikan kandungan logam yang tinggi dalam tanah mampu menghambat penyerapan unsur hara yang tersedia dalam tanah (Brady and Weil 2016; Rusli *et al.* 2022).

5.2 Uji Normalitas

Normalitas data merupakan salah satu syarat penting dalam analisis parametrik karena memengaruhi validitas pengambilan keputusan statistik terhadap perlakuan yang diuji (Steel and Torrie 1980).

Tabel 5 Hasil uji normalitas parameter vegetatif bibit kelapa sawit

MSA	<i>P-value</i> normalitas			
	Tinggi	Diameter	Luas daun	Jumlah daun
0	0,4830	0,9616	0,7388	0,4639
1	0,3722	0,8839	0,2296	0,4442
2	0,3859	0,4656	0,6443	0,8610
3	0,6941	0,5035	0,5169	0,4000
4	0,6643	0,6049	0,8643	0,6862
5	0,4946	0,5610	0,9130	0,6419
6	0,9123	0,9596	0,3559	0,3634
7	0,3278	0,9726	0,6297	0,7263
8	0,1341	0,6543	0,5258	0,9231
9	0,1669	0,8874	0,3462	0,8132
10	0,4511	0,5809	0,1425	0,3937

Keterangan: MSA: minggu setelah aplikasi

Data pada Tabel 5 menunjukkan nilai *p-value* hasil uji normalitas dengan metode *Shapiro-Wilk* dari parameter pengamatan bibit kelapa sawit selama 10 MSA. Analisis dari uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh variabel pengamatan memiliki nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 sehingga data dapat dinyatakan berdistribusi normal. Data yang memenuhi syarat uji normalitas layak untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan uji (Steel and Torrie 1980).

5.3 Tinggi dan Diameter Bibit Kelapa Sawit

5.3.1 Uji Parameter Tinggi dan Diameter Bibit Kelapa Sawit

Uji ANOVA parameter tinggi dan diameter bibit kelapa sawit dilakukan pada taraf nyata 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan POME terhadap tinggi dan diameter bibit kelapa sawit selama 10 MSA. Nilai *p-value* dari hasil uji ANOVA parameter tinggi dan diameter bibit kelapa sawit (Tabel 6 dan 7).

Tabel 6 Pertambahan tinggi dan *p-value* tinggi bibit kelapa sawit

MSA	Pertambahan tinggi (cm)						
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	Pr>F
0–1	1,56	2,22	2,80	3,62	3,36	5,02	0,2788tn
1–2	3,48	1,82	1,46	1,40	2,24	1,54	0,4150tn
2–3	0,66	0,66	2,00	0,84	1,34	1,96	0,3901tn
3–4	1,64	2,58	4,00	2,10	0,74	1,62	0,4331tn
4–5	0,70	0,66	1,60	1,58	2,80	1,54	0,4218tn
5–6	2,08	2,40	1,16	1,74	2,00	1,06	0,3688tn

Tabel 6 Pertambahan tinggi dan *p*-value tinggi bibit kelapa sawit (lanjutan)

6–7	1,60	1,78	0,46	1,58	4,14	4,92	0,4093tn
7–8	3,64	4,26	5,30	3,68	1,84	1,80	0,2681tn
8–9	1,32	4,46	2,08	2,42	3,70	3,78	0,2723tn
9–10	4,16	2,56	2,54	5,74	3,82	2,40	0,1332tn

Keterangan: MSA: minggu setelah aplikasi, $Pr > F$: nilai *p*-value hasil uji ANOVA, tn: tidak nyata.

Tinggi bibit kelapa sawit yang diuji ANOVA pada taraf 5% (Tabel 6) menunjukkan aplikasi POME belum memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap tinggi bibit kelapa sawit. Respons pertambahan tinggi bibit kelapa sawit yang cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya dosis POME dapat dijelaskan secara deskriptif. Parameter tinggi P4 menunjukkan pertambahan tertinggi di akhir pengamatan (10 MSA), yaitu sebesar 5,74 cm dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini mengindikasikan peningkatan dosis POME mampu memberikan respons positif terhadap pertumbuhan tinggi bibit, namun respons belum cukup untuk menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik karena variasi antar ulangan relatif seragam. Penelitian Marschner (2012); Taiz *et al.* (2018), juga menyatakan bahwa tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan yang dipengaruhi oleh aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga responsnya tidak hanya bergantung pada ketersediaan unsur hara, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi fisiologis tanaman, kemampuan sistem perakaran menyerap hara, serta faktor lingkungan selama masa pertumbuhan.

Tabel 7 Pertambahan diameter dan *p*-value diameter bibit kelapa sawit

MSA	Pertambahan diameter (cm)						$Pr > F$
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	
0–1 ^t	0,33	0,30	0,26	0,40	0,71	0,40	<0,0018***
1–2	0,12	0,22	0,18	0,01	0,07	0,09	0,2474tn
2–3	0,22	0,31	0,29	0,20	0,03	0,11	0,5951tn
3–4	0,04	0,02	0,24	0,12	0,05	0,33	0,2717tn
4–5	0,11	0,13	0,16	0,17	0,06	0,12	0,5563tn
5–6	0,01	0,25	0,04	0,16	0,20	0,11	0,4517tn
6–7	0,17	0,13	0,04	0,15	0,14	0,03	0,3338tn
7–8	0,14	0,24	0,45	0,17	0,13	0,15	0,4483tn
8–9	0,27	0,11	0,08	0,20	0,23	0,15	0,4447tn
9–10	0,06	0,20	0,18	0,16	0,17	0,29	0,2993tn

Keterangan: MSA: minggu setelah aplikasi, $Pr > F$: nilai *p*-value hasil uji ANOVA, tn: tidak nyata, ***: berbeda nyata pada taraf 5%.

Hasil uji ANOVA (Tabel 7) menunjukkan bahwa aplikasi POME memberikan pengaruh nyata hanya pada fase awal pengamatan (0–1^t MSA; $p < 0,05$), sedangkan pada pengamatan berikutnya hingga 10 MSA tidak

menunjukkan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$). Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan pertumbuhan yang diamati selama periode penelitian masih menunjukkan kecenderungan yang seragam antarperlakuan (Taiz *et al.* 2018; Marschner 2012; Corley and Tinker 2016). Nilai *p-value* yang menunjukkan pengaruh nyata perlakuan POME terhadap bibit kelapa sawit diduga mampu memberikan respons yang baik pada bibit kelapa di awal MSA karena POME media tanam yang baru menyediakan unsur hara yang sebelumnya terfiksasi di dalam tanah. Sama halnya yang dinyatakan dalam penelitian Manurung *et al.* (2024) bahwa respons awal tanaman mengindikasikan bahwa aplikasi POME diduga mampu memberikan efek stimulan secara cepat terhadap aktivitas meristem lateral tanaman, namun pengaruh tersebut belum mampu menghasilkan peningkatan diameter batang yang konsisten pada seluruh ulangan selama periode pengamatan.

5.3.2 Hasil Uji Lanjut Perbandingan Diameter terhadap Kontrol

Hasil uji lanjut nilai signifikansi pengaruh POME pada penambahan diameter bibit terhadap kontrol dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil uji lanjut parameter diameter bibit

MSA	Perbandingan diameter terhadap kontrol					
	P1	P2	P3	P4	P5	MSD
1	0,216	0,150	0,540***	0,478***	0,204	0,450

Keterangan: MSA: minggu setelah aplikasi, (***): nyata pada taraf 5%, MSD: *mean significant difference*

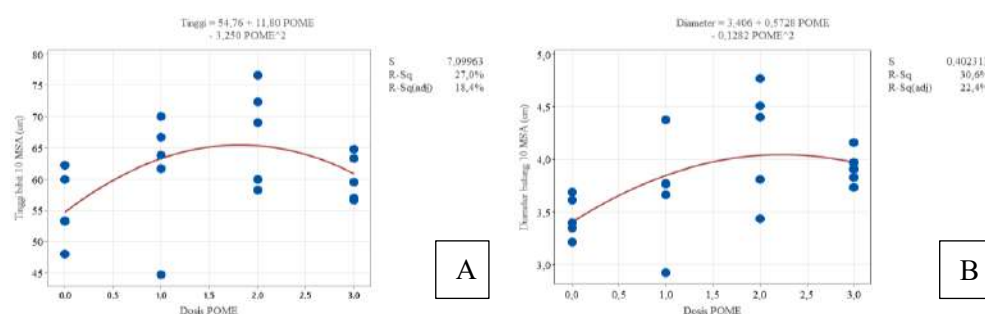
Perlakuan P3 dan P4 1 MSA pada Tabel 8 uji lanjut *Dunnnett* menunjukkan nilai *mean significant* yang berpengaruh nyata dengan nilai perbandingan diameter batang sebesar 0,540 dan 0,478 terhadap P0 (kontrol), nilai tersebut berhasil melampaui titik kritis MSD *Dunnnett* sebesar 0,450. Perlakuan dosis lainnya (P1, P2, dan P5) secara statistik hasilnya tidak berbeda nyata. Pengaruh nyata yang hanya muncul pada 1 MSA menunjukkan bahwa respons pertumbuhan diameter belum berlangsung secara konsisten hingga akhir periode pengamatan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa meskipun pengaruh nyata hanya terdeteksi pada fase awal pengamatan, hasil uji *Dunnnett* mengindikasikan bahwa diameter batang merupakan parameter yang relatif lebih responsif terhadap perbaikan kondisi media tanam. Diameter batang umumnya merupakan parameter yang lebih peka terhadap perubahan kondisi media tanam karena mencerminkan aktivitas pertumbuhan vegetatif, meskipun perubahan tersebut belum sepenuhnya tercermin pada parameter pertumbuhan lainnya selama periode pengamatan yang relatif singkat (Corley and Tinker 2016; Taiz *et al.* 2018).

Kecenderungan peningkatan tinggi maupun diameter menunjukkan bahwa unsur hara dan bahan organik yang terkandung dalam media tanam telah tersedia dan mulai dimanfaatkan oleh bibit kelapa sawit. Peningkatan ketersediaan hara tidak selalu diikuti oleh peningkatan pertumbuhan vegetatif dalam waktu yang relatif singkat. Pertumbuhan tinggi dan diameter batang dipengaruhi oleh interaksi faktor genetik, kondisi lingkungan tumbuh. Pertumbuhan fase awal bibit memerlukan waktu untuk beradaptasi terhadap

kondisi media tanam baru sehingga respons pertumbuhan belum sepenuhnya optimal (Manurung *et al.* 2024; De la Peña *et al.* 2024).

5.3.3 Analisis Regresi Dosis POME terhadap Parameter Tinggi dan Diameter Bibit Kelapa Sawit

Uji dan analisis regresi dilakukan untuk memperkuat penjelasan biologis hasil uji ANOVA yang menunjukkan nilai $p\text{-value} > 0,05$ (tidak berpengaruh nyata). Uji regresi juga dilakukan untuk mengetahui hubungan dosis optimum dengan pertambahan tinggi serta diameter bibit kelapa sawit terbaik.



Gambar 13 Regresi kuadratik dosis POME terhadap (A) tinggi bibit; (B) diameter bibit

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa respons pertumbuhan tinggi dan diameter batang bibit kelapa sawit terhadap aplikasi POME mengikuti pola kuadratik, namun dengan tingkat kekuatan hubungan yang berbeda. Model persamaan regresi kuadratiknya adalah:

$$Y = 54,76 + 11,80X - 3,250X^2$$

Model tersebut menunjukkan adanya kecenderungan hubungan antara dosis POME dan pertumbuhan tinggi bibit dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 18,4%, yang berarti dosis POME hanya mampu menjelaskan 18,4% variasi pertumbuhan tinggi bibit, sedangkan 81,6% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model, meskipun secara statistik hubungan tersebut belum signifikan pada taraf nyata 5% ($P = 0,069$). Persamaan regresi tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi bibit cenderung meningkat hingga mencapai titik optimum pada dosis POME sebesar 1,82 kg/tanaman. Hasil nilai optimum yang diperoleh dari persamaan regresi tersebut lebih tepat diinterpretasikan sebagai indikasi kecenderungan respons biologis bibit terhadap peningkatan dosis POME dibandingkan sebagai rekomendasi dosis optimum yang bersifat definitif. Bentuk kurva kuadratik yang diperoleh juga mengindikasikan adanya fenomena *diminishing returns*, yaitu kondisi ketika peningkatan input tidak lagi menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang sebanding setelah melewati tingkat optimum tertentu (Li *et al.* 2022).

Persamaan regresi yang diperoleh dari hubungan dosis POME dengan parameter diameter batang diperoleh hubungan kuadratik yang nyata ($P = 0,045$) dengan persamaan regresi:

$$Y = 3,406 + 0,5728X - 0,1282X^2$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 30,6% menunjukkan bahwa pengaruh dosis POME terhadap variasi diameter batang lebih kuat dibandingkan pada parameter tinggi bibit. Model persamaan pada uji regresi diameter batang menunjukkan ukuran maksimum sebesar 4 cm pada dosis optimum POME sebesar 2,23 kg/tanaman. Peningkatan diameter batang ini diduga berkaitan dengan kecukupan unsur hara makro, terutama fosfor (P) dan kalium (K), yang berasal dari POME dan pupuk *rock phosphate*. Hasil uji *Dunnnett* dan analisis regresi sebelumnya juga menunjukkan bahwa peningkatan dosis POME tetap memiliki hubungan positif terhadap pertumbuhan diameter batang, meskipun respons peningkatan tersebut cenderung menurun setelah melewati dosis optimum. Hubungan yang nyata dari dosis optimum POME sebesar 2,23 kg/tanaman dengan diameter batang juga dijelaskan secara biologis pada penelitian Jijngi *et al.* (2026), POME yang mengandung bahan organik serta unsur hara makro berperan penting bagi tanaman dalam memperkuat struktur dinding sel serta merangsang aktivitas pembelahan sel pada jaringan meristem lateral (kambium) sehingga mendukung pembesaran diameter batang.

5.4 Luas Daun dan Jumlah Pelepeh Bibit Kelapa Sawit

5.4.1 Uji Parameter Luas Daun dan Jumlah Daun Bibit Kelapa Sawit

Uji ANOVA pada luas dan jumlah daun bibit kelapa sawit dilakukan pada taraf nyata 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan POME terhadap luas dan jumlah daun bibit kelapa sawit selama 10 MSA. Nilai *p-value* dari hasil uji ANOVA parameter luas dan jumlah daun bibit kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9 Hasil uji parameter luas daun bibit kelapa sawit

MSA	Luas daun (cm ²)						
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	Pr>F
0	132,70	133,77	127,44	166,96	125,18	128,82	0,1139tn
1	141,00	162,57	161,91	191,54	137,53	143,86	0,3812tn
2	141,20	165,42	162,69	200,99	153,34	155,32	0,2834tn
3	149,62	165,78	171,52	205,36	164,93	169,20	0,3056tn
4	160,51	187,46	198,58	223,56	175,55	172,05	0,2419tn
5	162,61	194,37	206,54	224,68	180,06	175,09	0,3155tn
6	187,31	209,24	237,87	230,98	222,03	213,17	0,5990tn
7	203,60	261,98	260,90	282,40	263,54	246,71	0,3803tn
8	230,82	301,89	291,87	314,65	277,72	273,44	0,4144tn
9	240,57	300,40	286,70	309,90	293,04	273,44	0,2273tn
10	261,50	321,50	313,00	364,77	328,66	319,83	0,3955tn

Keterangan: MSA: minggu setelah aplikasi, Pr>F: nilai *p-value* hasil uji ANOVA, tn: tidak nyata.

Hasil uji ANOVA luas daun selama 10 MSA menunjukkan aplikasi POME belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter luas daun maupun jumlah daun bibit kelapa sawit selama periode pengamatan. Parameter luas daun (Tabel 9), menunjukkan nilai *p-value* > 0,05 dari 0 MSA

hingga 10 MSA, namun secara data, luas daun lebih besar mengindikasikan adanya respons positif tanaman terhadap perbaikan kondisi media tanam. Peningkatan luas daun umumnya dikendalikan oleh faktor lingkungan maupun internal tanaman yaitu laju pembelahan sel pada daun yang ditentukan oleh kualitas genetik (*genotypic traits*) (De la Peña *et al.* 2024).

Peningkatan luas daun yang relatif seragam pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa aplikasi POME lebih berperan dalam mempertahankan kondisi pertumbuhan bibit daripada meningkatkan respons yang berbeda antar dosis. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa manfaat POME terhadap pertumbuhan vegetatif kemungkinan akan lebih terlihat pada fase pertumbuhan berikutnya ketika unsur hara yang tersedia telah dimanfaatkan secara optimal oleh sistem perakaran dan mendukung pembentukan tajuk tanaman.

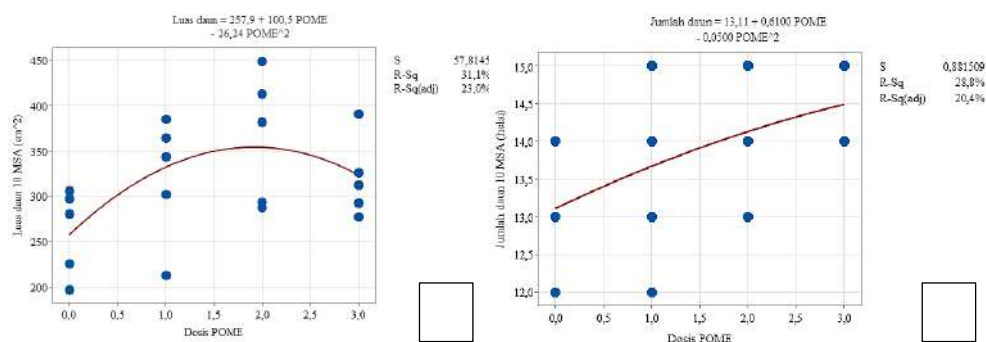
Tabel 10 Hasil uji parameter pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit

MSA	Pertambahan jumlah daun						Pr>F
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	
0–1	0	0	0	0	1	1	0,8043tn
1–2	0	0	0	1	1	0	0,2938tn
2–3	1	1	0	0	0	0	0,8305tn
3–4	1	1	1	1	1	1	0,8995tn
4–5	0	0	0	0	0	0	0,9751tn
5–6	0	0	0	1	1	1	0,4565tn
6–7	0	0	1	0	0	0	0,9476tn
7–8	0	0	1	1	0	0	0,8372tn
8–9	1	1	0	0	0	0	0,7282tn
9–10	0	1	1	1	1	1	0,4463tn

Keterangan: MSA: minggu setelah aplikasi, Pr>F: nilai *p-value* hasil uji ANOVA, tn: tidak nyata

Nilai *p-value* hasil uji ANOVA pada parameter jumlah daun (Tabel 10), menunjukkan $P > 0,05$ dari awal pengamatan (1 MSA) hingga akhir pengamatan (10 MSA), sehingga aplikasi POME belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan pelepah daun baru. Respons pertambahan daun bibit kelapa sawit secara statistik belum mampu menunjukkan pengaruh yang nyata. Kondisi ini diduga karena faktor fisiologis dan genetik lebih mendominasi pembentukan organ daun selama masa pengamatan, namun POME berpotensi meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam media tanam sehingga laju diferensiasi sel bibit tetap menghasilkan daun baru relatif seragam pada seluruh perlakuan selama periode pengamatan. Inisiasi pelepah daun pada bibit kelapa sawit di fase *nursery* lebih banyak dikendalikan oleh umur fisiologis tanaman serta aktivitas *endogen fitohormon sitokinin* pada sistem meristem batang (Corley and Tinker 2016).

5.4.2 Analisis Regresi Dosis POME terhadap Parameter Luas dan Jumlah Daun Bibit Kelapa Sawit



Gambar 14 Regresi dosis POME terhadap (A) luas daun, (B) jumlah daun

Analisis regresi POME terhadap luas daun bibit menunjukkan bahwa respons bibit mengikuti pola hubungan yang berbeda. Pada parameter luas daun diperoleh model hubungan kuadrat yang nyata ($P = 0,042$) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 31,1%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dosis POME mampu menjelaskan 31,1% variasi luas daun, sedangkan 68,9% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi fisiologis bibit, kemampuan serapan hara, serta variasi lingkungan selama penelitian. Persamaan regresi kuadrat yang diperoleh adalah:

$$Y = 257,9 + 100,5X - 26,24X^2$$

Bentuk kurva parabola terbalik dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa luas daun bibit kelapa sawit diprediksi mencapai nilai maksimum sebesar 354,18 cm² pada dosis POME 1,92 kg/tanaman, namun laju peningkatan luas daun menurun apabila dosis terus meningkat. Analisis regresi memiliki kekuatan statistik yang lebih tinggi untuk mendeteksi pola respons akibat perlakuan dosis yang bersifat kontinu meskipun hasil uji ANOVA tidak berpengaruh signifikan. Hasil regresi dapat digunakan untuk dianalisis dan menginterpretasikan kecenderungan respons fisiologis bibit terhadap aplikasi POME secara fisiologis (Taiz *et al.* 2018). Penurunan respons luas daun pada dosis yang lebih tinggi diduga berkaitan dengan menurunnya efisiensi pemanfaatan unsur hara atau perubahan kondisi fisik media tanam akibat penambahan POME dalam jumlah lebih besar (Taiz *et al.* 2018). Mekanisme tersebut belum dapat dipastikan karena tidak dilakukan pengukuran parameter fisiologis maupun sifat fisik media tanam secara spesifik pada penelitian ini.

Parameter jumlah daun mengikuti model regresi linear yang sangat nyata ($P = 0,015$) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 28,8%, sedangkan komponen kuadrat tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($P = 0,803$). Hubungan fungsional tersebut dinyatakan melalui persamaan:

$$Y = 13,11 + 0,6100X$$

Persamaan tersebut mengindikasikan bahwa setiap peningkatan dosis POME diikuti oleh pertambahan jumlah pelepah daun sebesar 0,61 helai secara konstan tanpa menunjukkan titik optimum hingga dosis perlakuan maksimum (3kg.polybag). Pola linear ini memperlihatkan adanya

kecenderungan peningkatan jumlah daun seiring bertambahnya dosis POME. Hasil ANOVA yang belum dapat menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan sehingga kecenderungan tersebut belum dapat dijadikan bukti bahwa aplikasi POME mampu memberikan pengaruh langsung terhadap pembentukan jumlah daun. Peningkatan dosis POME berhubungan dengan kecenderungan bertambahnya jumlah daun, proses pembentukan daun pada bibit kelapa sawit tetap lebih dipengaruhi oleh faktor fisiologis internal. Corley and Tinker (2016) menyatakan bahwa pertambahan jumlah daun pada bibit kelapa sawit lebih banyak dikendalikan oleh umur fisiologis tanaman dan faktor genetik dibandingkan perubahan kondisi media tanam dalam jangka pendek.

5.4.3 Perkembangan Morfologi Vegetatif dan Visual Bibit Kelapa Sawit

Perkembangan bibit kelapa sawit memiliki standar kriteria morfologinya berdasarkan umur bibit. Pembibitan kelapa sawit menurut BLRS (2018) ditentukan oleh kriteria vegetatif bibit kelapa sawit pada rentang umur bibit 3, 6, 9 dan 12 bulan sebelum dilakukan *replanting* dan *transplanting* pada lahan. Parameter vegetatif dan standar kriteria bibit menurut BLRS (2018) dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Standar pertumbuhan bibit kelapa sawit Lonsum

Parameter	Umur bibit			
	3	6	9	12
Tinggi (cm)	27	60	109	161
Diameter (cm)	1,4	4,2	6,9	10,5
Jumlah daun	4	10	13	17
Panjang pelepah (cm)	16	21	52	105

Bibit pada perlakuan P0 (Lampiran 1) menunjukkan tajuk tanaman terlihat relatif lebih sempit dan ukuran tanaman cenderung lebih kecil serta warna daun agak menguning pada akhir MSA dibandingkan sebagian besar perlakuan yang mendapatkan aplikasi POME. Hasil pengamatan vegetatif dan dokumentasi visual pada 10 MSA menunjukkan bahwa P0 memiliki tinggi bibit (55,40 cm), diameter batang (3,46 cm), luas daun (261,50 cm²), dan jumlah daun (13,2 helai), relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil analisis sampel tanah dan regresi P0 juga menunjukkan bahwasanya media tanam P0 memiliki sifat kimia yang lebih rendah dibandingkan perlakuan yang lainnya, terutama kadar pH yang masam pada tanah, yang memungkinkan terjadinya fiksasi unsur hara yang diperlukan oleh bibit. Kadar pH yang rendah mampu menghambat penyerapan unsur hara karena kandungan Al dan Fe yang tinggi dalam tanah, sehingga unsur hara yang tersedia dalam tanah tidak mampu diserap oleh tanaman dan pertumbuhannya menjadi tidak optimal (Rusli *et al.* 2022). Kondisi jumlah daun yang terbentuk telah memenuhi karakteristik bibit normal menurut standar *nursery* Lonsum, meskipun secara karakteristik vegetatif lain pada umu (BLRS 2018).

Bibit pada perlakuan P1 (Lampiran 2) memperlihatkan warna daun yang cukup seragam dengan perkembangan tajuk yang lebih baik dibandingkan kontrol. Daun muda berkembang normal dan susunan pelepah tampak lebih terbuka pada akhir periode pengamatan (10 MSA). Data pengamatan visual juga didukung oleh data pengamatan parameter vegetatif yang menunjukkan peningkatan tinggi bibit (61,40 cm), diameter batang (3,70 cm), luas daun (321,50 cm²), dan jumlah daun (13,4 helai).

Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa aplikasi POME dosis 1 kg/*polybag* mulai memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Perbaikan tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan unsur hara dan bahan organik pada media tanam sehingga mampu mendukung pembentukan jaringan vegetatif serta perkembangan tajuk tanaman. Nitrogen berperan dalam sintesis protein dan klorofil yang mendukung pembentukan daun, sedangkan fosfor berfungsi dalam pembelahan sel dan perkembangan sistem perakaran sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman (Marschner 2012; Taiz *et al.* 2018).

Bibit pada perlakuan P2 (Lampiran 3) menunjukkan pertumbuhan yang relatif seragam dengan warna daun hijau merata dan perkembangan tajuk yang cukup baik. Pembukaan daun berlangsung normal serta didukung oleh ukuran daun yang lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol. Hasil pengamatan vegetatif menunjukkan tinggi bibit mencapai (61,76 cm), diameter batang (3,82 cm), luas daun (313,00 cm²), dan jumlah daun (13,6 helai). Nilai tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan dosis POME hingga 1,5 kg/*polybag* mampu memperbaiki kondisi media tanam sehingga mendukung pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Perbaikan tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan bahan organik dan unsur hara yang berperan dalam mendukung aktivitas pertumbuhan bibit. Nitrogen berperan dalam sintesis protein dan klorofil, sedangkan fosfor berfungsi dalam transfer energi, pembelahan sel, dan perkembangan sistem perakaran sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih efisien (Marschner 2012; Taiz *et al.* 2018). Respons pertumbuhan pada perlakuan ini belum sepenuhnya mencapai kondisi optimum, yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis POME masih dapat memberikan perbaikan pertumbuhan hingga taraf tertentu (Corley and Tinker 2016).

Bibit pada perlakuan P3 (Lampiran 4) menunjukkan penampilan morfologi terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Warna daun tampak lebih seragam, perkembangan daun muda lebih aktif, dan tajuk tanaman terlihat lebih berkembang dengan susunan pelepah yang terbuka lebih banyak daripada perlakuan lainnya pada saat 7 MSA. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil pengamatan vegetatif yang menunjukkan bahwa P3 menghasilkan tinggi bibit tertinggi (67,28 cm), diameter batang terbesar (4,19 cm), luas daun tertinggi (364,77 cm²), serta jumlah daun tertinggi (14,4 helai). Jika dibandingkan dengan standar *nursery* Lonsum, bibit pada perlakuan ini menunjukkan karakteristik yang paling mendekati kondisi bibit ideal sehingga mengindikasikan bahwa dosis 2 kg POME/*polybag* mampu menciptakan kondisi media tanam yang paling mendukung pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit.

Pembukaan (mekar) daun pada bibit kelapa sawit merupakan proses fisiologis yang berlangsung setelah diferensiasi daun pada meristem apikal dan sangat dipengaruhi oleh pembelahan serta pemanjangan sel yang bergantung pada tekanan turgor dan umur fisiologis tanaman (Taiz *et al.* 2018; Corley and Tinker 2016).

Bibit pada perlakuan P4 (Lampiran 5) memperlihatkan warna daun hijau yang relatif seragam dengan perkembangan tajuk yang cukup baik. Daun membuka secara normal dan habitus tanaman tampak seragam hingga akhir periode pengamatan (10 MSA). Hasil pengamatan vegetatif menunjukkan tinggi bibit sebesar 63,68 cm, diameter batang 3,89 cm, luas daun 328,66 cm², dan jumlah daun 13,6 helai. Pertumbuhan tersebut masih lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol, namun nilainya belum melampaui performa P3. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penambahan dosis POME menjadi 2,5 kg/polybag tidak lagi menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang sebanding. Secara fisiologis, setelah kebutuhan hara tanaman mulai terpenuhi, penambahan unsur hara dalam jumlah yang lebih tinggi tidak selalu diikuti oleh peningkatan laju pertumbuhan karena efisiensi pemanfaatan hara cenderung menurun. Fenomena tersebut adalah *diminishing returns*, yaitu kondisi ketika peningkatan input tidak lagi menghasilkan peningkatan respons yang selaras setelah mencapai tingkat optimum tertentu (Vashisht *et al.* 2021; Li *et al.* 2022). Temuan ini sejalan dengan hasil analisis regresi yang menunjukkan bahwa dosis optimum POME untuk sebagian besar parameter pertumbuhan berada pada kisaran sekitar 2 kg/polybag.

Bibit pada perlakuan P5 (Lampiran 6) tetap menunjukkan kondisi yang sehat dengan warna daun hijau normal, perkembangan daun yang baik, dan tajuk yang berkembang secara seragam. Jumlah daun yang terbentuk mencapai 14,4 helai, setara dengan perlakuan P3. Perkembangan tajuk dan ukuran tanaman secara keseluruhan masih sedikit lebih rendah dibandingkan P3. Tinggi bibit sebesar 60,28 cm, diameter batang 3,92 cm, dan luas daun 319,83 cm². Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan dosis POME hingga 3 kg/polybag belum memberikan tambahan pertumbuhan yang lebih besar meskipun kualitas morfologi bibit tetap berada dalam kategori normal berdasarkan standar *Nursery* Lonsum (BLRS 2018). Secara fisiologis, setelah kebutuhan hara tanaman tercukupi, penambahan dosis POME yang lebih tinggi tidak selalu meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara sehingga respons pertumbuhan cenderung melandai. Kondisi ini sejalan dengan konsep *diminishing returns*, yaitu ketika peningkatan input tidak lagi menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang sebanding setelah mencapai taraf optimum (Li *et al.* 2022; Vashisht *et al.* 2021). Hasil tersebut juga konsisten dengan analisis regresi yang menunjukkan bahwa dosis optimum POME untuk sebagian besar parameter pertumbuhan berada pada kisaran sekitar 2 kg/polybag, sehingga peningkatan dosis hingga 3 kg/polybag tidak memberikan keuntungan pertumbuhan yang berarti.

5.5 Korelasi Sifat Kimia Tanah terhadap Pertumbuhan Bibit

Analisis korelasi Pearson dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara perubahan sifat kimia media tanam dengan respons pertumbuhan vegetatif bibit

kelapa sawit setelah aplikasi POME. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi parameter sifat kimia tanah yang memiliki keterkaitan paling erat terhadap pertumbuhan bibit, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai faktor yang berperan dalam mendukung perkembangan tanaman. Nilai koefisien korelasi (r) menunjukkan arah dan kekuatan hubungan antarvariabel, sedangkan nilai p -value digunakan untuk menentukan signifikansi hubungan tersebut (Tabel 12).

Tabel 12 Hasil analisis sifat kimia tanah terhadap pertumbuhan bibit

Sifat kimia tanah	Tinggi	Diameter	Luas daun	Jumlah daun
pH H ₂ O	$r = 0,839$ $p = 0,018^*$	$r = 0,881$ $p = 0,009^{**}$	$r = 0,864$ $p = 0,012^*$	$r = 0,892$ $p = 0,007^{**}$
C-organik (%)	$r = 0,212$ $p = 0,649$	$r = -0,271$ $p = 0,557$	$r = 0,264$ $p = 0,567$	$r = 0,284$ $p = 0,538$
N-total (%)	$r = 0,673$ $p = 0,098$	$r = 0,708$ $p = 0,075$	$r = 0,715$ $p = 0,071$	$r = 0,698$ $p = 0,081$
C/N rasio	$r = -0,928$ $p = 0,003^{**}$	$r = -0,900$ $p = 0,006^{**}$	$r = -0,918$ $p = 0,004^{**}$	$r = -0,866$ $p = 0,012^*$
P-total (ppm)	$r = 0,828$ $p = 0,022^*$	$r = 0,875$ $p = 0,010^{**}$	$r = 0,857$ $p = 0,014^*$	$r = 0,888$ $p = 0,008^{**}$

Keterangan: r : koefisien korelasi *Pearson*, p : nilai p -value, (*): nyata pada taraf 5% ($P < 0,05$), (**): sangat nyata pada taraf 1% ($P < 0,01$)

Hasil analisis korelasi *Pearson* menunjukkan bahwa pH H₂O dan P-total berkorelasi positif nyata hingga sangat nyata terhadap tinggi bibit, diameter batang, luas daun, dan jumlah daun. Hal ini sejalan dengan data uji dan analisis sampel tanah (Tabel 4), pada 0 MSA menunjukkan nilai pH H₂O sebesar 3,94 (tergolong sangat masam) dan pH H₂O P0 10 MSA sebesar 4,72 (tergolong masam) yang diikuti nilai P-total lebih rendah jika dibandingkan pada sifat kimia tanah P5 pada 10 MSA dan analisis regresi dosis POME terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit yang menunjukkan kecenderungan respons pertumbuhan terbaik bibit pada tingkat dosis tertentu. Perbaikan pH meningkatkan ketersediaan unsur hara dan menurunkan toksisitas aluminium pada tanah masam, sedangkan fosfor berperan dalam transfer energi, pembelahan sel, dan perkembangan sistem perakaran yang mendukung pertumbuhan tanaman (Brady and Weil 2016; Corley and Tinker 2016; Taiz *et al.* 2018).

Rasio C/N memperlihatkan korelasi negatif yang sangat kuat terhadap seluruh parameter pertumbuhan. Semakin rendah rasio C/N, semakin baik respons pertumbuhan bibit karena proses dekomposisi bahan organik dan mineralisasi hara berlangsung lebih efektif sehingga unsur hara, terutama nitrogen, lebih mudah tersedia bagi tanaman (Marschner 2012; Brady and Weil, 2016). Sebaliknya, C-organik dan N-total tidak berkorelasi nyata dengan seluruh parameter pertumbuhan. Penelitian lapang mengenai bahan organik sebagai bahan perbaikan tanah juga menunjukkan bahwa manfaatnya terhadap pertumbuhan tanaman serta perbaikan sifat fisik dan biologis tanah umumnya menjadi lebih nyata setelah satu musim tanam atau lebih, karena proses pembentukan agregat tanah, peningkatan aktivitas mikroorganisme, dan akumulasi bahan organik berlangsung secara bertahap (De la Peña *et al.* 2024; Panta *et al.* 2026).

Analisis dari uji korelasi menunjukkan bahwa respons pertumbuhan bibit kelapa sawit lebih erat berkaitan dengan perbaikan reaksi tanah dan peningkatan ketersediaan fosfor dibandingkan dengan peningkatan C-organik maupun N-total. Temuan ini konsisten dengan hasil analisis sifat kimia tanah dan pertumbuhan vegetatif yang menempatkan perlakuan sekitar 2 kg POME/*polybag* sebagai dosis yang memberikan kondisi media tanam paling mendukung bagi pertumbuhan bibit.

5.6 Korelasi Aplikasi POME terhadap Hijau Daun Bibit

Hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa pemberian POME dan *rock phosphate* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kehijauan daun bibit kelapa sawit pada seluruh waktu pengamatan ($P > 0,05$). Terdapat kecenderungan perubahan nilai kehijauan daun pada beberapa taraf perlakuan yang dapat diamati melalui nilai rata-rata dan analisis regresi.

5.6.1 Parameter dan Nilai *p-value* Indeks Hijau Daun Bibit Kelapa Sawit

Pengamatan parameter indeks hijau daun dilakukan agar dapat menganalisis korelasi aplikasi POME terhadap kehijauan daun. Teknik pengumpulan data dengan cara mengukur kehijauan daun menggunakan aplikasi *petiole pro* pada *smartphone* yang menghasilkan nilai indeks kehijauan pada daun untuk selanjutnya dapat diuji korelasinya terhadap perlakuan POME. Data parameter hijau daun dan nilai normalitas serta nilai *p-value* hasil uji ANOVA terdapat pada Tabel 19.

Tabel 13 Uji normalitas dan uji parameter indeks hijau daun bibit kelapa sawit

MSA	0	1	1,5	2	2,5	3	Normalitas	<i>P-value</i>
1	0,2370	0,2787	0,2691	0,3559	0,2638	0,2516	0,2764	0,0240***
3	0,2508	0,2436	0,2581	0,2622	0,2473	0,2635	0,2153	0,9929
5 ^(t)	0,2595	0,2660	0,2966	0,2953	0,2734	0,2620	0,3362	0,5203
7 ^(t)	0,2487	0,2759	0,3936	0,3301	0,2950	0,2835	0,5785	0,0766
9	0,3183	0,3075	0,3138	0,3427	0,3219	0,3188	0,7742	0,9566
10	0,3192	0,3019	0,3046	0,2676	0,2728	0,2891	0,7519	0,3264

Keterangan: ^(t): transformasi menggunakan rumus $\log_{10}$, (***): berpengaruh nyata pada taraf 5%

Nilai *p-value* dari uji ANOVA menunjukkan bahwa aplikasi POME hanya memberikan pengaruh nyata terhadap indeks kehijauan daun pada 1 MSA ($P > 0,0240$), sedangkan pengamatan pada 3, 5, 7, 9, dan 10 MSA tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa respons fisiologis bibit terhadap aplikasi POME lebih cepat tercermin pada fase awal setelah perlakuan. Indeks kehijauan daun yang tidak menunjukkan perbedaan antar dosis mengindikasikan bahwa kebutuhan nitrogen bibit kelapa sawit sehingga pembentukan klorofil berlangsung relatif normal. Hasil analisis ANOVA mengindikasikan bahwa aplikasi POME telah memperbaiki kondisi nutrisi bibit pada fase awal pertumbuhan. Kecenderungan peningkatan indeks kehijauan daun pada beberapa dosis POME sejalan dengan pernyataan Sim *et al.* (2015), bahwa fisiologis tanaman mampu menunjukkan respons terhadap sifat kimia tanah

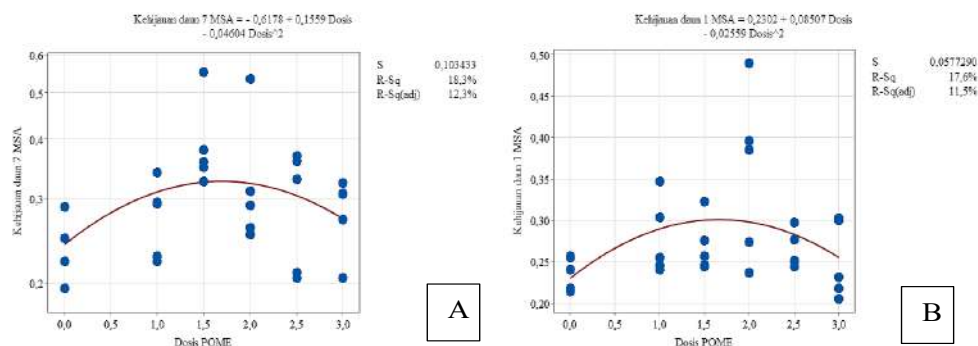
yang baik, meskipun belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan yang nyata secara statistik.

Tabel 14 Koefisien korelasi dosis POME terhadap hijau daun bibit

Korelasi	Dosis	1 MSA	3 MSA	5 MSA	7 MSA	9 MSA
1 MSA	0,316					
3 MSA	0,066	-0,018				
5 MSA	0,071	0,178	0,17			
7 MSA	0,143	0,236	0,219	0,669		
9 MSA	0,062	0,184	-0,181	0,013	0,025	
10 MSA	-0,346	-0,089	-0,203	-0,104	0,069	0,025

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa hubungan antara dosis POME dan indeks kehijauan daun tidak nyata pada seluruh waktu pengamatan ($P > 0,05$). Nilai koefisien korelasi pada 1 MSA menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan rendah, sedangkan pada 7 MSA (tengah periode) nilai korelasi menurun. Kondisi tersebut mengindikasikan peningkatan dosis POME cenderung diikuti peningkatan indeks kehijauan daun, meskipun hubungan tersebut belum cukup kuat untuk dinyatakan signifikan secara statistik. Pada akhir pengamatan (10 MSA), hubungan berubah menjadi negatif (-0,346), yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis POME tidak lagi diikuti oleh peningkatan indeks kehijauan daun.

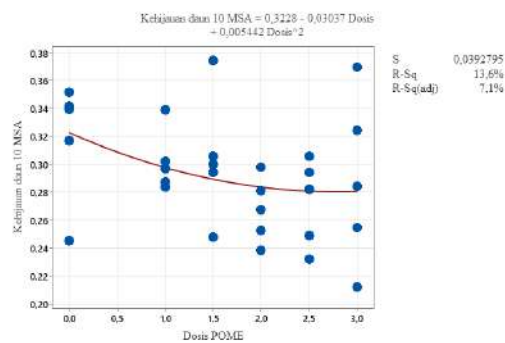
5.6.2 Hasil Regresi Fase Awal



Gambar 15 Regresi kuadratik POME terhadap (A) hijau daun bibit 1 MSA ; (B) hijau daun bibit 7 MSA

Model regresi (Gambar 15) menunjukkan pola regresi kuadratik pada 1 MSA dan 7 MSA yang menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kehijauan daun hingga dosis sekitar 1,5–2,0 kg POME/*polybag*, kemudian menurun pada dosis yang lebih tinggi. Pola tersebut mengindikasikan bahwa unsur hara hasil dekomposisi POME mulai tersedia dan dimanfaatkan tanaman untuk pembentukan klorofil, tetapi setelah mencapai tingkat kecukupan tertentu penambahan dosis tidak lagi meningkatkan kandungan klorofil secara proporsional. Li *et al.* (2022) menjelaskan bahwa respons tanaman terhadap peningkatan input hara umumnya mengikuti pola *diminishing returns*, yaitu peningkatan respons hanya terjadi hingga mencapai titik optimum, kemudian cenderung menurun pada dosis yang lebih

tinggi. Hasil regresi fase akhir menunjukkan model kuadratik cenderung menurun (10 MSA).



Gambar 16 Regresi kuadratik POME terhadap hijau daun bibit 10 MSA

Analisis regresi pada 10 MSA menunjukkan bahwa hubungan antara dosis POME dan indeks kehijauan daun tidak berbeda nyata ($P = 0,140$). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 13,6% mengindikasikan bahwa variasi dosis POME hanya mampu menjelaskan sebagian kecil variasi indeks kehijauan daun, sedangkan sebagian besar dipengaruhi oleh faktor lain di luar perlakuan. Pola regresi kuadratik memperlihatkan kecenderungan penurunan indeks kehijauan daun seiring meningkatnya dosis POME hingga kisaran tertentu, kemudian sedikit meningkat kembali pada dosis tertinggi. Pola tersebut tidak cukup kuat untuk menunjukkan adanya hubungan yang signifikan secara statistik. Perubahan pola hubungan pada akhir pengamatan mengindikasikan bahwa peningkatan dosis POME tidak lagi diikuti oleh peningkatan kandungan klorofil daun. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan mulai menurunnya efisiensi pemanfaatan unsur hara setelah tanaman mencapai tingkat kecukupan tertentu. Fenomena ini sesuai dengan konsep *diminishing returns*, yaitu penambahan input tidak selalu menghasilkan peningkatan respons tanaman secara proporsional setelah melewati dosis optimum (Vashisht *et al.* 2021; Li *et al.* 2022).

Hubungan antara dosis POME dan indeks kehijauan daun yang tidak signifikan diduga karena kandungan bahan organik dalam media tanam belum terdekomposisi selama periode pengamatan yang relatif singkat. Peningkatan kandungan hara pada media tanam belum selalu diikuti oleh peningkatan indeks kehijauan daun dalam waktu yang sama. Tingkat kehijauan daun juga dipengaruhi oleh umur daun, intensitas cahaya, keseimbangan unsur hara, serta kondisi fisiologis tanaman (Taiz *et al.* 2018).

Peningkatan kehijauan daun hingga dosis tertentu mengindikasikan bahwa unsur hara yang berasal dari POME mulai tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk mendukung pembentukan pigmen klorofil. Peningkatan dosis tidak lagi menghasilkan peningkatan nilai kehijauan daun yang sebanding setelah mencapai titik tertentu. (Taiz *et al.* 2018) menyatakan degradasi protein kloroplas serta pembongkaran molekul klorofil secara masif mampu menurunkan indeks kehijauan daun bibit secara linier di akhir fase pembibitan.

5.7 Pembahasan Umum

Bibit kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan varietas BL-7 berumur tujuh bulan. Karakteristik pertumbuhan yang mengacu pada standar pertumbuhan bibit Lonsum (Tabel 11), menunjukkan kondisi awal bibit yang diamati lebih menyerupai bibit berumur 3–6 bulan, ditandai oleh ukuran tanaman yang relatif kecil, pertumbuhan yang stagnan, dan perkembangan tajuk yang belum optimal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bibit telah mengalami hambatan pertumbuhan sebelum penelitian dimulai. Bibit dengan pertumbuhan yang telah terhambat umumnya memerlukan waktu adaptasi yang lebih panjang ketika dipindahkan ke media tanam baru karena terlebih dahulu harus memulihkan perkembangan sistem perakaran dan aktivitas fisiologis sebelum mampu merespons peningkatan ketersediaan unsur hara secara optimal.

Analisis sifat kimia media tanam awal menunjukkan bahwa tanah memiliki tingkat kemasaman tinggi disertai kandungan unsur hara yang relatif rendah. Karakteristik tersebut diduga menjadi salah satu faktor yang membatasi pertumbuhan bibit sebelum penelitian dimulai. Xia *et al.* (2024) menjelaskan bahwa tanah masam dengan ketersediaan unsur hara rendah dapat menurunkan aktivitas perakaran dan efisiensi penyerapan hara. De la Peña *et al.* (2024) juga melaporkan bahwa perkembangan sistem perakaran yang kurang optimal berkaitan erat dengan rendahnya vigor bibit kelapa sawit. Hasil analisis tanah pada penelitian ini memperkuat dugaan bahwa kualitas media tanam merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan kondisi awal bibit. Brady and Weil (2016) menjelaskan bahwa kondisi media tanam yang kurang mendukung dapat membatasi perkembangan akar dan efisiensi penyerapan hara, sedangkan Corley and Tinker (2016) menyatakan bahwa kualitas awal bibit merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan pertumbuhan selama fase pembibitan.

Hasil analisis ragam menggambarkan bahwa aplikasi POME belum memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan vegetatif, yaitu tinggi bibit, luas daun, jumlah daun, dan kehijauan daun selama 10 minggu pengamatan. Pengaruh nyata hanya terdeteksi pada diameter batang pada fase awal setelah aplikasi. Penelitian ini belum dapat membuktikan bahwa aplikasi POME mampu meningkatkan seluruh parameter pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit dalam waktu pengamatan yang relatif singkat. Respons tersebut diduga berkaitan dengan kondisi awal bibit yang telah mengalami hambatan pertumbuhan sehingga kemampuan tanaman memanfaatkan perbaikan media tanam belum berlangsung secara optimal. Corley and Tinker (2016) menjelaskan bahwa pertumbuhan bibit kelapa sawit dipengaruhi oleh kualitas awal bibit, perkembangan sistem perakaran, serta efisiensi penyerapan unsur hara sehingga respons terhadap perlakuan sering muncul secara bertahap.

Aplikasi POME secara konsisten meningkatkan pH H₂O, C-organik, N-total, dan P-total dibandingkan kondisi awal media tanam. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa POME berfungsi sebagai sumber bahan organik sekaligus amelioran yang memperbaiki kesuburan media tanam. Perbaikan sifat kimia tanah belum langsung diikuti oleh peningkatan pertumbuhan karena unsur hara hasil dekomposisi masih memerlukan proses mineralisasi sebelum tersedia bagi tanaman. Xia *et al.* (2024) menyatakan bahwa manfaat bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman berkembang secara bertahap, sedangkan Brady and Weil

(2016) serta Marschner (2012) menjelaskan bahwa perbaikan sifat kimia tanah umumnya mendahului respons fisiologis dan pertumbuhan vegetatif tanaman.

Kecenderungan respons bibit terhadap aplikasi POME terlihat melalui hasil analisis regresi dan korelasi. Sebagian besar model regresi menunjukkan dosis optimum berada pada kisaran 1,8–2,2 kg POME/*polybag*, sedangkan analisis korelasi menunjukkan bahwa pH H₂O dan P-total berkorelasi positif terhadap parameter pertumbuhan, sementara rasio C/N berkorelasi negatif sangat kuat. Hasil tersebut belum dapat digunakan sebagai bukti adanya pengaruh nyata, tetapi menunjukkan bahwa perbaikan media tanam mulai diikuti oleh perubahan kondisi fisiologis tanaman. Penurunan rasio C/N mengindikasikan berlangsungnya dekomposisi bahan organik yang meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga mendukung proses pertumbuhan tanaman (Marschner 2012; Brady and Weil 2016). Pengamatan visual menunjukkan bahwa bibit pada perlakuan P3 (2 kg POME/*polybag*) memiliki habitus yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya, ditandai oleh warna daun yang lebih seragam, perkembangan daun muda yang aktif, dan tajuk yang lebih berkembang. Informasi tersebut tidak menggantikan hasil analisis statistik, tetapi memberikan gambaran bahwa perbaikan media tanam mulai tercermin pada kualitas morfologi bibit. Corley and Tinker (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perkembangan daun, batang, dan tajuk yang berlangsung seimbang merupakan indikator pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit yang baik meskipun hal tersebut dipengaruhi oleh interaksi antara ketersediaan hara, kondisi lingkungan, dan efisiensi pemanfaatan sumber daya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi POME lebih nyata memperbaiki sifat kimia media tanam dibandingkan meningkatkan pertumbuhan vegetatif bibit selama periode pengamatan. Dosis sekitar 2 kg POME/*polybag* belum dapat dinyatakan sebagai dosis optimum berdasarkan hasil ANOVA, tetapi dapat dipertimbangkan sebagai dosis yang memberikan kecenderungan respons terbaik berdasarkan analisis regresi, korelasi, sifat kimia tanah, dan pengamatan visual. Interpretasi tersebut menunjukkan bahwa perbaikan media tanam telah mulai direspons oleh bibit, meskipun besarnya respons belum cukup menghasilkan perbedaan yang nyata secara statistik. Penelitian lanjutan dengan periode pengamatan yang lebih panjang, analisis serapan hara, analisis jaringan tanaman, dan evaluasi sifat fisik media tanam diperlukan agar hubungan antara perbaikan media dan pertumbuhan bibit dapat dijelaskan secara lebih komprehensif (Corley and Tinker 2016).





VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Aplikasi POME pada media tanam berbahan *subsoil* memperbaiki sifat kimia tanah yang ditandai oleh analisis hasil uji sampel tanah reaksi pH H₂O, C-organik, N-total, C/N rasio dan P-total yang lebih tinggi dibandingkan kondisi awal media tanam dan perlakuan tanpa aplikasi POME, meskipun perbaikan tersebut belum diikuti peningkatan atau perbedaan nyata seluruh parameter pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit secara statistik selama periode penelitian.

Parameter diameter batang merupakan satu-satunya parameter yang dipengaruhi nyata oleh aplikasi POME, sedangkan tinggi bibit, luas daun, jumlah daun, dan kehijauan daun hanya menunjukkan kecenderungan peningkatan pada dosis tertentu. Hasil analisis regresi mengindikasikan bahwa dosis POME sekitar 2,18 kg/*polybag* merupakan dosis optimum untuk mendukung pertumbuhan diameter batang, dan secara visual perlakuan 2 kg/*polybag* (P3) menghasilkan habitus bibit yang paling baik dengan pertumbuhan tajuk yang lebih seragam, warna daun lebih hijau, serta perkembangan daun yang lebih aktif.

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa POME berpotensi dimanfaatkan sebagai amelioran media tanam berbahan *subsoil* untuk meningkatkan kesuburan tanah sekaligus mendukung pertumbuhan awal bibit kelapa sawit di pembibitan.

6.2 Saran

Pemanfaatan POME sebagai bahan amelioran pada media tanam *subsoil* layak dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif pengelolaan limbah sekaligus upaya meningkatkan kualitas media pembibitan kelapa sawit. Hasil dari penelitian, dosis sekitar 2 kg POME/*polybag* dapat dijadikan acuan awal dalam aplikasi di pembibitan karena memberikan respons pertumbuhan dan kualitas morfologi bibit yang relatif paling baik.

Penelitian selanjutnya disarankan dilakukan dengan periode pengamatan yang lebih panjang hingga bibit siap tanam di lapangan, sehingga pengaruh POME terhadap seluruh parameter pertumbuhan dapat diamati secara lebih menyeluruh. Pengamatan terhadap sifat fisik tanah, kapasitas tukar kation (KTK), analisis jaringan tanaman, serapan unsur hara, perkembangan sistem perakaran, serta efisiensi pemanfaatan hara.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnmr A. 2021. Investigating the Impact of varying sand content on the physical characteristics of expansive clay soils from Syria. *Geotech Geol Eng.* 42(12):2675–2691.
- [ASDCR] Agriculturas Services and Development Costa Rica. 2021. *Establishment and Management of Oil Palm Nurseries*. San José (CR): ASDCR.
- Azis S. 2024. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit *pre-nursery* terhadap volume air siraman pada media tanam campuran pasir dan lempung. *Agroforetech*, 2(4):1700–1705.
- [BLRS] Bah Lias Research Station. 2018. *Rekomendasi Pembibitan Kelapa Sawit*. Medan: BLRS.
- Brady NC, Weil RR. 2016. *The Nature and Properties of Soils*. Ed ke-15. Maryland (USA): Pearson Education.
- [CIRAD] Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. 2010. *Recommandations for Prenursery and Nursery Management: CIRAD® germinated oil palm seeds*. Montpellier (FR): CIRAD.
- Corley RHV, Tinker PB. 2016. *The Oil Palm*. Ed ke-5. New Jersey (USA): John Wiley and Sons.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2025. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2024–2026: Kelapa Sawit*. Jakarta: Ditjenbun.
- De la Peña M, Ruiz-Romero R, Castro-Arza LI, dan Romero HM. 2024. Changes in the root architecture of oil palm seedlings in response to nitrogen starvation. *Agronomy*. 14(3):409–420.
- Elaine E, Wijaya C, Sangadji NL, Arief Widjaja A, Lau R. 2026. Palm oil mill effluent, as alternative cultivation media for safe and efficient production of microalgae-derived bioproducts. *Biomass Futures*. 2(6):305–444.
- Firmansyah M, Utomo W. 2025. *Rencana Buka 600.000 ha Lahan Sawit Baru, Solusi atau Kemunduran?*. Diakses 19 November 2026. Pemberitaan resmi terkait rencana Kementerian Pertanian memperluas 600.000 ha perkebunan kelapa sawit. Lestari Kompas.
- Febrianto EB. 2019. Karakteristik morfologi kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) varietas DyxP dumpy dengan pemberian asam humat pada media tanah salin di *main nursery*. *Bernas Agricultural Research Journal*. 15(2):103–120.
- Jijingi HE, Yazdi SK, Abakr YA, Lau PL. 2026. Enhanced nutrient and organic pollutant removal from palm oil mill effluent (POME) using nano-hybrid PVDF-PVP-SiO₂ membranes: Mechanistic and long-term performance evaluation. *Cleaner Chemical Engineering*. 14(6):100–223.
- Li C, Feng H, Luo X, Li Y, Wang N, Wu W, Zhang T, Dong Q, Siddique KHM. 2022. Limited irrigation and fertilization in sand-layered soil increases nitrogen use efficiency and economic benefits under film mulched ridge-furrow irrigation in arid areas. *Agricultural Water Management*. 262(3):3378–3774.
- Li X, Su Y, Ahmed T, Ren H, Javed MR, Yao Y, An Q, Yan J, Li B. 2021. Effects of different organic fertilizers on improving soil from newly reclaimed land to Crop Soil. *Agriculture*. 11(6):560–575.

- [LPT] Litbang Penelitian Tanah. 1983. *Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Lubis RE, Purba AR, Caliman JP. 2022. *Best Management Practices Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Jakarta: Andi Publisher.
- Manikandan SK, Hasnain M, Zainab R, Fouad L, Ridouane, Al-Moalla A, Sheteiwy M, Abideen Z, El-Keblawy A. 2026. Treating palm oil mill effluent (POME): Opportunities, challenges, and sustainable practices. *Environmental Technology and Innovation*. 42(6):857–876.
- Manurung ANH, Suwanto, Yahya S, Nugroho B. 2024. Phosphorus uptake model of oil palm seedlings in the main nursery. *Current Applied Science and Technology*. 24(4):604–616.
- Marschner P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Ed ke-3. Elsevier, London (UK): Academic Press.
- Pratamaningsih MM, Hati DP, Erwinda, Muslim RQ, Hikmat M, Purwanto S. 2023. Soil characteristics and management of ultisols derived from claystones of Sumatra. *J Trop Soils*. 29(3):115–125.
- Panta S, Bista P, Angadi S, Ghimire R. 2026. Biochar and compost as sustainable amendments for soil health and water functions in semi-arid agroecosystems. *Sustainability*. 18(3):1369–1385.
- Prasetyo ID, Sumaryanto. 2024. Literatur Review: Mekanisme dan pengaruh iklim tropis terhadap faktor degradasi klorofil tanaman kelapa sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 29(2):81–96.
- Ratnasari IFD. 2024. Aplikasi limbah *palm oil mill effluent* (POME) terhadap sifat kimia tanah pada perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Media Pertanian*, 9(2):113–118.
- Rusli, Lili, Abdullah, Rosazlin, Yaacob, Syafawati J, Osman, Normaniza. 2022. Organic amendments effects on nutrient uptake, secondary metabolites, and antioxidant properties of *Melastoma malabathricum* L. *Plants*. 11(2):153–171.
- Saputra A, Setyawati ER, Wilisiani F, 2025. Pengaruh *cocopeat* sebagai campuran media tanam pada beberapa kedalaman tanah (*topsoil*, *subsoil*) terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *main nursery*. *Agroforetech Jurnal Agroteknologi*, 3(3):1591–1598.
- Sim CC, Zaharah AR, Tan MS, Goh KJ. 2015. Rapid determination of leaf chlorophyll concentration, photosynthetic activity and NK concentration of *Elaies guineensis* cia correlated SPAD-502 chlorophyll index. *Asian Journal of Agricultural Research*, 9(3):132–138.
- Steel RGD, Torrie JH. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. Ed ke-2. New York (USA): McGraw-Hill Book Company.
- Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A. 2018. *Plant Physiology and Development*. Oxford (UK): Oxford University Press.
- Tandiono J. 2025. Impact of using boiler ash as soil ameliorant and nitrogen fertilizer on CO2 emission in oil palm plantations on peat soil. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci*. 48(2):653–665.
- Xia Y, Feng J, Zhang H, Xiong D, Kong L, Seviour R, Kong Y. 2024. Effects of soil pH on the growth, soil nutrient composition, and rhizosphere microbiome of *Ageratina adenophora*. *PeerJ*. 16(12):17231-17249.