

**PERFORMA SHOOT-ROOT BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*
Jacq.) FASE MAIN NURSERY PERLAKUAN NANOKOMPOS TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT DAN PUPUK ANORGANIK PADA DUA
JENIS TANAH**

SKRIPSI

Oleh:

AMRI RAHMATULLAH

NIM : 22201031024



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
MALANG
2026**

**PERFORMA SHOOT-ROOT BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*
Jacq.) FASE MAIN NURSERY PERLAKUAN NANOKOMPOS TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT DAN PUPUK ANORGANIK PADA DUA
JENIS TANAH**

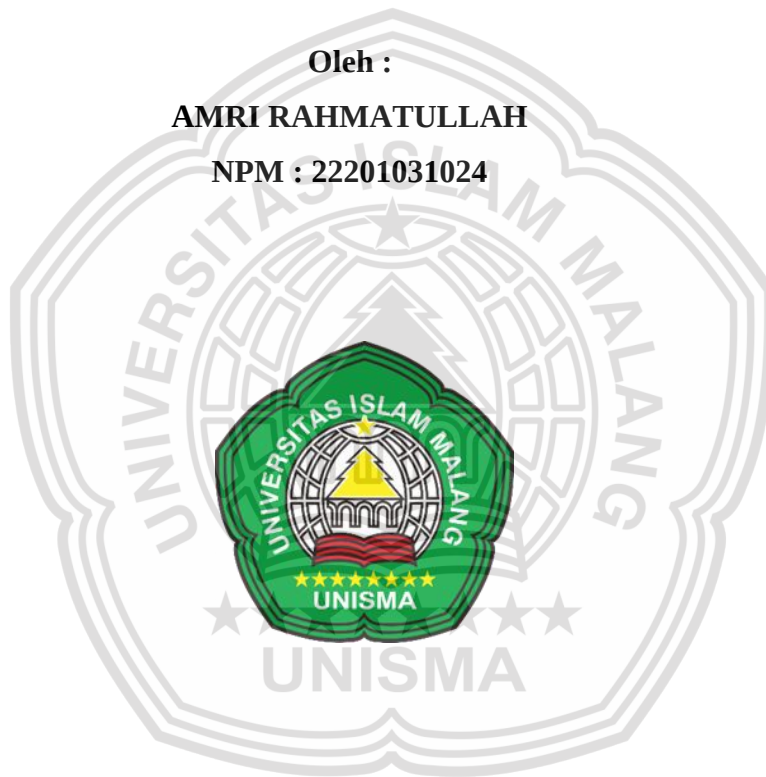
SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Strata
Satu (S-1)*

Oleh :

AMRI RAHMATULLAH

NPM : 22201031024



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
MALANG
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : PERFORMA *SHOOT-ROOT* BIBIT KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.) FASE MAIN NURSERY
PERLAKUAN NANOKOMPOS TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT DAN PUPUK ANORGANIK PADA
DUA JENIS TANAH

Nama Mahasiswa : AMRI RAHMATULLAH

NPM : 22201031024

Program Studi : AGROTEKNOLOGI

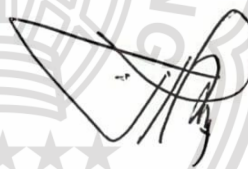
Menyetujui,

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua



Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, MP.



Ir. Abdul Basit, MP.



Mengesahkan,
Dekan

Dr. Ir. Anis Rosyidah, MP



Menyetujui,
Ketua Program Studi

Anisa Qur'ania, SP, M. Ling

Tanggal Kelulusan:

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : PERFORMA *SHOOT-ROOT* BIBIT KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.) FASE MAIN NURSERY
PERLAKUAN NANOKOMPOS TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT DAN PUPUK ANORGANIK PADA
DUA JENIS TANAH

Nama Mahasiswa : AMRI RAHMATULLAH

NPM : 22201031024

Program Studi : AGROTEKNOLOGI

Mengesahkan,

Majelis Penguji



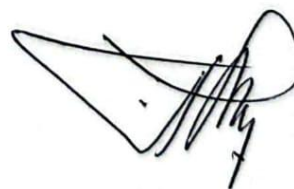
(Dr. Ir. Djuhari, M.Si)

Ketua



(Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, M.P.)

Anggota



(Ir. Abdul Basit, M.P.)

Anggota

PERNYATAAN KEASLIAN PENULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amri Rahmatullah

NPM : 22201031024

Prodi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian Universitas Islam Malang

Judul : PERFORMA *SHOOT-ROOT* BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) FASE MAIN NURSERY PERLAKUAN NANOKOMPOS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN PUPUK ANORGANIK PADA DUA JENIS TANAH

Merupakan karya yang saya buat sendiri dan bukan merupakan bagian skripsi lain, apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Islam Malang.

Malang, Februari 2026



Amri Rahmatullah
NIM. 22201031024

MOTTO

“Semua akan selesai apabila diselesaikan”

“فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا . إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا”

“Maka, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

~QS. Al-Insyirah; 5-6~



PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Saya tidak akan menyusun skripsi dengan mudah dan lancar apabila tidak ada bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini izinkan saya untuk mempersembahkan ucapan terima kasih kepada;

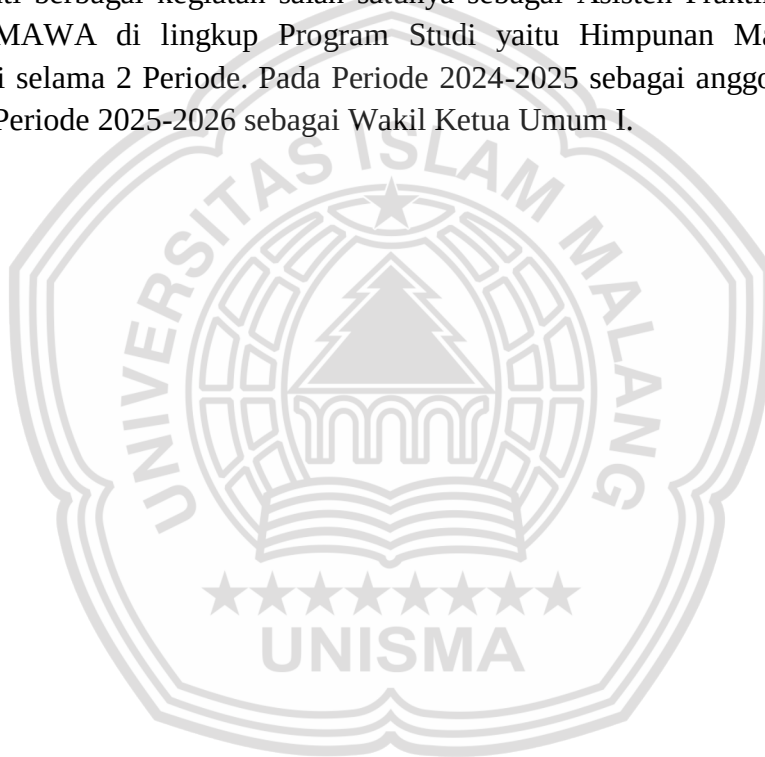
Bapak Samiran, ibu Siti Rofuah selaku orang tua saya, Iffah Musyarofah selaku kakak saya serta keluarga yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk apapun serta memberika nasihat tentang perjalanan kehidupan saya selama di perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Lamongan, pada tanggal 31 Januari 2004 sebagai putra bungsu dari pasangan Ayah Samiran dan Ibu Siti Rofuah. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Candisari II, Desa Candisari, Kabupaten Lamongan lulus pada tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama di SMP Diponegoro, Kec. Junrejo, Kota Batu lulus tahun 2019, Sekolah Menengah Atas di MAN I Kota Batu, lulus tahun 2022, serta menjadi salah satu santri di Pondok Pesantren Entrepreneur Raudhatul Madinah Kec. Junrejo Kota Batu dari tahun 2016-2023. Pada tahun 2022 diterima di Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang, Prodi Agroteknologi hingga selesai. Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan salah satunya sebagai Asisten Praktikum dan kegiatan ORMAWA di lingkup Program Studi yaitu Himpunan Mahasiswa Agroteknologi selama 2 Periode. Pada Periode 2024-2025 sebagai anggota divisi Kreatif dan Periode 2025-2026 sebagai Wakil Ketua Umum I.



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan tepat waktu.

Adapun judul dari skripsi ini adalah “PERFORMA *SHOOT-ROOT* BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) FASE MAIN NURSERY PERLAKUAN NANOKOMPOS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN PUPUK ANORGANIK PADA DUA JENIS TANAH” yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat Strata Satu (S1), pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang (UNISMA).

Kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Anis Rosyidah, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu hal hal yang dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
2. Ibu Anita Qur'ania, S.P., M. Ling. selaku Ketua Prodi Agroteknologi yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan seluruh mahasiswanya terkhusus saya pribadi dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, M.P. selaku dosen pembimbing I sekaligus penyandang dana penelitian yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.

4. Bapak Ir. Abdul Basit, M.P selaku dosen pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
5. Kedua orang tua dan saudara penulis yang telah memberikan doa dan dukungan dalam bentuk apapun selama melaksanakan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Teman-teman proyek penelitian yang senantiasa memberi dukungan dan kerja sama dalam menyelesaikan proyek penelitian hingga penyusunan skripsi.
7. Teman-teman Srawoenk Kisanaxxx yang senantiasa merangkul dan membantu penulis selama masa penyusunan skripsi dan selama penelitian.
8. Sarung Kopi (SARKOP) yang telah memberikan tempat ternyaman penulis dalam penyusunan skripsi.
9. Teristimewa untuk seseorang yang belum bisa tertulis dengan jelas namanya disini. Terima kasih sudah menjadi salah satu sumber motivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini, untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat saya harapkan demi perbaikan pada kegiatan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca yang membutuhkannya.

Malang, Februari 2026



Amri Rahmatullah

ABSTRAK

Performa Shoot-Root Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Fase Main Nursery Perlakuan Nanokompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Pupuk Anorganik Pada Dua Jenis Tanah

Di bawah bimbingan : 1. Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, MP.
2. Ir. Abdul Basit, MP.

Tanaman sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan strategis di Indonesia yang berperan besar sebagai penyumbang devisa negara, seiring meningkatnya permintaan minyak sawit dunia untuk kebutuhan biodiesel dan industri pangan. Produktivitas kelapa sawit sangat ditentukan sejak fase pembibitan, terutama pada tahap *main nursery*, karena kualitas bibit berpengaruh terhadap pertumbuhan pada fase tanaman belum menghasilkan (TBM) hingga tanaman menghasilkan (TM). Selama ini, pemupukan anorganik intensif digunakan untuk memenuhi kebutuhan hara, namun penggunaan berkelanjutan berpotensi menurunkan kualitas tanah dan menimbulkan dampak lingkungan. Di sisi lain, industri sawit menghasilkan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam jumlah besar yang berpotensi dimanfaatkan sebagai kompos untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta meningkatkan ketersediaan hara dan kelembaban media tanam, terutama bagi tanaman yang berakar dangkal dan rentan cekaman kekeringan. Inovasi nanoteknologi melalui nanokompos TKKS diharapkan mampu mempercepat dekomposisi dan meningkatkan efisiensi pemupukan dibandingkan kompos konvensional, khususnya pada tanah marginal seperti Ultisol (*Hapludults*) dan Inceptisol (*Dystrudepts*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menguji performa *shoot-root* bibit kelapa sawit fase *main nursery* pada perlakuan nanokompos TKKS dan pupuk anorganik guna mendukung sistem pembibitan yang lebih produktif dan berkelanjutan..

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret – Oktober 2025 di greenhouse Dusun Jewo, Desa Sengonagung, Kecamatan Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur (± 350 mdpl), menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor, yaitu jenis tanah (S1: Ultisol; S2: Inceptisol) dan macam pupuk (T0: tanpa pemupukan; T1: 100% pupuk anorganik; T2: 100% pupuk nanokompos), sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang 5 kali dengan 3 sampel per ulangan (total 90 tanaman). Variabel yang diamati meliputi berat segar dan berat kering total, berat segar dan kering akar (*root*) dan tajuk (*shoot*), rasio *shoot-root*, panjang akar, volume akar, serta distribusi perakaran. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) taraf 5%, dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5% untuk membedakan antar perlakuan.

Berdasarkan hasil analisis statistik ANOVA dan uji BNT 5% menunjukkan bahwa Performa pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang diukur dari parameter berat segar total, berat kering total, berat segar akar, berat kering akar, volume akar, berat segar *shoot*, berat kering *shoot*, dan rasio *shoot root* lebih baik pada tanah Ultisol dibandingkan dengan tanah Inceptisol.

Rasio *shoo-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan 100% pemupukan nanokompos dan 100% pupuk anorganik pada parameter berat segar total, berat kering total, berat segar akar,

berat kering akar, volume akar, berat segar *shoot*, berat kering *shoot*, dan rasio *shoot root* memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemupukan). Tetapi pada parameter panjang akar perlakuan dengan pemberian 100% pupuk nanokompos memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan pemberian 100% pupuk anorganik dan kontrol (tanpa pemupukan). Peningkatan *shoot* tertinggi bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) fase *main nursery* pada tanah Ultisol ditemukan pada perlakuan 100% pupuk anorganik, sedangkan pada tanah Inceptisol, penambahan 100% pupuk nanokompos memberikan presentase peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.



ABSTRACT

Shoot-Root Performance Of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Seedlings In The Main Nursery Phase With Nanocompost Treatment Of Oil Palm Empty Fruit Bunches And Inorganic Fertilizer On Two Types Of Soil

Under the supervision of: 1. Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, MP.
2. Ir. Abdul Basit, MP.

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is a strategic plantation commodity in Indonesia that plays a significant role as a contributor to the country's foreign exchange, along with the increasing global demand for palm oil for biodiesel and the food industry. Oil palm productivity is determined from the nursery phase, especially at the main nursery stage, because seedling quality influences growth from the immature plant (TBM) phase to the mature plant (TM) phase. Currently, intensive inorganic fertilization is used to meet nutrient needs, but continued use has the potential to degrade soil quality and cause environmental impacts. On the other hand, the palm oil industry produces large amounts of empty oil palm bunches (EFB) waste that has the potential to be used as compost to improve the physical, chemical, and biological properties of the soil and increase nutrient availability and moisture in the growing medium, especially for plants with shallow roots and vulnerable to drought stress. Nanotechnology innovation through EFB nanocompost is expected to accelerate decomposition and increase fertilizer efficiency compared to conventional compost, especially on marginal soils such as Ultisols (Hapludults) and Inceptisols (Dystrudepts). Therefore, this study aims to test the shoot-root performance of oil palm seedlings in the main nursery phase in the treatment of OPEFB nanocompost and inorganic fertilizer to support a more productive and sustainable nursery system.

This research was conducted in March – October 2025 in the greenhouse of Jewo Hamlet, Sengonagung Village, Purwosari District, Pasuruan, East Java (± 350 masl), using a two-factor Randomized Block Design (RAK), namely soil type (S1: Ultisol; S2: Inceptisol) and fertilizer type (T0: without fertilization; T1: 100% inorganic fertilizer; T2: 100% nanocompost fertilizer), so that 6 treatment combinations were obtained, each repeated 5 times with 3 samples per replication (a total of 90 plants). The variables observed included fresh weight and total dry weight, fresh and dry weight of roots (root) and shoots (shoot), shoot-root ratio, root length, root volume, and root distribution. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at a 5% level, and if there was a significant effect, it was continued with a LSD test at a 5% level to differentiate between treatments.

Based on the results of the ANOVA statistical analysis and the 5% BNT test, it shows that the growth performance of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) measured by the parameters of total fresh weight, total dry weight, root fresh weight, root dry weight, root volume, shoot fresh weight, shoot dry weight, and shoot root ratio is better on Ultisol soil compared to Inceptisol soil.

The shoot-root ratio of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) in the main nursery phase in the treatment of 100% nanocompost fertilization and 100% inorganic fertilizer on the parameters of total fresh weight, total dry weight, fresh root weight, dry root weight, root volume, fresh shoot weight, dry

shoot weight, and shoot root ratio gave a better effect compared to the control (without fertilization). But on the root length parameter, the treatment with 100% nanocompost fertilizer gave better results compared to the administration of 100% inorganic fertilizer and the control (without fertilization). The highest shoot increase in oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) in the main nursery phase on Ultisol soil was found in the treatment of 100% inorganic fertilizer, while on Inceptisol soil, the addition of 100% nanocompost fertilizer gave a higher percentage increase compared to the control.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) merupakan komoditas perkebunan terbesar di Indonesia. Komoditas tanaman sawit menjadi salah satu penyumbang devisa terbesar untuk Negara. Permintaan minyak dunia mengalami peningkatan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini disebabkan karena meningkatnya kebutuhan biodiesel sebagai bahan bakar terbarukan dan penggunaan minyak sawit sebagai minyak nabati industri makanan (Satria *et al.*, 2025). Oleh karena itu industri perkebunan sawit semakin berkembang pesat untuk memenuhi permintaan tersebut. Produktivitas industri sawit sangat ditentukan oleh performa pertumbuhan sawit mulai dari bibit, tanaman belum menghasilkan (TBM) dan tanaman menghasilkan (TM). Pembibitan merupakan langkah awal dari seluruh rangkaian kegiatan budidaya kelapa sawit yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman dan umur tanaman berproduksi. Menurut Afrizon, (2017), berdasarkan jenisnya pembibitan terdiri dari dua jenis yaitu pembibitan satu tahap (*single stage*) hanya pembibitan utama (*main nursery*) dan pembibitan dua tahap (*double stage*) terdiri dari *pre-nursery* (pembibitan awal) serta *main-nursery* (pembibitan utama). Pada fase berikutnya yaitu masa tanaman belum menghasilkan (TBM). TBM berlangsung selama 2,5 tahun atau 30 bulan sampai tanaman memasuki masa panen atau biasa disebut tanaman menghasilkan (TM).

Pembibitan sawit merupakan fase yang penting dalam budidaya sawit karena menentukan perkembangan sawit selanjutnya. Tujuan utama pembibitan adalah untuk menyediakan bibit yang baik dengan kriteria seragam (Burhanuddin

et al.,2017). Bibit yang terpelihara akan menghasilkan tanaman yang sehat dan kokoh, sehingga menghasilkan produksi yang optimal. Pembibitan tanaman sawit membutuhkan unsur hara yang cukup besar selama pertumbuhannya sampai pada fase tanaman menghasilkan (Mim *et al.*, 2025). Kelapa sawit merupakan tanaman yang mudah mengalami cekaman kekeringan, karena memiliki sistem perakaran yang dangkal. Sistem perakaran yang dangkal sering kali membuat tanaman kelapa sawit tidak mampu menyerap air secara maksimal dan juga memanfaatkannya secara maksimal (Barokah *et al.*, 2024). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan organik pada media tanam bibit sawit memberikan efek positif karena mampu menjaga kelembaban tanah sehingga membantu akar dalam menyerap kebutuhan air (Widiyani *et al.*, 2025).

Tanah Inceptisol dan Ultisol merupakan jenis tanah yang potensial untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian terutama pada pembibitan kelapa sawit. Media tanam yang memiliki kesuburan rendah seperti Ultisol (*Hapludults*) dan Inceptisol (*Dystrudepts*) menjadi tantangan dalam pembibitan kelapa sawit. Tanah Ultisol (tanah merah) merupakan tanah yang kurang subur dengan ditandai rendahnya kesuburan tanah, keasaman yang tinggi dengan $pH < 5$ kemungkinan disebabkan oleh eksploitasi berlebihan dan erosi, kurangnya kandungan kimia tanah yang dibutuhkan tanaman (Anikwe *et al.*, 2016). Sedangkan tanah Inceptisol (*Dystrudepts*) umumnya masih rendah, karena salah satu ciri Inceptisol yaitu memiliki kandungan bahan organik yang rendah kurang dari 5% yang akan menyebabkan kualitas fisik tanah kurang baik. Sehingga perlu pengelolaan yang tepat untuk memperbaiki sifat tanah tersebut dengan penambahan bahan organik maupun anorganik.

Karakteristik tanah Ultisol dan Inceptisol yang rendah unsur hara maka perlu adanya penambahan bahan anorganik atau organik untuk meningkatkan hara dan memperbaiki sifat fisik, kimia, serta biologi tanah. Pupuk anorganik memiliki kandungan hara yang tinggi dan terstandar, kelarutan yang tinggi, dan efek yang cepat terhadap pertumbuhan tanaman terutama pada tanah yang memiliki kemasaman tinggi. Karakteristik utama pupuk anorganik adalah ketersediaan hara yang cepat (*quick release*), dimana unsur hara dalam pupuk anorganik umumnya dalam bentuk yang mudah larut dan langsung tersedia untuk diserap oleh akar tanaman kelapa sawit (Endawan *et al.*, 2025). Sedangkan penambahan bahan organik seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah namun efek ini akan muncul setelah bahan tersebut terdekomposisi membentuk humus pada tanah. Menurut Sarwono *et al.*, (2023), proses pengomposan yang memakan waktu lama akan menimbulkan permasalahan, semakin lama proses pengomposan berlangsung maka semakin luas area yang diperlukan untuk pengomposan. Salah satu pendekatan inovatif yang berkembang pesat adalah pemanfaatan nanoteknologi dalam pertanian. Menurut Nurhidayati *et al.*, (2023), untuk mengatasi berbagai permasalahan sebagai dampak penerapan sistem pertanian konvensional dengan masukan agrokimia tinggi dan semakin terbatasnya bahan baku pupuk kimia, perlu penerapan teknologi nano agar efisiensi sistem produksi pertanian di Indonesia dapat ditingkatkan. Penerapan pupuk nanokompos diharapkan dapat mempercepat efek positif dari aplikasi bahan organik tersebut secara fisik, kimia maupun biologi tanah.

Penambahan bahan anorganik dan organik nanokompos pada jenis tanah Ultisol dan Inceptisol yang memiliki karakteristik rendah unsur hara diduga dapat meningkatkan hara dan memperbaiki sifat fisik, kimia serta biologi tanah. Pada penelitian Suprianto *et al.*, (2024) menyatakan bahwa aplikasi pupuk anorganik pada bibit kelapa sawit fase *main nursery* meningkatkan tinggi tanaman, jumlah pelepah, diameter batang, dan biomassa total secara signifikan dibandingkan dengan tanpa pemupukan. Sedangkan hasil penelitian Aminullah *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati yaitu pertambahan tinggi tanaman, pertambahan jumlah pelepah, pertambahan panjang pelepah, pertambahan lilit batang, jumlah akar primer dan panjang akar terpanjang. Sedangkan pendekatan kompos berbasis nanoteknologi masih sangat terbatas terutama pada media tanah Ultisol (*Hapludults*) dan Inceptisol (*Dystrudepts*).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji performa *shoot-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* perlakuan nanokompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk anorganik pada dua jenis tanah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan performa *shoot-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada dua macam jenis tanah?
2. Bagaimana perbedaan performa *shoo-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan nanokompos dan pupuk anorganik dibandingkan dengan tanpa pemupukan?

3. Apakah terdapat peningkatan *shoot-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan nanokompos dan pupuk anorganik dibandingkan dengan tanpa pemupukan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbedaan performa *shoot- root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada dua macam jenis tanah.
2. Untuk mengetahui perbedaan performa *shoot-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan nanokompos dan pupuk anorganik dibandingkan dengan tanpa pemupukan.
3. Untuk mengetahui peningkatan *shoot-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan nanokompos dan pupuk anorganik dibandingkan dengan tanpa pemupukan.

1.4 Hipotesis

1. Diduga terdapat perbedaan performa *shoot- root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada dua macam jenis tanah..
2. Diduga terdapat perbedaan performa *shoo- root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan nanokompos dan pupuk anorganik dibandingkan dengan tanpa pemupukan.
3. Diduga terdapat peningkatan *shoot-root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan nanokompos dan pupuk anorganik dibandingkan dengan tanpa pemupukan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan tentang “Performa *Shoot-Root* Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Fase *Main Nursery* Pada Perlakuan Nanokompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk Anorganik” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Performa *shoot- root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada dua macam jenis tanah menunjukkan bahwa perlakuan jenis tanah Ultisol memberikan pengaruh lebih baik terhadap parameter berat segar total, berat kering total, berat segar akar, berat kering akar, volume akar, berat segar *shoot*, berat kering *shoot*, dan rasio *shoot root* dibandingkan tanah Inceptisol.
2. Performa *shoo- root* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada perlakuan pemupukan 100% nanokompos dan 100% pupuk anorganik pada parameter berat segar total, berat kering total, berat segar akar, berat kering akar, volume akar, berat segar *shoot*, berat kering *shoot*, dan rasio *shoot root* memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol (tanpa pemupukan). Tetapi pada parameter panjang akar perlakuan dengan pemberian 100% pupuk nanokompos memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan pemberian 100% pupuk anorganik dan kontrol (tanpa pemupukan).
3. Peningkatan *shoot* tertinggi bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) fase *main nursery* pada tanah Ultisol ditemukan pada perlakuan 100%

pupuk anorganik, sedangkan pada tanah Inceptisol, penambahan 100% pupuk nanokompos memberikan persentase peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini disarankan bahwa untuk mempertahankan keseimbangan antara *shoot* dan *root* pada bibit sawit disarankan mengaplikasikan pupuk anorganik pada tanah Ultisol dan pupuk nanokompos pada tanah Inceptisol. Perlu penelitian lebih lanjut untuk perlakuan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk nanokompos.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahman, M.A., M., Nour El-Din, B.M., Refaat, E.H., Abdel-Shakour, E.E.-D., Ewais, H.M.A., Alrefaey., 2016. Biotechnological application of thermotolerant cellulose-decomposing bacteria in composting of rice straw. *Annals of Agricultural Sciences* 61, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.11.006>
- Afrianti, Z. 2023. Kajian kemantapan agregat tanah dan pertumbuhan tanaman kelapa sawit akibat pemberian pupuk kotoran ayam pada inceptisol tapak residu biochar janjang kosong dan pupuk kotoran ayam. (*Doctoral dissertation, Universitas Jambi*).
- Aini, D.N., H., Hanifa, D.S., Mulfa, T.M., Linda, 2021. Pengaruh bioaktivator selulolitik untuk mempercepat pengomposan tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* 1–7. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>
- Aminullah, A., T., Rosmawati, S., Sulhaswardi, 2019. Uji pemberian kompos tandan kosong sawit dan npk 16:16:16 pada pembibitan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) main nursery dengan media sub soil ultisol. *dp* 33, 275–284. [https://doi.org/10.25299/dp.2017.vol33\(3\).3840](https://doi.org/10.25299/dp.2017.vol33(3).3840)
- Ansi, A., 2025. The effect of organic fertilizer and combination of npk on growth and yield of peanut on ultisol soil. *jiikpp* 4, 34–38. <https://doi.org/10.56189/jiikpp.v4i3.114>
- Arintoko, A.N., Y., Maryani, D.H., Pamungkas, 2023. Effect of inorganic fertilizer on growth and results green beans (*Vigna radiata* L.) Vima 1 and demak varieties. *Jurnal Ilmiah Agroust*, 7(1), 13-25.
- Ariska, E., F. S., Harahap, B. A., Dalimunthe, & I. A. P., Septyani, 2022. Pelatihan pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) untuk dijadikan pupuk organik di Desa Tebing Tinggi Pangkatan. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 13(1), 201-208.
- Aryandri, IP & Sukemi, 2021. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di medium gambut yang di pupuk dengan limbah cair pabrik kelapa sawit dan cendawan Mikoriza arbuskular', *JOM Faperta UR*, 8, (2), 1-15.
- Asih, P.W., S.R., Utami, S., Kurniawan, 2019. Perubahan sifat kimia tanah setelah aplikasi tandan kosong kelapa sawit pada dua kelas tekstur tanah. *JTSL* 6, 1313–1323. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.2.12>
- Augustien, N., H., Suhardjono, 2017. Peranan berbagai komposisi media tanam organik terhadap tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) di polybag. *Agritrop: Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian. (Journal of Agriculture Science)* 14. <https://doi.org/10.32528/agr.v14i1.410>

- Barokah, M., Dewi, F.L.S., Rahmawati, A., 2024. Dampak keseimbangan air terhadap pertumbuhan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*): Review Literature 2.
- Bisht, G., S., Rayamajhi, 2016. ZnO nanoparticles: a promising anticancer agent. *Nanobiomedicine* 3, 9. <https://doi.org/10.5772/63437>
- Boren, N., Prima, B., Bustari, 2024. Pengaruh pemberian pupuk kotoran walet terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di *pre nursery*. *JRIP* 4, 1–11. <https://doi.org/10.31933/xk7evy14>
- Chen, R., H., Chang, Z., Wang, H., Lin, 2023. Determining organic-inorganic fertilizer application threshold to maximize the yield and quality of drip-irrigated grapes in an extremely arid area of Xinjiang, China. *Agricultural Water Management* 276, 108070. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108070>
- De La Peña, M., R., Ruiz-Romero, L.I., Castro-Arza, H.M., Romero, 2024. Changes in the root architecture of oil palm seedlings in response to nitrogen starvation. *Agronomy* 14, 409. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030409>
- Dewanti, A.D., A., Krisnohadi, M., Nuriman, 2024. Status unsur hara N, P dan K tanah Inseptisol pada tiga penggunaan lahan di desa semadin lengkong kecamatan nanga pinoh kabupaten melawi. *Perkebunan dan Lahan Tropika* 14, 34. <https://doi.org/10.26418/plt.v14i1.80733>
- E., P., S., Sarkar, P.K., Maji, 2024. A review on slow-release fertilizer: Nutrient release mechanism and agricultural sustainability. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 12, 113211. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.113211>
- Endawan, G. P., B., Badal, & Y., Desi, Y. 2025. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *main nuseri* terhadap frekuensi dan dosis pemberian NPK 16: 16: 16. *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 5(2), 163-173.
- Haitami, A., W., Wahyudi, 2019. Pengaruh berbagai dosis pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit plus (kotakplus) dalam memperbaiki sifat kimia tanah ultisol. *JIP* 16, 56–63. <https://doi.org/10.31849/jip.v16i1.2351>
- Hartari, W.R., F., Delvitasari, M., Maryanti, B., Undadraja, F., Hasbullah, G.A., Deksono, 2023. Pengujian lignoselulosa tandan kosong kelapa sawit dengan waktu delignifikasi h2so4 menggunakan uap bertekanan. *J. Agro Ind. Perkeb.* 151–158. <https://doi.org/10.25181/jaip.v11i3.3007>
- Hasibuan, A., Q.F.N., Nasution, A.M.P., Lubis, A.A., Harahap, S.P., Nasution, 2023. Pemanfaatan limbah kelapa sawit (tandan kosong kelapa sawit)

sebagai pupuk organik yang ramah lingkungan di kabupaten labuhan batu utara. *Journal of Health and Medical Research*, 3(1), 302-319.

- Hastuti, P. B., & S. M., Rohmiyati, 2020. Application of empty fruit bunches compost and types of P fertilizer on the growth and phosphorus uptake in oil palm seedlings. *Agrotechnology Research Journal*, 4(2), 59-64.
- He, F., G., Wang, L., Wang, Z., Li, Z., Tong, Y., Wang, X., Li, 2022. Effects of organic base fertilizer and inorganic topdressing on alfalfa productivity and the soil bacterial community in saline soil of the huanghe river delta in China. *Agronomy* 12, 2811. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112811>
- Husain, F., & I., Marzuki, 2021. Pengaruh temperatur penyimpanan terhadap mutu dan kualitas minyak goreng kelapa sawit. *J. Serambi Eng.* 6. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3470>
- Jamidi, J., S., Zuliati, Z., Wirda, 2022. Respon perakaran bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) akibat pemberian konsentrasi biourin sapi dan dosis pupuk NPK. *Jurnal Agrium* 19, 150. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i2.11459>
- Jati, J. A. W. N., & L. I. M., Yulianti, 2018. Kualitas pupuk cair organik dengan kombinasi limbah ampas jamu dan limbah ikan. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 53-61.
- Jauhari, P.A., 2017. Respon bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *pre nursery* pada media ultisol yang mendapat aplikasi sludge dan pupuk pelengkap cair. (Doctoral dissertation, Riau University).
- Kasno, A., L., Anggria, 2017. Peningkatan pertumbuhan kelapa sawit di pembibitan dengan pemupukan NPK / increasing growth of oil palm seedling with NPK fertilization. *J. penelitian tanam. industri* 22, 107. <https://doi.org/10.21082/litri.v22n3.2016.107-114>
- Kautsar, V., Afrizal, W.D.U., Parwati, 2025. Enhancing oil palm seedling growth through the utilization of guano in early nursery stage. *AGX* 16. <https://doi.org/10.35891/agx.v15i2.4527>
- Khan, M.T., J., Aleinikovienė, L.-M., Butkevičienė, 2024. Innovative organic fertilizers and cover crops: perspectives for sustainable agriculture in the era of climate change and organic agriculture. *Agronomy* 14, 2871. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122871>
- Legawati, L., C., Maarasyid, Z., Meldha, S., Liska, Y., Yolanda, Y.B., Hendri, D.A.S., Ermal, N.Z., Elsa, 2025. Artikel Review: Efektivitas mikroorganisme untuk pengomposan tandan kosong sawit secara berkelanjutan. *JUTIN* 8, 3032–3039. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.47603>

- Lia, N.A., B. B., Santoso, N., Farida, 2023. Pengaruh pemberian pupuk anorganik dan pupuk organik cair (POC) limbah air cucian beras terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *JIMA* 2, 45–53. <https://doi.org/10.29303/jima.v2i1.2290>
- Lopez, G., S.H., Ahmadi, W., Amelung, M., Athmann, F., Ewert, T., Gaiser, M.I., Gocke, T., Kautz, J., Postma, S., Rachmilevitch, G., Schaaf, A., Schnepf, A., Stoschus, M., Watt, P., Yu, S.J., Seidel, 2023. Nutrient deficiency effects on root architecture and root-to-shoot ratio in arable crops. *Front. Plant Sci.* 13, 1067498. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1067498>
- Madusari, S., V., Irma Sari, Jumardin, S., Hardianto, B., Pirnado Lubis, 2024. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit pada media tanam kompos limbah organik perkebunan. *J. Galung Trop* 13, 408–417. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i3.1111>
- Mahmud, M.S., K.P., Chong, 2021. Formulation of biofertilizers from oil palm empty fruit bunches and plant growth-promoting microbes: A comprehensive and novel approach towards plant health. *Journal of King Saud University - Science* 33, 101647. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101647>
- Manurung, A.N.H., 2024. Efisiensi penggunaan radiasi matahari dan partisi bahan kering bibit kelapa sawit pada berbagai dosis pupuk kalium dan magnesium. *JAT* 12, 956. <https://doi.org/10.23960/jat.v12i4.7864>
- Marcelian, S., 2023. Prodi agroteknologi fakultas pertanian universitas batang hari jambi 2023. (*Doctoral dissertation, Universitas Batanghari Jambi*).
- Mim, J.J., S.M.M., Rahman, F., Khan, D., Paul, S., Sikder, H.P., Das, S., Khan, N.T., Orny, Md.R., Hossain Shuvo, N., Hossain, 2025. Towards smart agriculture through nano-fertilizer-A review. *Materials Today Sustainability* 30, 101100. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2025.101100>
- Nasrudienullah, M.I., 2025. Penerapan ekonomi sirkular untuk mendukung pengelolaan limbah padat (organik) yang berkelanjutan di PT.X. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(6), 628-631.
- Nate, T.T., M., Rafli, S., Handayani, L., Nazirah, 2023. Aplikasi pupuk organik teknologi nano dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 2(4), 94-98.
- Nawawi, I., Muslikhah, S., 2024. Foliar application of zno nanoparticle enriched nanocompost on the growth and yield of pakcoy mustard (*Brassica rapa* L.) 12.

- Nazari Y.A, F, Fakhrurrazie, N., Aidawati, G., Gunawan, 2015. Deteksi perakaran kelapa sawit pada lubang biopori modifikasi dengan metode Geolistrik Resistivitas. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*. 40 (1): 31-39.
- Noviantoni, R., I.G., Tabrani, I., Nurbaiti, 2016. And frequencies of applications of supplementary liquid fertilizer 2.
- Nurhidayati, A. Basit, S. I. Tito, N. U. S. Rahmawati. 2023. Peluang prospek teknologi nano dalam sistem pertanian indonesia. *Unisma Press. Malang*. 174 hlm
- Nurizki, I., S.M., Rochmiyati, G., Noviana, 2024. Pengaruh macam kompos by product kebun kelapa sawit pada beberapa jenis tanah yang berbeda terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre nursery. *AGROISTA* 8, 82–88. <https://doi.org/10.55180/agi.v8i2.1263>
- Ovie, S., G., Nnaji, P., Oviasogie, P., Osayande, P., Irhemu, 2015. Effects of composted oil palm bunch wastes and chemical fertilizer on growth of oil palm seedling under water stress condition. *Agro-Sci.* 12, 17. <https://doi.org/10.4314/as.v12i1.3>
- Pradiko, I., Hidayat, F., Darlan, N.H., Santoso, H., Winarna, W., Rahutomo, S., Sutarta, E.S., 2016. Root distribution of oil palm and soil physical properties in different planting hole and empty fruit bunches application. *J. Penelitian Kelapa Sawit* 24, 23–38. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v24i1.4>
- Pratiwi, A. A. E. C., N., Nurhidayati, N., & A., Sholihah, 2025. Aplikasi nano kompos, nano parti aplikasi nano kompos, nano partikel ZnO dan SiO₂ pada pertumbuhan bibit (*main nursery*) tanaman sawit: aplikasi nano kompos, nano partikel ZnO dan SiO₂ pada pertumbuhan bibit (*main nursery*) tanaman sawit. *Folium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(2), 68-78.
- Putra, R.E., M.L., Rayes, S., Kurniawan, R., Ustiatik, 2024. Pengaruh kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta produksi padi pada lahan kering yang disawahkan. *Agrikultura* 35, 136. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v35i1.53686>
- Qur'ania, A., N., Nurhidayati, S., Gunawan, S.I., Tito, E., Rahayu, A., Basit, 2026. Growth responses of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings to EFB-Derived nanocompost and NPK fertilizer combinations in inceptisol under main nursery conditions. *BIO Web Conf.* 209, 02003. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202620902003>
- Rahmawati, N., 2023. Jurusan agroekoteknologi fakultas pertanian universitas jambi. (*Doctoral dissertation, Agroekoteknologi*).

- Rajesra, A.R., 2025. Pengaruh pemberian kompos limbah kelapa sawit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Ramadhan, S., B., Nasrul, 2022. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan pemberian pupuk npk dan kompos sekam padi pada media inceptisol. *AGROTEK* 6, 1–14. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v6i1.169>
- Rinaldi, A., D., Dermiyati, R., Taisa, A., Afandi, 2019. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk organonitrofos dan pupuk kimia dengan penambahan biochar terhadap kemantapan agregat tanah ultisol di natar dan taman bogo. *JAT* 7, 249. <https://doi.org/10.23960/jat.v7i1.2989>
- Romadhan, P., G., Gusmini, H., Hermansah, 2023. Karakteristik pupuk organik granul biokanat formulasi biochar sekam padi, senyawa polimer dan tanah liat. *J. Agrium* 20, 18. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i1.10622>
- Rosenani, A.B., R., Rovica, P.M., Cheah, C.T., Lim, 2016. Growth performance and nutrient uptake of oil palm seedling in prenursery stage as influenced by oil palm waste compost in growing media. *International Journal of Agronomy* 2016, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2016/6930735>
- Rosiqin, M.A., D., Puspitasari, A.N.F., Ganda, 2025. Studi mikrostruktur serbuk nano karbon hasil proses ball milling dengan metode (*scanning electron microscopy*) sem. *Jurnal Rekayasa Mesin* 10. 10(03), 620-627.
- Rr Darlita, R.D., B., Joy, R., Sudirja, 2017. Analisis beberapa sifat kimia tanah terhadap peningkatan produksi kelapa sawit pada tanah pasir di perkebunan kelapa sawit selangkun. *Agrikultura* 28. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i1.12294>
- Ruiz-Romero, R., M., De La Peña, I., Ayala-Díaz, C., Montoya, H.M., Romero, 2024. Genotype and nitrogen source influence drought stress response in oil palm seedlings. *Agronomy* 14, 2082. <https://doi.org/10.3390/agronomy14092082>
- Samanta, S., S., Sengupta, 2024. Integrated nutrient management (INM) in sustainable plant nutrition. *Int. J. Agric. Food Sci.* 6, 128–130. <https://doi.org/10.33545/2664844X.2024.v6.i2b.216>
- Santoso, H., & A., Sutanto, 2024. Penggunaan pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah: *STUDI LITERATUR. BIOLOVA*, 5(2), 141-151.
- Sarwono, E., D.E., Rahayu, W.D., Millati, 2023. Proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS): analisis fisik dan kenampakan organisme. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(2), 317-327.

- Satria, R.E., E.T., Sofyan, M.I.S., Sule, A., Suriadikusumah, Irwandhi, 2025. Sistematic literature review: strategi peningkatan produktivitas kelapa sawit dalam menghadapi perubahan iklim. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan* 12, 81–88. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2025.012.1.8>
- Sawaludin, S., N., Nurhayati, S. R., Hermanto, R., Rosmalinda, & B., Setiawan, 2022. Pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit sisa jamur untuk meningkatkan pertumbuhan bibit tebu (*Saccharum officinarum L.*) di tanah gambut. *Journal of Agro Plantation (JAP)*, 1(1), 35-40.
- Sembiring, J.V., N., Nelvia, A.E., Yulia, 2016. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) di pembibitan utama pada medium sub soil ultisol yang diberi asam humat dan kompos tandan kosong kelapa sawit. *J. AGROTEKNOLOGI* 6, 25. <https://doi.org/10.24014/ja.v6i1.1373>
- Septiaji, E.D., J., Bimasri, Z., Amin, 2024. Karakteristik sifat fisik tanah ultisol berdasarkan tingkat kemiringan lereng. *JA* 7, 41–49. <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v7i2.6462>
- Setiawati, M.R., R., Hindersah, P., Suryatmana, 2021. Benefits of oil palm empty fruit bunches compost to increase the population of beneficial bacteria, growth, and yield of pakcoy on inceptisols. *IJAEB* 06, 168–178. <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2021.5611>
- Shaheb, M.R., R., Venkatesh, S.A., Shearer, 2021. A review on the effect of soil compaction and its management for sustainable crop production. *J. Biosyst. Eng.* 46, 417–439. <https://doi.org/10.1007/s42853-021-00117-7>
- Sidabutar, R., B., Trisakti, I., Irvan, S.F., Batubara, N.D., Gusty, H.S., Rambe, Mhd.R., Syahputra, M., Michael, M., Syaifan, E.R., Effendi, V., Alexander, Y., Nabilah, M.T., Fath, N.F., Dalimunthe, M., Sijabat, S., Syafriandy, M.S., Takriff, 2025. Development of a novel co-composting system for empty fruit bunches using UASB-HCPB fermentor-derived effluent for sustainable palm oil waste management: Design, performance evaluation, and kinetic study. *Journal of Hazardous Materials Advances* 18, 100730. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2025.100730>
- Simanihuruk, B.W., I., Ismail, A.D., Nusantara, 2021. The growth of oil palm (*Elaeis guineensis Jacq.*) on media planting in the form of subsoil, empty fruit branch of oil palm (efbop) compost and rice husks in main-nursery stage. *J. Agroqua* 19, 334. <https://doi.org/10.32663/ja.v19i2.2297>
- Sinaga, J., 2024. Penerapan nanoteknologi dalam agroteknologi: potensi dan tantangan dalam pertanian modern. *Tugas Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 1(2).
- Siregar, M.J., A., Nugroho, 2021. Aplikasi pupuk kandang pada tanah merah (*Ultisol Soil*) di lahan Pertanian Batam, Kepulauan Riau. *JSE* 6. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i2.2888>

- Sitorus, C. M. V., T., Setyorini, & S., Suryanti, 2021. Pengaruh pupuk NPK dan pupuk silika terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. *Agroista: Jurnal Agroteknologi*, 5(2), 61-66.
- Suhadi, S., A., Hasibuan, S., Amir, R., Syofiani, S., D., Puspita 2025. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap pemberian kompos batang pisang. *J. Agrium* 22, 292–301. <https://doi.org/10.29103/agrium.v22i3.24490>
- Suprianto, A.A., M.S., Siregar, D.M., Tarigan, 2024. Optimasi pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery* melalui pemanfaatan biochar sekam padi dan pupuk npk pada tanah dengan kandungan nitrogen yang rendah. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 5428-5437.
- Supriatna, J., M.R., Setiawati, R., Sudirja, C., Suherman, X., Bonneau, 2023. Migration from inorganic to organic fertilization for a more sustainable oil palm agro-industry. *Heliyon* 9, e22868. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22868>
- Suryanti, S., A., Umami, S., Gunawan, I.S., Santi, R.H., Maulana, 2022. Influence of pgpr, bio-phosphate microorganism and phosphate on growth of oil palm seedlings under drought stress conditions. *KLS*. <https://doi.org/10.18502/cls.v7i3.11149>
- Susilowati, L.E., S., Sukartono, M.F., Akbar, B.H., Kusumo, A., Suriadi, A.S., Leksono, F., Fahrudin, 2024. Assessing the synergistic effects of inorganic, organic, and biofertilizers on rhizosphere properties and yield of maize. *Sains Tanah J. Soil Sci. Agroclimatology* 21, 104. <https://doi.org/10.20961/stjssa.v21i1.85373>
- Tiesland Z., M. G., Septin, S. G., Selvian, 2025. Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah. *Flora* 2, 208–213. <https://doi.org/10.62951/flora.v2i1.268>
- Uddin, Md.K., Saha, B.K., Wong, V.N.L., Patti, A.F., 2025. Organo-mineral fertilizer to sustain soil health and crop yield for reducing environmental impact: A comprehensive review. *European Journal of Agronomy* 162, 127433. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127433>
- Widiyani, D. P., R. P. K., Sari, & T. A., Airlangga, 2025. Utilization of various organic mulches in maintaining soil moisture in oil palm (*Elaeis guineensis* J.) *Main-nursery* during dry season. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 13(2), 102-107.
- Widiyastuti, D. A., & A., Kurniawan, 2018. Pengendalian gulma pada tanaman menghasilkan kelapa sawit (*Elaeis gueneensis* Jack.) di PT Kharisma Alam Persada Kabupaten Tapin. *AGRISAINS*, 4(01), 21-26.

- Widodo, K. H., & Z., Kusuma, 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di Inceptisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 959-967.
- Wisesa, P. U. M. 2025. Pola sebaran *feeding roots* (akar tersier dan kuarter) tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) pada berbagai tutupan lahan, jarak dan variasi kedalaman gambut .
- Xiong, P., F., Jiang, Y., Wang, Z., Zhang, 2024. Artificial macropores improve maize performance at the seedling stage under poor aeration. *Front. Plant Sci.* 15, 1468242. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1468242>
- Yaakob, M.S., R., Ishak, A.R., Tajuddin, E.S., Tugiman, C.C., Tan, H. S. K., Zul, S.O., Syed Rastan, Diversatech Fertilizer Sdn Bhd, 2023. Assessment of slow release organic fertiliser in oil palm seedling growth. *The Planter* 99. <https://doi.org/10.56333/tp.2023.015>
- Yuliani, W., S., Si, 2025. Lingkar edukasi indonesia.
- Yuniarti, A., E., Solihin, A.T., Arief Putri, 2020. Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa L.*) pada Inceptisol. *kultivasi* 19, 1040. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.24563>
- Yuninda, D.E., B., Badal, 2021. Pemberian tanah : kompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS) ; pupuk NPK 16:16:16 terhadap pertumbuhan bibit 1. *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 1(2), 196-206.
- Yusuf, F.R., S., Suprihatin, N.S., Indrasti, 2025. Improving the environmental performance of palm oil industry through the utilization of empty oil palm bunches as organic fertilizer and biochar for soil amendment. *Environmental Challenges* 20, 101185. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101185>.