

**EFEK APLIKASI TIGA MACAM NANO KOMPOS LIMBAH SAWIT
TERHADAP RASIO *SHOOT-ROOT* DAN DISTRIBUSI PERAKARAN
BIBIT SAWIT FASE *MAIN NURSERY* DIBANDINGKAN DENGAN
PENGUNAAN PUPUK ANORGANIK**

SKRIPSI

Oleh:

RIZKY DWIYAN PRATAMA

NIM : 222.01.03.1047



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

MALANG

2026

**EFEK APLIKASI TIGA MACAM NANO KOMPOS LIMBAH SAWIT
TERHADAP RASIO *SHOOT-ROOT* DAN DISTRIBUSI PERAKARAN
BIBIT SAWIT FASE *MAIN NURSERY* DIBANDINGKAN DENGAN
PENGUNAAN PUPUK ANORGANIK**

SKRIPSI

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

Oleh :

RIZKY DWIYAN PRATAMA

NPM : 222.01.03.1047



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : EFEK APLIKASI TIGA MACAM NANO KOMPOS
LIMBAH SAWIT TERHADAP RASIO *SHOOT-ROOT* DAN
DISTRIBUSI PERAKARAN BIBIT SAWIT FASE *MAIN*
NURSERY DIBANDINGKAN DENGAN PENGGUNAAN
PUPUK ANORGANIK

Nama Mahasiswa : RIZKY DWIYAN PRATAMA

NPM : 22201031047

Program Studi : AGROTEKNOLOGI

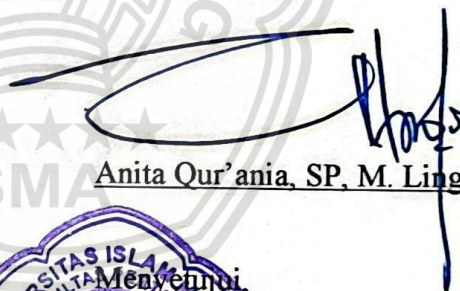
Menyetujui

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua



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



Anita Qur'ania, SP, M. Ling



Mengesahkan,
Dekan

Dr. Ir. Anis Rosyidah, M.P.



Menyetujui,
Ketua Program Studi

Anita Qur'ania, SP, M. Ling

Tanggal Kelulusan:

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : EFEK APLIKASI TIGA MACAM NANO KOMPOS
LIMBAH SAWIT TERHADAP RASIO *SHOOT-ROOT* DAN
DISTRIBUSI PERAKARAN BIBIT SAWIT FASE *MAIN*
NURSERY DIBANDINGKAN DENGAN PENGGUNAAN
PUPUK ANORGANIK

Nama Mahasiswa : RIZKY DWIYAN PRATAMA

NPM : 22201031047

Program Studi : AGROTEKNOLOGI

Mengesahkan,

Majelis Penguji



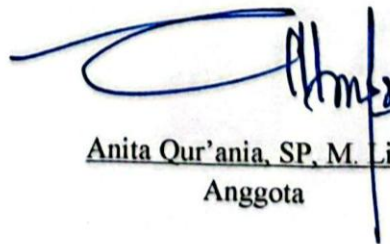
Ir. Abdul Basit, M.P.

Ketua



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

Anggota



Anita Qur'ania, SP, M. Ling

Anggota

PERNYATAAN KEASLIAN PENULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Dwiyan Pratama

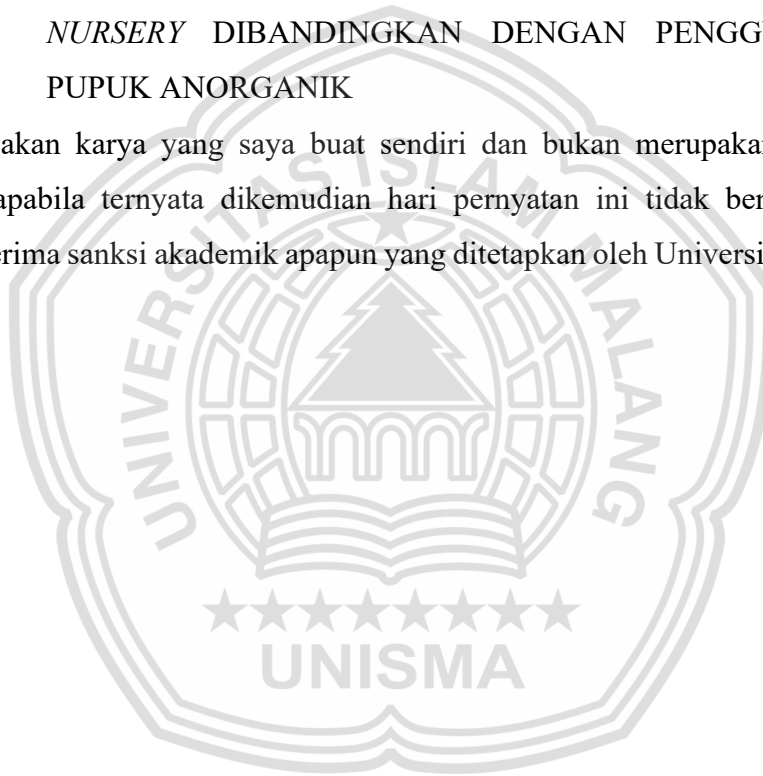
NPM : 22201031047

Prodi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian Universitas Islam Malang

Judul : EFEK APLIKASI TIGA MACAM NANOKOMPOS LIMBAH SAWIT TERHADAP RASIO *SHOOT-ROOT* DAN DISTRIBUSI PERAKARAN BIBIT SAWIT FASE *MAIN NURSERY* DIBANDINGKAN DENGAN PENGGUNAAN PUPUK ANORGANIK

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



Rizky Dwiyan Pratama
NIM. 22201031047

MOTTO

“Sing sabar, sing ikhlas, sing istiqomah”

(Yang sabar, yang ikhlas, yang istiqomah)

Ibu Nyai Hj. Hasbiyah Hamid (Pendiri PP Al-Ishlahiyah)



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:

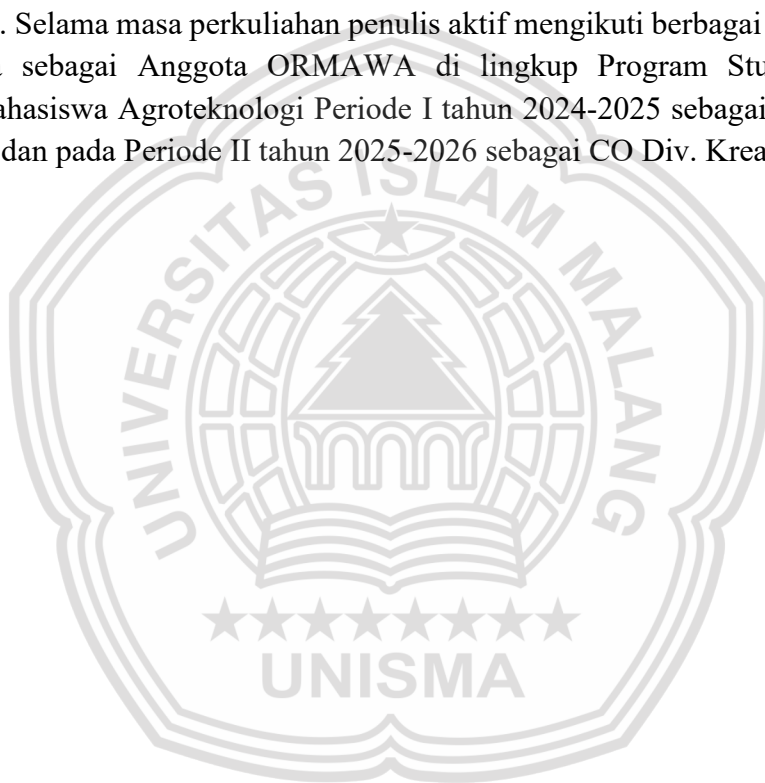
Bapak Marijanto dan ibu Ti'in selaku orang tua saya, Mustika Prihatiningtyas Putri dan Edwin Yuswanto Adi selaku kakak saya dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk apapun serta memberikan nasihat tentang perjalanan kehidupan saya selama di dunia perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Kediri, pada tanggal 07 Desember 2002 sebagai putra bungsu dari pasangan Ayah Marijanto dan Ibu Ti'in. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Suruhwadang 04, Desa Suruhwadang, Kabupaten Blitar lulus pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama di SMP PRAJAMUKTI, Kec. Tegalsari, Kota Surabaya lulus tahun 2018, Sekolah Menengah Atas di SMK Terpadu Al-Ishlahiyah, Kec. Singosari, Kab. Malang lulus tahun 2021, serta menjadi salah satu santri di Pondok Pesantren Putra Al-Ishlah Langgar Genteng Kec. Singosari Kota Malang dari tahun 2018-2022. 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 Anggota ORMAWA di lingkup Program Studi yaitu Himpunan Mahasiswa Agroteknologi Periode I tahun 2024-2025 sebagai anggota Div. Kreatif dan pada Periode II tahun 2025-2026 sebagai CO Div. Kreatif.



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 “EFEK APLIKASI TIGA MACAM NANO KOMPOS LIMBAH SAWIT TERHADAP RASIO *SHOOT-ROOT* DAN DISTRIBUSI PERAKARAN BIBIT SAWIT FASE *MAIN NURSERY* DIBANDINGKAN DENGAN PENGGUNAAN PUPUK ANORGANIK” 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 peneliti 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 penyanggah dana pada penelitian ini yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.

4. Ibu Anita Qur'ania, S.P., M. Ling., 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. Kepada seseorang yang penulis kagumi, terima kasih telah menjadi alasan di balik semangat yang tak kunjung padam. Terima kasih telah menjadi rumah dalam pikiran, meski belum bisa menjadi tujuan di dunia nyata.

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



Rizky Dwiyan Pratama

ABSTRAK

Efek Aplikasi Tiga Macam Nano Kompos Limbah Sawit Terhadap Rasio *Shoot-Root* Dan Distribusi Perakaran Bibit Sawit Fase *Main Nursery* Dibandingkan Dengan Penggunaan Pupuk Anorganik

Di bawah bimbingan : 1. Prof. Dr. Ir. Nurhidayat, MP.
2. Anita Qur'ania, SP., M. Ling.

Kelapa sawit merupakan komoditas penting bagi perekonomian Indonesia, sehingga kualitas bibit pada fase *main nursery* menjadi faktor kunci dalam keberhasilan budidaya. Pada fase ini, rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran menjadi indikator penting karena menentukan kemampuan bibit menyerap air dan hara serta ketahanannya di lapangan. Sementara itu, industri sawit menghasilkan limbah TKKS dalam jumlah besar, dan penggunaan pupuk anorganik secara intensif menimbulkan dampak terhadap biaya dan kualitas tanah. Pemanfaatan TKKS sebagai kompos, termasuk dalam bentuk nanokompos, menawarkan solusi untuk memperbaiki media tanam, meningkatkan ketersediaan hara, dan mendukung pertumbuhan perakaran. Teknologi nanokompos memungkinkan distribusi hara lebih efisien dan merangsang perkembangan akar yang lebih optimal dibandingkan pemupukan konvensional. Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan manfaat nanokompos terhadap pertumbuhan tanaman, kajian mengenai pengaruhnya terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada fase *main nursery* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh berbagai jenis nanokompos limbah sawit terhadap parameter tersebut sebagai dasar pengembangan pemupukan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Penelitian ini dilaksanakan di greenhouse Dusun Jewo, Desa Sengonagung, Kecamatan Purwosari, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, pada bulan Maret–September 2025. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu macam nanokompos (tandan kosong kelapa sawit; tandan kosong kelapa sawit + solid decanter; tandan kosong kelapa sawit + kotoran sapi) dan macam pemupukan (kontrol, pupuk kimia dosis 100%, dan nanokompos dosis 100%). Setiap perlakuan diulang lima kali dengan tiga sampel per ulangan sehingga diperoleh 90 satuan percobaan. Variabel yang diamati meliputi biomassa tanaman dan akar, panjang dan volume akar, rasio *shoot-root*, serta distribusi perakaran. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) taraf 5%, dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Dunnett taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis nano-kompos limbah kelapa sawit dan macam pemupukan terhadap rasio *shoot-root* serta distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada fase *main nursery*, sehingga masing-masing faktor bekerja secara independen. Jenis nano-kompos limbah sawit berpengaruh nyata terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran, di mana nano-kompos berbahan dasar tandan kosong kelapa sawit yang dikombinasikan dengan bahan organik lain mampu meningkatkan panjang, volume, dan sebaran akar sehingga menghasilkan keseimbangan pertumbuhan tajuk dan akar yang lebih baik. Selain itu, macam pemupukan juga berpengaruh nyata, dengan aplikasi nano-kompos dosis 100% menunjukkan perkembangan sistem perakaran dan distribusi akar yang lebih optimal dibandingkan pemupukan kimia dosis 100% maupun kontrol, sehingga mendukung kualitas bibit kelapa sawit pada fase *main nursery*.

ABSTRACT

The Effect Of Three Types Of Palm Oil Waste Nano Compost Application On The Shoot-Root Ratio And Root Distribution Of Palm Oil Seedlings In The Main Nursery Phase Compared With The Use Of Inorganic Fertilizer

Under the guidance of: 1. Prof. Dr. Ir. Nurhidayat, MP.

2. Anita Qur'ania, SP., M. Ling.

Oil palm is a vital commodity for the Indonesian economy, so seedling quality during the main nursery phase is a key factor in successful cultivation. During this phase, the shoot-root ratio and root distribution are crucial indicators, determining the seedlings' ability to absorb water and nutrients, and their survival in the field. Meanwhile, the palm oil industry produces large amounts of OPEFB waste, and the intensive use of inorganic fertilizers impacts costs and soil quality. Utilizing OPEFB as compost, including nanocompost, offers a solution to improve growing media, increase nutrient availability, and support root growth. Nanocompost technology enables more efficient nutrient distribution and stimulates more optimal root development compared to conventional fertilization. Although various studies have demonstrated the benefits of nanocompost on plant growth, studies on its effects on the shoot-root ratio and root distribution of oil palm seedlings during the main nursery phase are still limited. Therefore, this study was conducted to assess the effects of various types of palm oil waste nanocompost on these parameters as a basis for developing more effective and sustainable fertilization.

This research was conducted in the greenhouse of Jewo Hamlet, Sengonagung Village, Purwosari District, Pasuruan Regency, East Java, from March to September 2025. The research used a factorial Randomized Block Design (RAK) with two factors, namely the type of nanocompost (oil palm empty bunches; oil palm empty bunches + solid decanter; oil palm empty bunches + cow dung) and the type of fertilization (control, 100% dose of chemical fertilizer, and 100% dose of nanocompost). Each treatment was repeated five times with three samples per replication to obtain 90 experimental units. The observed variables included plant and root biomass, root length and volume, shoot-root ratio, 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 the Dunnett test at a 5% level.

The results of the study showed that there was no interaction between the type of palm oil waste nano-compost and the type of fertilization on the shoot-root ratio and root distribution of oil palm seedlings in the main nursery phase, so that each factor worked independently. The type of palm oil waste nano-compost significantly affected the shoot-root ratio and root distribution, where nano-compost made from empty oil palm bunches combined with other organic materials was able to increase the length, volume, and distribution of roots, resulting in a better balance of crown and root growth. In addition, the type of fertilization also had a significant effect, with the application of 100% nano-compost showing more optimal root system development and root distribution compared to 100% chemical fertilization or the control, thus supporting the quality of oil palm seedlings in the main nursery phase.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan pilar strategis ekonomi Indonesia, di mana Indonesia tetap mengukuhkan posisinya sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia. Indonesia tercatat sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia dengan luasan areal dan volume produksi yang tinggi, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan negara dan kesejahteraan petani (Fevriera & Devi, 2023). Tingginya kontribusi kelapa sawit terhadap sektor ekonomi menuntut adanya upaya peningkatan produktivitas yang berkelanjutan, salah satunya melalui penggunaan bibit yang unggul serta berkualitas.

Pembibitan dalam kelapa sawit terdapat dua tahap dimana tahap pertama yaitu *Pre-Nursery* (pembibitan awal) dan yang kedua *Main Nursery* (pembibitan utama). Di sisi lain, fase pembibitan khususnya fase *main nursery* merupakan tahapan krusial yang menentukan performa tanaman di lapangan. Fase *main nursery* (pembibitan utama) adalah tahap kritis dalam siklus hidup kelapa sawit sebelum dipindahkan ke lapangan (Tanaman Belum Menghasilkan/TBM). Pada tahap ini, bibit memerlukan pasokan hara yang seimbang untuk mendukung pertumbuhan vegetatif yang masif. Kualitas bibit pada fase ini menentukan tingkat keberhasilan adaptasi tanaman saat *transplanting* ke lapangan (Ariyanti *et al.*, 2018). Bibit dengan performa yang buruk di pembibitan cenderung memiliki pertumbuhan yang terhambat (*stunting*) dan produktivitas rendah di masa menghasilkan. Parameter kualitas bibit tidak hanya dilihat dari tinggi tanaman atau

jumlah pelepah, melainkan juga dari kekuatan struktur internal tanaman yang tercermin dalam biomassa tunas dan akar (Armaini *et al.*, 2018). Pada fase ini, bibit memerlukan suplai hara yang optimal untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan perkembangan sistem perakaran yang kuat.

Sistem perakaran adalah organ vital yang menentukan kemampuan bibit dalam menyerap air dan hara. Rasio *shoot-root* (rasio tajuk-akar) merupakan parameter keseimbangan pertumbuhan antara bagian atas (vegetatif) dan bagian bawah (akar) (Cabeza & Claassen, 2017). Rasio *shoot-root* yang ideal adalah 2,5-3,5 yang dimana artinya nilai BK tajuk harus lebih besar dari 2,5 nilai BK akar. Rasio *shoot-root* menunjukkan bahwa bibit memiliki sistem perakaran yang cukup kuat untuk menopang pertumbuhan tunasnya (Ariyanti *et al.*, 2022). Bibit dengan rasio *shoot-root* yang terlalu tinggi (tajuk terlalu berat dibanding akar) cenderung menyebabkan tanaman mudah roboh, dan sebaliknya jika rasio *shoot-root* terlalu rendah (akar terlalu berat dibanding tajuk) cenderung menyebabkan tanaman terlihat kerdil dan menghambat pertumbuhan (Grossnickle & MacDonald, 2018).

Sebagian besar lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia berada pada tanah marginal, khususnya jenis Ultisol. Tanah Ultisol dicirikan oleh tingkat keasaman yang tinggi (pH rendah), kandungan bahan organik yang minimal, serta ketersediaan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg) yang rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Afrizon, (2017) yang menyatakan bahwa tanah ultisol seringkali memiliki kejenuhan aluminium (Al) yang tinggi, yang bersifat toksik bagi pertumbuhan akar tanaman. Kondisi pH-H₂O yang rendah (sekitar 4,7) dan kejenuhan Al mencapai 54% sering dilaporkan pada lahan-lahan ini, yang mengakibatkan penyerapan hara oleh akar menjadi tidak efisien.

Upaya untuk mengatasi keterbatasan kesuburan pada tanah Ultisol perlu dilakukan melalui pengelolaan tanah yang tepat dengan memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan adalah melalui pemberian bahan amelioran serta penambahan bahan organik ke dalam tanah. Aplikasi bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, maupun limbah biomassa pertanian dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman menjadi lebih baik (Khadim *et al.*, 2024). Selain itu, bahan organik juga berperan dalam mengikat ion aluminium (Al) yang bersifat toksik sehingga dapat menurunkan tingkat kejenuhan Al dan memperbaiki kondisi lingkungan perakaran tanaman. Praktik pengapuran juga sering dilakukan untuk meningkatkan pH tanah sekaligus mengurangi tingkat kemasaman pada tanah Ultisol. Melalui kombinasi antara pengapuran dan penambahan bahan organik, efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman dapat meningkat sehingga pertumbuhan akar dan perkembangan tanaman menjadi lebih optimal. Dalam budidaya kelapa sawit, pemanfaatan limbah organik dari industri kelapa sawit seperti tandan kosong kelapa sawit, solid decanter, serta limbah organik lainnya yang diolah menjadi kompos merupakan salah satu alternatif yang berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah Ultisol secara berkelanjutan sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pupuk anorganik.

Namun Penggunaan kompos konvensional sebagai sumber bahan organik dalam budidaya tanaman memiliki beberapa keterbatasan, terutama terkait dengan proses dekomposisi dan pelepasan unsur hara yang relatif berlangsung lambat (Ribeiro *et al.*, 2025). Proses mineralisasi bahan organik pada kompos konvensional

membutuhkan waktu yang cukup lama sebelum unsur hara tersedia dan dapat diserap secara optimal oleh tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi pemanfaatan hara menjadi kurang maksimal, terutama pada fase pertumbuhan tanaman yang membutuhkan ketersediaan nutrisi secara cepat. Seiring dengan perkembangan teknologi pertanian, muncul inovasi pemanfaatan nanoteknologi dalam bentuk nano-kompos sebagai alternatif untuk meningkatkan efisiensi pupuk organik. Nanokompos merupakan kompos yang diproses hingga memiliki ukuran partikel sangat kecil, yaitu berkisar antara (1–100 nm), sehingga memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan kompos konvensional. Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut memungkinkan unsur hara lebih mudah terlarut, lebih cepat tersedia, serta lebih efisien diserap oleh tanaman, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pemupukan dan mendukung pertumbuhan tanaman secara lebih optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Tito *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa nanokompos meningkatkan serapan hara, berat kering tanaman, dan pertumbuhan akar maupun tajuk pada bibit kelapa sawit.

Meskipun demikian, kajian terdahulu umumnya masih berfokus pada parameter pertumbuhan secara umum dan belum banyak membahas distribusi spasial sistem perakaran secara mendalam, khususnya pada bibit kelapa sawit fase *main nursery* dengan aplikasi nano-kompos limbah sawit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi beberapa jenis nano-kompos limbah sawit terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada fase *main nursery* dibandingkan dengan pupuk anorganik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi

pemupukan yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan nilai tambah limbah sawit melalui pemanfaatan teknologi nano.

1.2 Rumusan Masalah

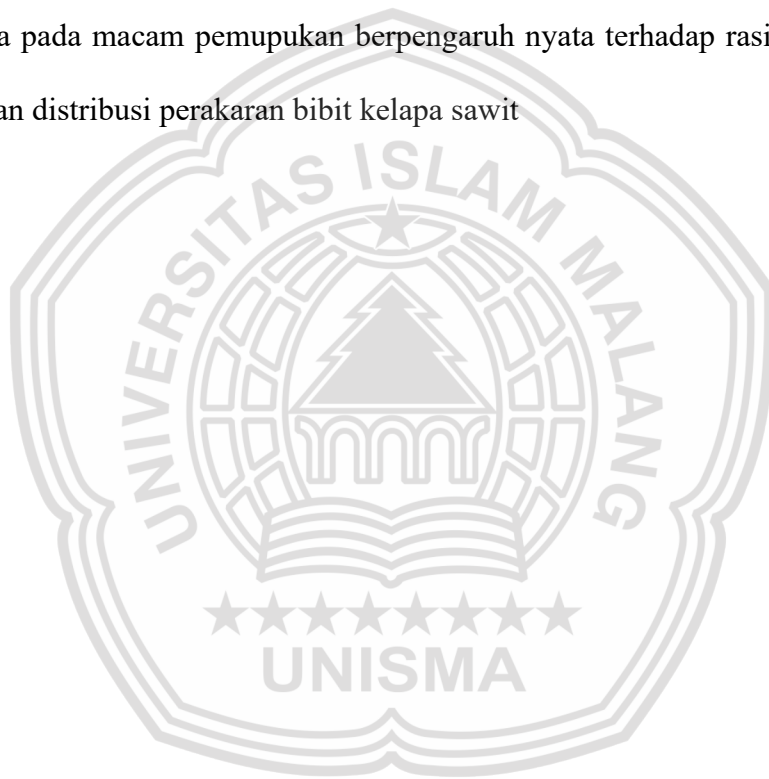
1. Bagaimana pengaruh interaksi kombinasi aplikasi tiga macam nano-kompos limbah sawit dan macam pemupukan terhadap rasio shoot-root dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada fase main nursery?
2. Bagaimana pengaruh aplikasi tiga jenis nano-kompos limbah sawit terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada *fase main nursery*?
3. Bagaimana pengaruh macam pemupukan terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengkaji pengaruh interaksi kombinasi tiga jenis nano-kompos limbah sawit dan macam pemupukan terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit fase *main nursery*.
2. Untuk menjelaskan pengaruh tiga macam nano-kompos limbah sawit terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit fase *main nursery*.
3. Untuk menjelaskan pengaruh macam pemupukan rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit fase *main nursery*.

1.4 Hipotesis

1. Diduga terdapat interaksi nyata antara macam nano-kompos limbah sawit dan macam pemupukan berpengaruh nyata terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada fase *main nursery*
2. Diduga pada macam nano kompos limbah sawit berpengaruh nyata terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit pada fase *main nursery*.
3. Diduga pada macam pemupukan berpengaruh nyata terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan tentang “Efek Aplikasi Tiga Macam Nano Kompos Limbah Sawit Terhadap Rasio *Shoot-root* dan Distribusi Perakaran Bibit Sawit Fase *Main Nursery* Dibandingkan Dengan Penggunaan Pupuk Anorganik” dapat disimpulkan sebagai berikut :

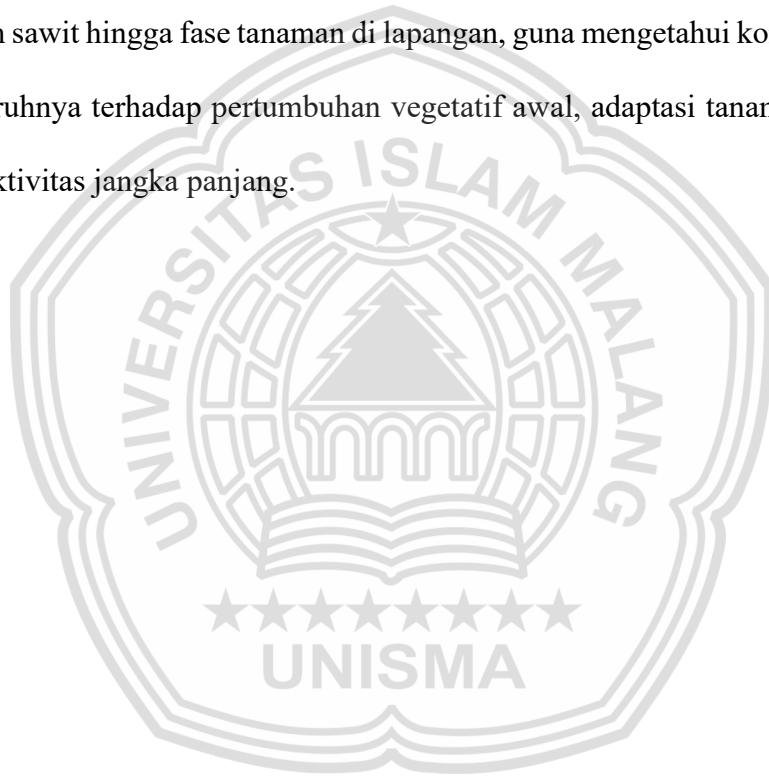
1. Interaksi antara jenis nano-kompos limbah kelapa sawit dan macam pemupukan menunjukkan pengaruh signifikan terhadap rasio *shoot-root*. Kombinasi perlakuan P1T1 dan P3T2 menunjukan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
2. Macam nanokompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (P1) memberikan pengaruh lebih baik terhadap rasio *shoot-root* dibandingkan dengan nanokompos TKKS + solid decanter dan TKKS + kotoran sapi.
3. Macam pemupukan memberikan pengaruh nyata terhadap rasio *shoot-root* dan distribusi perakaran bibit kelapa sawit. Pemupukan menggunakan nano-kompos dosis 100% cenderung menghasilkan sistem perakaran yang lebih berkembang dan sebaran akar yang lebih luas dibandingkan pemupukan kimia dosis 100% maupun kontrol.

5.2 Saran

1. Penggunaan nano-kompos limbah sawit disarankan sebagai alternatif atau pengganti pupuk anorganik dalam pembibitan kelapa sawit fase *main nursery*, karena terbukti mampu memperbaiki rasio *shoot-root* dan

distribusi perakaran bibit, sehingga berpotensi meningkatkan kualitas bibit sebelum ditanam di lapangan.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi dosis nano-kompos dan kombinasi pemupukan yang lebih luas untuk memperoleh dosis optimum yang paling efisien dalam meningkatkan keseimbangan pertumbuhan tajuk dan akar serta distribusi perakaran bibit kelapa sawit.
3. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji pengaruh aplikasi nano-kompos limbah sawit hingga fase tanaman di lapangan, guna mengetahui konsistensi pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif awal, adaptasi tanaman, dan produktivitas jangka panjang.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M.H., L.R., Handika, H., Iswahyudi, M., Lukmana, L., Rahmawati, , I. Indriani and D.A., Widiyastuti, 2024. Kompos tandan kosong kelapa sawit, hubungannya dengan karakter tanah dan hasil tanaman terong ungu. *Jurnal Pertanian*, 15(2), pp.108-122.
- Adu, M., K., E., Atia, Arthur, P., Asare, P., Obour, E., Danso, K., Frimpong, K., Sanleri, S., Asare-Larbi, R., Adjei, G., Mensah, and M, Andersen. 2022. The use of oil palm empty fruit bunches as a soil amendmentto improve growth and yield of crops. A Meta-Analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 42.
- Afrizon, A. 2017. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) dengan pemberian pupuk organik dan anorganik. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 4(1), 95-105.
- Ardian, A., D.Z., Hariani, A, Pramana. and Idwar, I., 2024. The effect of oil palm empty fruit bunches (EFB) compost and N, P, K fertilizers on the growth and yield of lowland rice (*Oryza sativa L.*). *Agrisocionomics: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 8(2), pp.614-620.
- Ariyanti, M., F., Fadiyah, and S.. Rosniawaty. 2023. Keadaan bahan kering bibit kelapa sawit dengan aplikasi kompos tankos dan *Bacillus sp. Paspalum*: *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(2), 268.
- Ariyanti, M., F.G., Firma, S., Rosniawaty and C. Suherman. 2022. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan pemberian kompos pelepah, tandan kosong kelapa sawit, dan air cucian beras. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 33-44.
- Ariyanti, M., S., Rosniawaty. and H. A., Utami. 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) dengan pemberian kompos blotong disertai dengan frekuensi penyiraman yang berbeda di pembibitan utama. *Jurnal Kultivasi*, 17(3), 6.
- Armainsi, A., and M. R. A., Purba. 2018. Aplikasi kompos tandan kosong kelapa sawit dan dolomit pada medium sub soil inceptisol terhadap bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) di pembibitan utama. *Jurnal Agroteknologi*, 8(2), 1-8.
- Arrazi, R.J., 2020. Pengaruh pemberian pupuk hayati cair ultra gen dan pupuk majemuk NPK mahkota (12-12-17-2) terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq.*) di main nursery. *Jurnal Agrotek Lestari*.
- Azis, S., 2024. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit *pre nursery* terhadap volume air siraman pada media tanam campuran pasir dan lempung (*Doctoral dissertation, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta*).

- Aziz, N. I. H. A., M. M., Hanafiah and S. H. Gheewala. 2019. A review on life cycle assessment of biogas production: challenges and future perspectives in Malaysia. *Biomass and Bioenergy*, 122, 361–374.
- Cabeza, R. A., and N., Claassen. 2017. *Sistemas radicales de cultivos: extensión, distribución y crecimiento*. 45(2), 31–45.
- da Silva, G.H., 2020. Biodegradable mulch of recycled paper reduces water consumption and crop coefficient of pak choi. *Scientia Horticulturae*, 267, p.109315.
- Defitri, Y., N., Nasamsir. and R., Siahaan, 2022. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*) terhadap pupuk cair super bionik pada pembibitan utama (Main Nursery). *Jurnal Media Pertanian*, 7(1), pp.18-22.
- Dini, I.R., A., Effendi. and E., Ariani, 2025. Optimizing oil palm seedling growth (*Elaeis guineensis Jacq.*) in the Main Nursery Using NPK fertilizer and mycorrhizal biofertilizer. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 7(1), pp.82-90.
- Dominic Gisong, S., 2022. Effect of combination of empty fruit bunch (EFB) compost with chemical fertilizer on soil properties, nutrient level, growth and oil palm yield responses in smallholder oil palm cultivation (*Doctoral dissertation, Universiti Teknologi MARA (UiTM)*).
- Fauzi, A., and F., Puspita. 2017. Pemberian kompos tkks dan pupuk p terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*) di pembibitan utama. 4(2), 1–12.
- Fevriera, S. and F.S., Devi, 2023. Analisis produksi kelapa sawit indonesia: pendekatan mikro dan makro ekonomi. *Jurnal Transformatif Unkriswina Sumba*, 12(1), pp.1-16.
- Firmansyah, E., 2017. Pertumbuhan dan morfologi akar kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) pada salinitas genangan berbeda. *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*, 1(2).
- Ghosh, S.K. and T., Bera, 2021. Molecular mechanism of nano-fertilizer in plant growth and development: a recent account. In *Advances in nano-fertilizers and nano-pesticides in agriculture* (pp. 535-560). Woodhead Publishing.
- Grossnickle, S. C., and J. E., MacDonald. 2018. Why seedlings grow: influence of plant attributes. *New Forests*, 49(1), 1–34.
- Halawani, R.F., H., Abd Elgawad, F.A., Aloufi, M.A., Balkhyour, A., Zrig. and A.H., Hassan, 2023. Synergistic effect of carbon nanoparticles with mild salinity for improving chemical composition and antioxidant activities of radish sprouts. *Frontiers in Plant Science*, 14, p.1158031.

- Hidayanti, N., and R., Reflis. 2025. Pemanfaatan limbah padat industri kelapa sawit dalam remediasi tanah marginal melalui kajian agronomis dan sosial. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(3), 586–597.
- Hutasuhut, M.F.M.W.I., P., Situmeang, S.A., Sinaga, R., Namudany, H., Al-Khoir, A.P., Siregar, P.M., Raja, H., Purwanto. and S.W., Saragih, 2025. Analisis rendemen minyak dan inti kelapa sawit pada pks berkapasitas 30 ton/jam. *Jurnal Agro Fabrica*, 7(1), pp.45-54.
- Idris, I. and R., Mayerni, 2020. Karakterisasi morfologi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di kebun binaan PPKS Kabupaten Dharmasraya. *Jurnal Riset Perkebunan*, 1(1), pp.45-53.
- Kah, M., R.S., Kookana, A., Gogos, and T.D., Bucheli. 2018. A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. *Nature nanotechnology*, 13(8), 677-684.
- Khadim, M. D., A. B., Wesal, and A. W., Peezhand. 2024. Overview of the Impact of Compost on Bulk Density, Aggregate Consistency and Cation Exchange Capacity of Soils and its Consequential Effect on Crop Productivity. *Cognizance Journal*, 4(6), 344–359.
- Kok, S.Y., P., Ee, G.C.L., Namasivayam. and M., Ong-Abdullah. 2021. Comparative proteomic analysis of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) during early fruit development. *Journal of Proteomics*, 232, p.104052.
- Lal, R. 2020. Soil organic matter content and crop yield. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(2), 27A-32A.
- Liu, R., and R., Lal. 2020. *Nanofertilizers and soil health*. Global Challenges.
- Lynch, J. P. 2019. Root phenotypes for improved nutrient capture: an underexploited opportunity for global agriculture. *New Phytologist*, 223(2), 548-564
- Mariyani, A. T., and A., Sianipar. 2024. Growth response of palm seedlings (*Elaeis Guineensis* Jacq.) to the provision of palm waste compost in the Main Nursery. *Jurnal Prajaiswara*, 5(1).
- Meilawati, N.L.W., M., Susilowati. and N., Bermawie, 2020, January. Phylogenetic of nine superior black pepper (*Piper nigrum* L.) varieties based on morphological and molecular markers. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 418, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.
- Mridha, D., B., Lamsal. and J.A., Antonangelo, 2025. Nanotechnology in agriculture: innovations for sustainability and greenhouse gas mitigation-a review. *Science of The Total Environment*, 995, p.180065.
- Nehra, A., G., Kalwan, A.H., Shah, N., Tuteja, R.N., Pudake, R., Gill. and S.S., Gill, 2024. Recent advances in the field of plant nano

nutrition. *Nanotechnology for Abiotic Stress Tolerance and Management in Crop Plants*, pp.115-126.

- Pradiko, I., F., Hidayat, N.H., Darlan. H., Santoso, W., Winarna, S., Rahutomo. and E.S., Sutarta, 2016. Root distribution of oil palm and soil physical properties in different planting hole and empty fruit bunches application. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 24(1), pp.23-38.
- Prandana, F., Z., Zaitun. and T., Hidayat, 2023. Pengaruh biochar pelepah kelapa sawit dan dosis pupuk fosfat pada *Pre Nursery* kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), pp.1-7.
- Pratiwi, A. A. E. C., N., Nurhidayati, and 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.
- Purnomo, H., B., Okarda, A., Dermawan, Q.P., Ilham, P., Pacheco, F., Nurfatriani. and E., Suhendang, 2020. Reconciling oil palm economic development and environmental conservation in indonesia: A value chain dynamic approach. *Forest Policy and Economics*, 111, p.102089.
- Purwanto, B., W., Shalihy. and I., Indrawati, 2025. Effect of NPK fertilizer and *Trichoderma harzianum*-enriched oil palm empty fruit bunch compost on the growth of oil palm seedlings. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 8(2), pp.407-421.
- Qur'ania, A., N., Nurhidayati, S., Gunawan, S.I., Tito, E., Rahayu, and 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. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 209, p. 02003). EDP Sciences.
- Rahmawati, A., 2023. Keragaman genetik varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 5(01), pp.35-40.
- Ribeiro, S. A., L. F., Antunes. S., de, B. C Silva. da, J. E., Perrut, M., Ricci. S. F., dos, and M. E. F., Correia. 2025. Compostagem Tradicional, Vermicompostagem e Gongocompostagem: Uma Análise Comparativa de Métodos e Aplicações na Agricultura. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 14(3), 278–294.
- Rusly, M. and D.Y., Rahman, 2023. Perkembangan penerapan nanoteknologi pada bidang pertanian. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (Jupiter)*, 4(2), pp.10-14.
- Santoso, H. and A., Sutanto, 2024. Penggunaan pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah: *Studi Literatur. Biolova*, 5(2), pp.141-151.

- Sarwono, E., D.E., Rahayu, W.D., Millati. and S., Sariyadi, 2023. Proses pengomposan tandan kosong kelapa sawit (tkks): analisis fisik dan kenampakan Organisme. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(2), pp.317-327.
- Sethi, S. K., S.R., Dalei, A.O., Oko, A., Kumar, and A., Kindo. 2024. Effect of nano-fertilizer on crop plant growth and its effect on rhizospheric microorganism and its application (pp. 177–202).
- Setyawati, E., D., Putra, and M., Rinaldy. 2024. Effect of planting media composition and concentration of vegetable waste liquid organic fertilizer on the growth of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) in the Main Nursery. *International Journal of Life Science and Agriculture Research*.
- Sidabutar, R., B., Trisakti, I., Irvan, S.F., Batubara, Gusty, 2024., H.S., Rambe, M.R., Syahputra, M., Michael, M., Syaifan, E.R., Effendi. and V., Alexander, 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, p.100730.
- Silalahi, C.B., A., Effendi, N., Lubis. and H., Fadila, 2024. Response of nutrient levels of oil palm leaves (*Elaeis guineensis* Jacq.) to polyhalite and kcl fertilizers application in dystrodepts Soil. *JURNAL AGRONOMI TANAMAN TROPIKA (JUATIKA)*, 6(3), pp.869-876.
- Simanullang, A.Y., I.N., Artha, and G., Suwastika. 2017. Pengaruh komposisi media tanam dan pemberian pupuk anorganik majemuk terhadap pertumbuhan awal bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 6(2), 176-184.
- Sinaga, I., A., Umami. and N.M.T., Aryanti, 2024. Kajian aplikasi plant growth promoting *Rhizobacteria* dengan suplementasi nanosilika pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Main Nursery. *Agrivet*, 30(1), pp.10-15.
- Sinaga, J., 2024. Penerapan nanoteknologi dalam agroteknologi: potensi dan tantangan dalam pertanian modern. *Tugas Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 1(2).
- Supriatna, J., M., Setiawati, R., Sudirja, C., Suherman, and X., Bonneau. 2022. Composting for a more sustainable palm oil waste management: a systematic literature review. *The Scientific World Journal*, 2022.
- Supriatna, J., M.R., Setiawati, R., Sudirja, C., Suherman. and X., Bonneau, 2023. Migration from inorganic to organic fertilization for a more sustainable oil palm agro-industry. *Heliyon*, 9(12).
- Sutarta, E. S., and M.A., Yusuf 2017. Distribusi hara dalam tanah dan produksi akar tanaman kelapa sawit pada metode pemupukan yang berbeda. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 4(1), 84-94.

- Suwarno, S., S., Suparman. and A., Fitriyansyah, 2024. Pengaruh pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit dan pangkas pucuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 12(1), pp.83-96.
- Taufik R., Rambe, Adiwirman, and Wawan. 2021. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada medium ultisol yang diaplikasi kompos *Mucuna bracteata*. *DINAMIKA PERTANIAN*, 35(3), 125–134.
- Tito, S. I., S., Gunawan., E., Rahayu., A., Basit., A., Qur'ania., H., Syahfari., and N., Nurhidayati. 2026. Effect of nano-compost from oil palm waste enriched with ZnO and SiO₂ nanoparticles on nursery growth of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.).
- Too, S. K. L., W.Y., Cheah, S.D., Razman Pahri, S.L., Ngan, and C., Er. 2024. A systematic literature review on environmental issues and challenges towards the palm oil industry. *Journal of Sustainability Science and Management*.
- Veeramachaneni Suneetha, K Ramachandrudu, 2017. Influence of integrated use of microbial inoculants and inorganic fertilizers on growth and nutrient dynamics of oil palm seedlings. *Journal of Oilseeds Research* 34.
- Wahyudin, C.I., Hariyadi, Sudrajat, S., Yahya. and S., Anwar, 2025. Study on the effect of various types of fertiliser on the production of oil palm root cutting. *Journal Of Oil Palm Research*, 37(3).
- Wondi, M.H., N.I.N., Haris, R., Shamsudin, R., Yunus, M.M., Ali. and A.H., Iswardi, 2024. Development and testing of an oil palm (*elaeis guineensis jacq.*) fruit digester process for kernel free in crude palm oil production. *Industrial Crops and Products*, 208, p.117755.
- Yaakob, M.S., R., Ishak, Abd Rahman Tajuddin, E.R.W.A.N., S., Tugiman, T.C., Chek, Z.H.S., Kurzi. and S.O.S., Rastan, 2023. Assessment of slow release organic fertiliser in oil palm seedling growth.
- Yosephine, I. O., S., Sakiah & E. A. L., Siahaan. (2020). Pemberian beberapa jenis biochar terhadap c-organik dan N-total pada pertumbuhan bibit kelapa sawit. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 22(2), 79-82.
- Yosephine, I. O., H., Wijaya, and E.J., Lubis. 2022. Effect of market waste compost and compound fertilizer application on the vegetative growth of oil palm seedling (*Elaeis guineensis* Jacq) in ultisol growing media.
- Yusuf, F.R., S., Suprihatin. and 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*, p.101185.
- Zain, M., H., Ma, S.U., Rahman, M., Nuruzzaman, S., Chaudhary, I., Azeem, F., Mehmood, A., Duan. and C., Sun, 2024. Nanotechnology in precision

agriculture: advancing towards sustainable crop production. *Plant Physiology and Biochemistry*, 206, p.108244.

Zainuddin, N., M.F., Keni, and S.A.A., Ibrahim. 2019. Improving the growth performance of oil palm seedlings by mixtures of organic and chemical fertilisers. *Journal of Oil Palm Research*, 31, 582–591.

Zakri, N.A. and S., Adam, 2021. A review on the potential of empty fruit bunch (efb) compost as growing medium for oil palm seedling production. *Food Res*, 5, pp.15-20.

Zhu, Y., Y., Cao, B., Fu, C., Wang, S., Shu, P., Zhu, D., Wang, H., Xu, N., Zhong, and D., Cai. 2024. Waste milk humification product can be used as a slow release nano-fertilizer. *Nature Communications*, 15.

Zulfiqar, F., M., Navarro, M., Ashraf, N.A., Akram, and S., Munné-Bosch. 2019. Nanofertilizer use for sustainable agriculture: advantages and limitations. *Plant science*, 289, 110270.

