



Pengaruh Macam Pemupukan Nanokompos Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Fase Main Nursery Pada Dua Jenis Tanah

Effect Of Nanocompost Fertilization On The Growth Of Oil Palm Seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) Main Nursery Phase In Two Soil Types

Valerian Enza Daniswara¹, Nurhidayati², Siti Muslikah³

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi: valerianenzadaniswara@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm seedling quality during the main nursery phase is a critical determinant of long-term plantation productivity. This study aimed to analyze the interaction between soil type and nanocompost fertilization combinations on oil palm seedling growth at main nursery phase. A factorial Randomized Block Design (RBD) was applied with two factors: soil type (S1: Ultisol/Hapludult and S2: Inceptisol/Dystrudept) and fertilization treatment (T0: control; T1: 100% inorganic fertilizer; T2: 100% nanocompost of empty oil palm bunches (EOPB) + cattle manure; T3: 50% nanocompost + 50% inorganic; T4: 75% nanocompost + 25% inorganic), with five replications and three plant samples per replication, resulting in 150 plants observed over seven months. Results showed significant interaction between soil type and fertilization on frond number (2-5 MST) and chlorophyll content (5-7 MST), while other parameters showed significant independent effects of each factor. Ultisol soil consistently produced better growth than Inceptisol in all parameters. Treatment T4 (75% nanocompost + 25% inorganic) consistently produced the highest vegetative growth on both soil types. Nanocompost application was able to reduce inorganic fertilizer use by 75% without reducing seedling quality, supporting more efficient and sustainable nursery practices.

Keywords: *Oil palm, Nanocompost, Ultisol, Inceptisol, Main nursery*

ABSTRAK

Kualitas bibit kelapa sawit pada fase *main nursery* merupakan faktor penentu produktivitas perkebunan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan menganalisis interaksi antara jenis tanah dan kombinasi pemupukan nanokompos terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit fase *main nursery*. Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial diterapkan dengan dua faktor: jenis tanah (S1: Ultisol/Hapludult dan S2: Inceptisol/Dystrudept) dan perlakuan pemupukan (T0: kontrol; T1: 100% pupuk anorganik; T2: 100% nanokompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS) + kotoran sapi; T3: 50% nanokompos + 50% anorganik; T4: 75% nanokompos + 25% anorganik), dengan lima ulangan dan tiga sampel tanaman, sehingga diperoleh 150 tanaman yang diamati selama tujuh bulan. Hasil penelitian menunjukkan interaksi nyata antara jenis tanah dan pemupukan pada



jumlah pelepah (2-5 BST) dan kandungan klorofil (5-7 BST), sedangkan parameter lain menunjukkan pengaruh nyata masing-masing faktor secara terpisah. Tanah Ultisol secara konsisten menghasilkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan Inceptisol pada seluruh parameter. Perlakuan T4 (75% nanokompos + 25% anorganik) secara konsisten menghasilkan pertumbuhan vegetatif tertinggi pada kedua jenis tanah. Aplikasi nanokompos mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 75% tanpa menurunkan kualitas bibit, mendukung praktik pembibitan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Kelapa Sawit, Nanokompos, Ultisol, Inceptisol, Main nursery

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas strategis yang berkontribusi besar terhadap devisa dan penyerapan tenaga kerja di Indonesia (Rahmawati, 2023). Indonesia menjadi produsen sekaligus eksportir minyak sawit terbesar di dunia dengan luas areal perkebunan mencapai 15,93 juta hektar pada tahun 2023, dan ekspor minyak sawit tercatat sebesar 27,54 juta ton, berkontribusi sekitar 10,18% dari total nilai ekspor non-migas nasional (BPS, 2024; GAPKI, 2025). Kualitas bibit yang dihasilkan pada tahap pembibitan sangat menentukan keberhasilan budidaya kelapa sawit di lapangan (Waruwu et al., 2018). Fase *main nursery* merupakan periode kritis di mana bibit dipindahkan ke polybag yang lebih besar selama 6-9 bulan hingga memenuhi syarat tanam, dengan kebutuhan hara yang meningkat signifikan (Purnama & Afrillah, 2022).

Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus terbukti merusak struktur tanah dan menurunkan kandungan bahan organik tanah (Ariyanti et al., 2017). Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan kotoran sapi merupakan dua sumber bahan organik potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pemupukan berkelanjutan (Abdulraheem et al., 2023). Inovasi berupa nanokompos, yaitu kompos berukuran partikel 1-100 nm, memiliki luas permukaan lebih besar dan reaktivitas kimia lebih tinggi sehingga mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan unsur hara dan mengurangi kehilangan hara melalui pelindian (Pandey et al., 2024). Selain faktor pupuk, respons pertumbuhan bibit sangat dipengaruhi oleh karakteristik jenis tanah. Ultisol memiliki keasaman tinggi dan kapasitas pertukaran kation rendah (Pulunggono et al., 2022), sedangkan Inceptisol memiliki karakteristik kimia yang bervariasi (Wulandari et al., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada fase *main nursery*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di greenhouse Dusun Jewo, Desa Sengonagung, Kecamatan Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur, pada ketinggian ± 350 mdpl ($7^{\circ}44'33.0''S$; $112^{\circ}43'49.8''E$). Pembuatan nanokompos dan analisis tanaman dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang. Penelitian berlangsung pada bulan Maret hingga Oktober 2025.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu grinder mill, blade mill, *polybag*, cangkul, ember, sekop, terpal, karung, penggaris, timbangan digital, gelas ukur, selang air, *sprayer*, penggiling tanah, jangka sorong, soil tester, dan SPAD. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu bibit sawit umur 5



bulan varietas Sriwijaya, Nanokompos TKKS dan kotoran sapi, Nanopartikel ZnO dan SiO₂, Pupuk NPK 15-15-6-4, Pupuk NPK 12-12-17-2, Pupuk Kieserite, Tanah Ultisol, Tanah Inceptisol, Air, Pestisida kimia, amplop oven.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis tanah, yaitu S1 (Tanah Ultisol) dan S2 (Tanah Inceptisol). Faktor kedua adalah kombinasi dosis pemupukan, terdiri dari T0 (tanpa pemupukan), T1 (100% pupuk anorganik), T2 (100% nanokompos TKKS + kotoran sapi), T3 (50% nanokompos + 50% pupuk anorganik), dan T4 (75% nanokompos + 25% pupuk anorganik). Terdapat 10 kombinasi perlakuan dengan 5 ulangan dan 3 sampel per ulangan, sehingga total populasi 150 tanaman.

Nanokompos dibuat dari TKKS dan kotoran sapi melalui fermentasi aerobik dengan perbandingan 1:1 menggunakan efektif mikroorganisme. Kompos kemudian digiling hingga berukuran nano (10-200 nm) menggunakan grindermill dan blade mill selama ± 12 jam, lalu diperkaya nanopartikel ZnO dan SiO₂. Media tanam menggunakan tanah Ultisol dan Inceptisol yang dikeringkan, digiling, dan diayak berukuran 2 mm, kemudian dimasukkan ke polybag masing-masing 15 kg. Nanokompos diaplikasikan pada lapisan tengah media tanam 2 hari sebelum penanaman. Bibit sawit umur 5 bulan ditanam dan dipelihara dengan penyiraman 2 kali sehari. Pemupukan dilakukan setiap 2 minggu sekali mulai umur 21 minggu hingga 48 minggu sesuai dosis rekomendasi.

Pengamatan dilakukan mulai 1 bulan setelah tanam (BST) dengan interval 1 bulan selama 7 kali. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), diameter batang (cm), jumlah pelepah (helai), luas daun (cm²) menggunakan rumus $LD = p \times l \times fk$ ($fk = 0,52$), panjang pelepah (cm), kandungan klorofil menggunakan SPAD meter, bobot segar total (g), dan bobot kering total (g).

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) uji F pada taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk membedakan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit kelapa sawit, namun secara terpisah kedua faktor memberikan pengaruh yang nyata. Hasil uji BNJ 5% disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata Pertumbuhan Tinggi Bibit Kelapa Sawit pada Kedua Jenis Tanah pada Berbagai Umur Tanaman

Jenis Tanah	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) pada Umur (bst)						
	1 BST	2 BST	3 BST	4 BST	5 BST	6 BST	7 BST
S1	46,67b	49,63b	54,93b	57,30b	61,07b	63,61b	65,83b
S2	39,99a	41,03a	46,77a	48,18a	52,44a	52,44a	54,78a
BNJ 5%	1,85	1,86	1,99	2,33	2,36	2,32	2,06

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.



Tabel 2. Rata-rata Pertumbuhan Tinggi Bibit Kelapa Sawit pada Pengaruh Macam Pemupukan Nanokompos pada Berbagai Umur Tanaman

Macam Pemupukan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) pada Umur (bst)				
	3 BST	4 BST	5 BST	6 BST	7 BST
T0	46,9a	48,54a	50,70a	51,23a	52,74a
T1	48,66ab	51,05ab	54,73a	55,42ab	57,26ab
T2	51,93bc	52,56ab	55,80a	56,75b	59,12b
T3	53,63c	56,25b	61,30b	64,02c	66,29c
T4	53,23c	55,30b	61,23b	62,69c	66,12c
BNJ 5%	4,45	5,21	5,27	5,20	4,61

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 1) pada umur 1-7 BST menunjukkan bahwa tanah S1 (Ultisol) secara konsisten menghasilkan rata-rata tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan S2 (Inceptisol). Perbedaan ini berkaitan dengan kandungan N-Total tanah Ultisol (0,16%) yang lebih tinggi dibandingkan Inceptisol (0,07%), serta tekstur lempung berliat pada Ultisol yang memungkinkan retensi hara lebih baik. Tekstur berpasir pada Inceptisol (69,74% pasir) menyebabkan hara lebih mudah tercuci (Emi, 2022). Pada (Tabel 2), perlakuan T3 (50% nanokompos + 50% anorganik) dan T4 (75% nanokompos + 25% anorganik) memberikan hasil tertinggi pada umur 3-7 BST dan tidak berbeda nyata satu sama lain, namun berbeda nyata dengan T0, T1, dan T2. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi nanokompos dengan pupuk anorganik mampu menyediakan hara secara lebih seimbang dan efisien dibandingkan penggunaan salah satu sumber hara secara tunggal (Hapsah *et al.*, 2020).

Diameter Batang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang bibit kelapa sawit, namun secara terpisah kedua faktor memberikan pengaruh yang nyata. Hasil uji BNJ 5% disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rata-rata Pertumbuhan Diameter Batang Bibit Kelapa Sawit pada Kedua Jenis Tanah pada Berbagai Umur Tanaman

Jenis Tanah	Rata-rata Diameter Batang (cm) pada Umur (bst)						
	1 BST	2 BST	3 BST	4 BST	5 BST	6 BST	7 BST
S1	1,42b	1,93b	2,14b	2,30b	3,40b	3,45b	3,47b
S2	1,26a	1,39a	1,80a	1,85a	2,44a	2,51a	2,54a
BNJ 5%	0,10	0,11	0,12	0,10	0,16	0,13	0,09

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.



Tabel 4. Rata-rata Pertumbuhan Diameter Batang Bibit Kelapa Sawit pada Pengaruh Macam Pemupukan Nanokompos pada Berbagai Umur Tanaman

Macam Pemupukan	Rata-rata Diameter Batang (cm) pada Umur (bst)				
	3 BST	4 BST	5 BST	6 BST	7 BST
T0	1,86a	1,92a	2,53a	2,58a	2,62a
T1	1,90a	2,04abc	2,85ab	2,89b	2,93b
T2	1,85a	1,98ab	2,82ab	2,88b	2,93b
T3	2,18b	2,27c	3,13bc	3,21c	3,22c
T4	2,07ab	2,20bc	3,27c	3,33c	3,35d
BNJ 5%	0,27	0,23	0,35	0,29	0,20

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Tanah Ultisol (S1) secara konsisten menghasilkan diameter batang lebih besar dibandingkan Inceptisol (S2) mulai umur 1 BST (Tabel 3). Diameter batang mencerminkan vigor bibit yang berkaitan erat dengan ketersediaan hara serta peran nitrogen dan magnesium dalam pembelahan sel dan pembentukan jaringan batang (Tränkner *et al.*, 2018). Perlakuan T4 menghasilkan diameter batang tertinggi pada umur 7 BST (3,35 cm) dan berbeda nyata dengan T0 (2,62 cm), T1, dan T2, namun tidak berbeda nyata dengan T3 pada sebagian besar umur pengamatan (Tabel 4). Keunggulan T4 diduga karena proporsi nanokompos yang tinggi (75%) meningkatkan efisiensi penggunaan 25% pupuk anorganik melalui peningkatan KTK dan pengurangan kehilangan hara (Zhao & Meng, 2022).

Jumlah Pelepah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah pelepah. Oleh karena itu, tabel interaksi disajikan untuk umur 2-5 BST (Tabel 5), sedangkan pengaruh faktor tunggal jenis tanah dan macam pemupukan disajikan dalam teks.

Tabel 5. Rata-rata Pertumbuhan Jumlah Pelepah Bibit Kelapa Sawit pada Interaksi Kedua Jenis Tanah dan Macam Pemupukan Nanokompos pada Berbagai Umur Tanaman

Interaksi	Rata-rata Jumlah Pelepah (helai) pada Umur (bst)			
	2 BST	3 BST	4 BST	5 BST
S1T0	9,06cd	8,40c	8,60c	8,33bc
S1T1	8,88cd	8,62cd	8,87c	8,80bc
S1T2	9,26cd	8,82cd	9,27c	9,07c
S1T3	9,54d	8,88d	9,53c	8,93bc
S1T4	9,60d	9,28d	9,60c	8,80bc
S2T0	6,72a	5,52a	5,94a	6,07a
S2T1	7,88b	7,18b	7,08ab	6,64ab
S2T2	7,80b	6,48ab	7,22b	6,80ab
S2T3	8,38bc	7,74b	8,28bc	7,80bc
S2T4	8,94cd	7,66b	8,34bc	8,00bc
BNJ 5%	0,98	1,07	1,17	1,28

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.



Pada umur 2-5 BST, pada tanah Ultisol perlakuan S1T3 dan S1T4 menghasilkan rata-rata jumlah pelepah tertinggi (Tabel 5), namun tidak berbeda nyata dengan S1T0, S1T1, dan S1T2 yang menunjukkan bahwa tanah Ultisol dengan kandungan N-Total lebih tinggi (0,16%) sudah mampu mendukung pembentukan pelepah yang baik dengan berbagai perlakuan pemupukan. Pada tanah Inceptisol, S2T4 memberikan hasil tertinggi dan berbeda nyata dengan S2T0 dan S2T2, menunjukkan bahwa kombinasi nanokompos dan pupuk anorganik diperlukan untuk mengatasi keterbatasan kesuburan Inceptisol. Pembentukan pelepah sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen untuk pembentukan klorofil dan jaringan vegetatif (Khairani *et al.*, 2024).

Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun bibit kelapa sawit, namun secara terpisah kedua faktor memberikan pengaruh nyata pada umur 1-7 BST. Hasil uji BNJ 5% disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Rata-rata Pertumbuhan Luas Daun Bibit Kelapa Sawit pada Kedua Jenis Tanah pada Berbagai Umur Tanaman

Jenis Tanah	Rata-rata Luas Daun (cm ²) pada Umur (bst)						
	1 BST	2 BST	3 BST	4 BST	5 BST	6 BST	7 BST
S1	2960,5b	4717,6b	6333,5b	8160,5b	10675,6b	16705,3b	18992,3b
S2	2426,2a	3528,9a	5516,2a	5268,2a	6826,6a	10957,2a	12113,5a
BNJ 5%	41,43	57,91	72,89	208,32	199,45	291,81	212,39

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Tabel 7. Rata-rata Pertumbuhan Luas Daun Bibit Kelapa Sawit pada Pengaruh Macam Pemupukan Nanokompos pada Berbagai Umur Tanaman

Macam Pemupukan	Rata-rata Luas Daun (cm ²) pada Umur (bst)						
	1 BST	2 BST	3 BST	4 BST	5 BST	6 BST	7 BST
T0	2505,8b	3537,8a	4745,0a	5124,7a	5952,2a	7635,1a	9250,9a
T1	2876,5c	4096,2b	5928,0b	6481,2b	7214,6b	15006,8c	15516,2b
T2	2401,9a	4118,9b	6002,3b	6384,5b	9149,7c	12615,2b	15972,1b
T3	2862,8c	4837,5c	6714,1d	7555,2c	10343,2d	16934,4d	18502,1c
T4	2819,8c	4025,8b	6234,7c	8026,1d	11095,8e	16964,7d	18523,2c
BNJ 5%	92,68	129,53	163,03	465,96	446,11	652,70	475,07

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Tanah Ultisol (S1) secara konsisten menghasilkan luas daun lebih besar dibandingkan Inceptisol (S2) pada seluruh umur pengamatan (Tabel 6). Pada umur 7 BST, S1 mencapai 18.992,3 cm² dibandingkan S2 hanya 12.113,5 cm². Rasio C/N tanah Ultisol (4,15) yang lebih rendah dibandingkan Inceptisol (8,89) memungkinkan bahan organik lebih cepat terdekomposisi sehingga unsur hara lebih cepat tersedia (Novanta *et al.*, 2024). Perlakuan T3 dan T4 secara konsisten menghasilkan luas daun tertinggi dan tidak berbeda nyata satu sama lain (Tabel 7). Luas daun sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen dalam pembentukan klorofil dan jaringan vegetatif (Khairani *et al.*, 2024). Aplikasi nanokompos meningkatkan efisiensi serapan hara melalui ukuran partikel yang kecil sehingga luas permukaan kontak dengan tanah lebih besar dan pelepasan hara berlangsung lebih cepat (Yadav *et al.*, 2023).

Panjang Pelepah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos tidak berpengaruh nyata terhadap panjang pelepah bibit kelapa sawit, namun secara terpisah kedua faktor memberikan pengaruh yang nyata. Hasil uji BNJ 5% disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Rata-rata Pertumbuhan Panjang Pelepah Bibit Kelapa Sawit pada Kedua Jenis Tanah pada Berbagai Umur Tanaman

Jenis Tanah	Rata-rata Panjang Pelepah (cm) pada Umur (bst)		
	5 BST	6 BST	7 BST
S1	28,82b	31,39b	31,62b
S2	26,07a	29,61a	30,14a
BNJ 5%	1,20	1,19	0,81

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Tabel 9. Rata-rata Pertumbuhan Panjang Pelepah Bibit Kelapa Sawit pada Pengaruh Macam Pemupukan Nanokompos pada Berbagai Umur Tanaman

Macam Pemupukan	Rata-rata Panjang Pelepah (cm) pada Umur (bst)		
	5 BST	6 BST	7 BST
T0	25,50a	28,01a	28,77a
T1	26,54ab	29,59a	29,94a
T2	27,52abc	29,21a	29,49a
T3	28,16bc	33,23c	33,41b
T4	29,52c	32,46b	32,78b
BNJ 5%	2,69	2,66	1,81

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Tanah Ultisol secara konsisten menghasilkan panjang pelepah lebih besar dibandingkan Inceptisol pada umur 5-7 BST (Tabel 8). Perlakuan T3 dan T4 menghasilkan panjang pelepah tertinggi dan tidak berbeda nyata satu sama lain pada umur 5-7 BST, namun berbeda nyata dengan T0, T1, dan T2 (Tabel 9). Pemanjangan pelepah merupakan indikator pertumbuhan vegetatif yang erat kaitannya dengan ketersediaan kalium yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel (Tränkner *et al.*, 2018). Penambahan nanokompos TKKS yang kaya kalium (6,5-7,5% K per ton bahan kering) (Wibowo *et al.*, 2024) dalam kombinasi dengan pupuk anorganik terbukti mengoptimalkan pemanjangan pelepah.

Kandungan Klorofil (SPAD Value)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil pada umur 5, 6, dan 7 BST. Oleh karena itu, tabel interaksi disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata Kandungan Klorofil Bibit Kelapa Sawit pada Interaksi Jenis Tanah dan Macam Pemupukan Nanokompos pada Berbagai Umur Tanaman

Interaksi	Rata-rata Klorofil (SPAD) pada Umur (bst)		
	5 BST	6 BST	7 BST
S1T0	50,64b	52,24a	46,96a
S1T1	70,92e	71,64de	69,37cd
S1T2	52,01bc	53,64a	49,59ab
S1T3	72,69e	74,68e	73,46ab
S1T4	71,79e	74,90e	72,48d
S2T0	43,02a	52,71a	49,80ab
S2T1	57,62cd	62,04bc	55,34b
S2T2	49,70ab	58,23ab	52,31ab
S2T3	60,57d	65,76bcd	62,84c
S2T4	58,53cd	68,14cde	64,26c
BNJ 5%	6,90	7,92	7,35

Keterangan: Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BST: Bulan Setelah Tanam.

Interaksi nyata pada kandungan klorofil terjadi pada umur 5, 6, dan 7 BST (Tabel 10). Pada tanah Ultisol, perlakuan S1T1, S1T3, dan S1T4 menghasilkan nilai SPAD yang tidak berbeda nyata satu sama lain dan secara konsisten lebih tinggi dibandingkan S1T0 dan S1T2. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi nanokompos dengan pupuk anorganik memiliki efektivitas setara dengan 100% pupuk anorganik dalam mempertahankan kandungan klorofil. Nilai SPAD sangat responsif terhadap ketersediaan nitrogen (Kizilgeci *et al.*, 2021). Pada tanah Inceptisol, perlakuan S2T3 dan S2T4 menghasilkan nilai SPAD tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan S2T1 pada beberapa umur. Temuan ini mengonfirmasi bahwa nanokompos TKKS berpotensi mengurangi penggunaan pupuk anorganik sebesar 25-75% tanpa menurunkan kualitas fisiologis bibit kelapa sawit.

Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan T4 (75% nanokompos TKKS + kotoran sapi, 25% pupuk anorganik) secara konsisten menghasilkan pertumbuhan terbaik pada kedua jenis tanah. Nanokompos yang digunakan memiliki keunggulan dibandingkan kompos konvensional karena ukuran partikel yang lebih kecil menghasilkan luas permukaan lebih besar dan reaktivitas yang lebih tinggi (Yadav *et al.*, 2023). Proporsi nanokompos yang tinggi (75%) memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan KTK, dan meningkatkan efisiensi penggunaan 25% pupuk anorganik. Tanah Ultisol menunjukkan respons yang secara konsisten lebih baik terhadap aplikasi nanokompos dibandingkan Inceptisol, yang berkaitan dengan KTK Ultisol (9,76 cmol/kg) yang lebih tinggi dibandingkan Inceptisol (8,16 cmol/kg) sehingga lebih efektif menahan dan menyediakan unsur hara dari nanokompos. Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa penggunaan nanokompos TKKS dan kotoran sapi dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik hingga 75% tanpa mengorbankan kualitas bibit kelapa sawit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa terdapat pengaruh interaksi



nyata antara jenis tanah dan macam pemupukan nanokompos terhadap jumlah pelepah (2-5 BST) dan kandungan klorofil (5-7 BST) bibit kelapa sawit fase *main nursery*. Pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tanah Ultisol lebih baik dibandingkan Inceptisol pada seluruh parameter yang diamati. Perlakuan T4 (75% nanokompos TKKS + kotoran sapi + 25% pupuk anorganik) secara konsisten menghasilkan pertumbuhan vegetatif tertinggi pada kedua jenis tanah, menunjukkan bahwa nanokompos mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 75% tanpa menurunkan kualitas bibit. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi pengaruh nanokompos TKKS pada tanaman sawit di lapangan untuk menilai produktivitas tanaman dan efisiensi pemupukan jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, M.P. selaku pembimbing pertama sekaligus penyandang dana penelitian, dan Ir. Siti Muslikah, M.P. selaku pembimbing kedua. Terima kasih juga kepada Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang atas dukungan fasilitas selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulraheem, M.I., G. Yong, H. Liqin, M. Chen, W. Tian, I.G. Faisal, M.A. Wahab, A. Hossain. 2023. Revisiting organic matter: from a traditional vital input to a part of the climate solution in agriculture. *Plants* 12(21): 3710.
- Ariyanti, M., G. Natali, C. Suherman. 2017. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap pemberian pupuk organik asal pelepah kelapa sawit dan pupuk majemuk NPK. *Agrikultura* 28(2).
- Ariyanti, M., I.R. Dewi, Y. Maxiselly, Y.A. Chandra. 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan komposisi media tanam dan interval penyiraman yang berbeda. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 26(1): 11-22.
- Azzarah, A., A. Sholihah. 2025. Aplikasi nano kompos, nano partikel ZnO dan SiO₂ pada pertumbuhan bibit (*main nursery*) tanaman sawit. *Jurnal Folium* 9(2).
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2024. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023*. BPS-Statistics Indonesia. Jakarta.
- Emi, S. 2022. Status kesuburan tanah inceptisol pada penggunaan lahan kelapa sawit di desa pengadang kecamatan sekayam Kabupaten Sanggau. *Pedotropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan* 8(2): 25-36.
- GAPKI. 2025. Indonesia berupaya tingkatkan produksi sawit di 2025.
- Hapsoh, H., I.R. Dini, W. Wawan, A.H. Sianipar. 2020. The growth of oil palm seedlings using a combination medium of organic oil palm empty fruit bunch and NPK fertilizer at *main nursery*. *Journal of Tropical Soils* 25(2): 61-69.
- Khairani, S., T.H. Purba, J. Sembiring. 2024. Respon pemberian pupuk nitrogen dan media tanam terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *main nursery*. *Agroprimatech* 8(2): 14-25.



- Kizilgeci, F., M. Yildirim, M.S. Islam, D. Ratnasekera, M.A. Iqbal, A.E. Sabagh. 2021. Normalized difference vegetation index and chlorophyll content for precision nitrogen management in durum wheat cultivars under semi-arid conditions. *Sustainability* 13(7): 3725-3736.
- Novanta, R., Z. Zuraida, S. Sufardi. 2024. Sifat kimia tanah dan ketersediaan N, P, dan K pada perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Kuala, Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 9(3): 361-368.
- Nurhidayati, A. Basit, S.I. Tito, N.U.S. Rahmawati. 2023. Peluang dan Prospek Teknologi Nano dalam Sistem Produksi Pertanian di Indonesia. UNISMA PRESS. Malang, 174 hal.
- Pandey, A., M. Kumari, M. Kadyan, D. Dhar, S.O. Pathak. 2024. Nano fertilizers: revolutionizing agriculture for a sustainable future. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 10(4): 246–260.
- Pulunggono, H.B., V.W. Kartika, D. Nadalia, L.L. Nurazizah, M. Zulfajrin. 2022. Evaluating the changes of Ultisol chemical properties and fertility characteristics due to animal manure amelioration. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 9(3): 3545–3560.
- Purnama, H., M. Afrillah. 2022. Growth analysis of seeds oil palm on stage pre nursery and main nursery at PT. Socfindo. *Devotion: Journal of Research and Community Service* 3(5): 251–257.
- Rahmawati, A. 2023. Keragaman genetik varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi* 5(01): 35–40.
- Tränkner, M., E. Tavakol, B. Jáklí. 2018. Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiologia Plantarum* 163(3): 414-431.
- Waruwu, F., B.W. Simanihuruk, P. Prasetyo, H. Hermansyah. 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery dengan komposisi media tanam dan konsentrasi pupuk cair *Azolla pinnata* berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 20(1): 7–12.
- Wibowo, V.A., H. Santoso, A. Sutanto. 2024. Penggunaan pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah: studi literatur. *Bioloa* 5(2): 141–151.
- Wulandari, T., I. Mowidu, A.A. Managanta. 2024. Kajian sifat kimia tanah inceptisol yang diaplikasikan kompos daun johar sebagai media tanam bibit kopi arabika. *Agropet* 21(2): 16.
- Yadav, A., K. Yadav, K. Abd-Elsalam. 2023. Nanofertilizers: types, delivery and advantages in agricultural sustainability. *Agrochemicals* 2(2): 296–336.
- Zhao, Y., Q. Meng. 2022. Distribution and stability of water-stable aggregates as affected by long-term cattle manure application to saline-sodic soil in the black soil region of northeastern China. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 15(3): 139–145.



- Zhi, X., S. Gao, X. Zhi, J. Zou, N. Ma, T. Liu, Y. Hu, Y. Yao, W. Hong Rui. 2022. Responses of the growth and nutrient stoichiometry in *Ricinus communis* seedlings on four soil types. *Journal of Elementology* (2/2022).
- Zuliati, S., J. Jamidi, M. Nazaruddin, I. Irmawan. 2020. Peningkatan pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di pre-nursery dengan aplikasi biochar dan pupuk NPK. *Jurnal Agrium* 17(1): 356.