

Aplikasi Nano Kompos, Nano Partikel ZnO dan SiO₂ pada Pertumbuhan Bibit (*Main Nursery*) Tanaman Sawit

Annisa Azzarah¹, Nurhidayati^{2*}, Anis Sholihah³

¹²³ Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang,
Jalan MT. Haryono, No. 193, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia
Email korespondensi: nurhidayati@unisma.ac.id

Abstrak

Pembibitan utama (*main nursery*) merupakan tahap penting dalam produksi bibit kelapa sawit sebelum ditanam di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh pemberian nanokompos dan nanopartikel terhadap pertumbuhan kelapa sawit pada tahap awal pembibitan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada fase pembibitan utama (*main nursery*). Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana dengan macam perlakuan P₀ (Kontrol), P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), P₂ (Nano kompos 1.000 ppm + 50% NPK), P₃ (Nano kompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK), P₅ (Nano kompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK). Hasil menunjukkan bahwa perlakuan P₃, P₄, dan P₅ memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit, khususnya pada parameter tinggi tanaman, jumlah pelepah daun, luas daun dan diameter batang. Peningkatan pertumbuhan bibit disebabkan oleh meningkatnya efisiensi penyerapan unsur hara dan perbaikan sifat fisik media tanam akibat aplikasi bahan nano. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi nano kompos dan nanopartikel dapat menjadi alternatif inovatif dalam peningkatan mutu bibit sawit.

Kata kunci: Pembibitan, nanokompos, nanopartikel

Abstract

The main nursery is a crucial stage in oil palm seedling production before planting in the field. This study aims to explain the effect of nanocompost and nanoparticles on oil palm growth in the early stages of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings during the main nursery phase. The study was conducted using a simple Randomized Block Design (RAK) with various treatments P₀ (Control), P₁ (100% NPK (2.5 g/pot)), P₂ (Nanocompost 1,000 ppm + 50% NPK), P₃ (Nanocompost 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK), P₄ (Nanocompost 1,000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK), P₅ (Nanocompost 1,500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK). The results showed that the treatments P₃, P₄, and P₅ had a significant effect on seedling growth, especially on the parameters of plant height, number of leaf sheaths, leaf area and stem diameter. Improved seedling growth is due to increased nutrient absorption efficiency and improved physical properties of the growing medium due to the application of nanomaterials. This research demonstrates that the combination of nanocompost and nanoparticles can be an innovative alternative for improving the quality of oil palm seedlings.

Keywords: Nursery, nanocompost, nanoparticles

Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan penghasil minyak nabati terbesar di Indonesia, dengan luas areal mencapai 15,93 juta hektar dan produksi Crude Palm Oil (CPO) yang mencapai 47,08 juta ton pada tahun 2023. Meskipun ekspor minyak sawit mengalami penurunan dari tahun 2019 hingga 2022, volume ekspor kembali meningkat pada tahun 2023 setelah penurunan terbesar terjadi pada tahun 2020, di mana ekspor mencapai 27,63 juta ton, turun 8,55 persen dibandingkan tahun 2019.

Pengembangan perkebunan kelapa sawit memerlukan ketersediaan bibit berkualitas dan media tanam yang mendukung pertumbuhan. Pada tahap pembibitan utama, pemupukan menjadi sangat penting, karena kelapa sawit membutuhkan unsur hara makro dan mikro untuk tumbuh dengan optimal. Dalam konteks ini, pupuk nano muncul sebagai terobosan baru dalam dunia pertanian, dengan karakteristik khusus yang membantu penyerapan nutrisi yang lebih baik, pengiriman yang lebih tepat, dan ketersediaan yang lebih optimal. Karakteristik-karakteristik ini berpotensi mengubah metode pemupukan yang lebih umum (Sethi et al., 2025).

Material nano telah terbukti memiliki beberapa kelebihan, seperti efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perkecambahan yang lebih baik dan cepat, serta kemampuan untuk meningkatkan pengikatan nitrogen di dalam tanah (Nurhidayati et al., 2022). Kombinasi penggunaan pupuk nanopartikel dan nano kompos diharapkan dapat lebih meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk nano yang terdiri dari nanokompos dan nanopartikel seperti ZnO dan SiO₂, dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dan mendukung pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh pemberian nano kompos dan nano partikel terhadap pertumbuhan kelapa sawit pada tahap awal pembibitan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di greenhouse di Dusun Tebelo, Desa Sidomulyo, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang, pada ketinggian 540 mdpl, mulai bulan Juli 2024-Januari 2025. Analisis hasil tanaman sawit dilakukan di Lab Terpadu Fakultas Pertanian (Unisma).

Alat dan bahan Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: polibag sebagai tempat media tanam sawit, timbangan digital, cangkul, botol sprayer, jangka sorong, timbangan analitik, oven, SPAD meter, soil tester, terpal, dan alfaboard, benih sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) PPKS 239, tanah entisol, kompos, air, nano kompos, SiO₂, ZnO, pupuk urea dan NPK.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 3 kali ulangan, di mana setiap ulangan memiliki 3 sampel tanaman dan jumlah keseluruhan sampel tanaman adalah 54. Penempatan perlakuan di dalam greenhouse diacak menggunakan undian dalam setiap kelompok. Penelitian ini menggunakan perlakuan nano kompos dan nano partikel ZnO dan SiO₂ sebagai berikut: P₀ (Kontrol), P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK), P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK), P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK).

Parameter yang diamati yaitu: tinggi tanaman (cm), jumlah pelepah daun, luas daun (cm²), diameter batang (cm), volume akar (cm³), panjang akar primer (cm), bobot segar total tanaman dan bobot kering total tanaman, bobot segar akar dan bobot kering akar, dan tingkat kehijauan daun yang diukur dengan menggunakan alat SPAD meter type 502.

Data yang dikumpulkan dianalisis ragam (ANOVA) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Bila hasil ANOVA menunjukkan pengaruh signifikan, maka dilakukan uji BNJ 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Pelaksanaan penelitian ini diawali pembuatan kompos dari bahan campuran kotoran sapi, kotoran kambing, sisa media jamur, sabut kelapa, arang sekam, dan bekatul (3:3:3:3:1). Campuran difermentasi selama 1 bulan dengan EM4 dan Chip-soil pada kelembaban 40%. Setelah dikeringkan hingga kadar udara 10%, kompos digiling hingga halus (1400 mesh), lalu diproses dengan blademill selama 15 jam (10 detik aktif, 10 menit mati) hingga diperoleh nano kompos berukuran ±123 nm.

Penelitian ini diawali dengan menggunakan benih sawit berkecambah varietas PPKS 239. Tahap pembenihan awal (pre nursery) dilakukan selama ±3 bulan, di mana benih ditanam dalam polibag berisi campuran tanah, pasir, dan kompos (2:1:1) pada kedalaman ±1,5 cm. Setelah 3 bulan, bibit dipindahkan ke lokasi penelitian untuk tahap pembenihan utama (main nursery) dan dirawat selama 1 minggu untuk adaptasi. Media tanam pada tahap ini menggunakan campuran tanah Entisol bertekstur pasir (62% pasir, 26% debu, 12% liat) dan kompos dengan perbandingan 2:1. Penanaman dilakukan pada kedalaman ±2,5 cm, dengan penyiraman setiap dua hari untuk menjaga kelembaban mendekati kapasitas lapang. Setelah 1 minggu, diberi aplikasi nano partikel dan nano kompos sesuai dengan tabel 1.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel berpengaruh nyata terhadap parameter yang sudah di tentukan.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam uji F 5% (Anova) menunjukkan pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawit pada umur 1 sampai 11 mst.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman (cm) pada perlakuan aplikasi nano kompos dan nano partikel pada berbagai umur

Tinggi Tanaman (cm) pada Umur Tanaman (MST)						
Perlakuan	1	3	5	7	9	11
P ₀	12,9 a	15,86 a	18,2 a	19,2 a	21,6 a	22,8 ab
P ₁	13,1 a	15,92 a	18,7 ab	19,8 a	21,0 ab	22,3 ab
P ₂	14,0 ab	14,71 ab	17,6 ab	19,1 ab	20,7 ab	21,0 a
P ₃	15,2 bc	18,46 ab	20,5 bc	21,9 b	23,1 ab	28,5 c
P ₄	15,3 bc	18,0 b	20,9 bc	22,2 b	23,5 ab	26,2 bc
P ₅	16,0 c	18,74 b	22,6 c	21,0 b	24,6 b	27,9 c
BNJ 5%	1.71	3.26	2.82	2.51	3.66	4.23

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, MST : Minggu Setelah Tanam.

Berdasarkan hasil uji BNJ 5% (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) memberikan tinggi tanaman yang berbeda nyata dengan control (P₀), P₁ (100% NPK) dan P₂ (Nanokompos 1.000 pp+ 50% NPK) pada pengamatan mulai umur 1-11 MST. Namun perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₃ (Perlakuan Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) dan P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK).

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan nanokompos dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawit secara signifikan, sehingga penting untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kombinasi dan dosis yang optimal untuk mencapai hasil yang maksimal, sesuai dengan pernyataan (Santoso 2019), dalam penelitiannya juga dinyatakan bahwa pupuk nano berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman karena pada dasarnya pupuk nano yang dipakai selama penelitian merupakan pupuk hayati dengan teknologi nano yang mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dalam ukuran nano.

Nano partikel ZnO memiliki efek positif terhadap tanaman. Hal ini didukung menurut (Dimpka 2020) mengatakan bahwa efek positif dari nano partikel ZnO adalah meningkatkan klorofil daun, meningkatkan perakaran tanaman, meningkatkan tinggi tanaman dan pertumbuhan tanaman serta serapan unsur hara tanam.

Jumlah Pelepah Daun

Hasil analisis ragam uji F 5% (Anova) menunjukkan pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah pelepah daun tanaman sawit pada umur 1,3,5,7 mst, namun berpengaruh nyata pada umur 9 dan 11 mst

Tabel 2. Rata-rata jumlah pelepah daun pada perlakuan aplikasi nano kompos dan nano partikel pada berbagai umur

Jumlah Pelepah Daun pada Umur Tanaman (MST)						
Perlakuan	1	3	5	7	9	11
P ₀	2.44	3.11	3.22	4.00	4,33 a	5,44 a
P ₁	2.56	3.33	3.22	4.33	4,67 a	6,11 ab
P ₂	2.44	3.11	3.78	4.33	4,67 a	5,67 a
P ₃	2.78	3.00	3.67	4.67	6,11 c	7,33 c
P ₄	2.78	3.11	3.89	4.89	5,89 bc	7,11 bc
P ₅	2.56	3.11	3.67	4.55	5,00 ab	6,22 abc
BNJ 5%	TN	TN	TN	TN	1.08	1.11

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama Menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, MST: Minggu Setelah Tanam, TN : Tidak Nyata

Berdasarkan hasil uji BNJ 5% (Tabel 2) menunjukkan pada umur 9 MST jumlah pelepah daun tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P₀ (Kontrol), P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK). Saat berumur 11 MST jumlah pelepah daun tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P₀ (Kontrol), P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)) dan P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK).

Pengaruh nano kompos terhadap pertumbuhan jumlah daun kelapa sawit terbukti secara signifikan pada Tabel 2. Hal ini sejalan dengan penelitian (Sapseli dkk.

2022) yang menunjukkan bahwa formulasi pupuk organik dengan dosis yang tepat mampu mendukung seluruh aspek pertumbuhan bibit sawit.

Nano kompos berperan dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi. Partikel nano yang dikandungnya berfungsi sebagai pembawa hara yang lebih efisien, memfasilitasi penyerapan optimal oleh akar tanaman (Sari et al., 2021). Efek ZnO dan SiO₂ dalam kombinasi nano kompos juga berkontribusi meningkatkan efisiensi fotosintesis melalui luasnya daun dan peningkatan aktivitas enzim terkait.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa perlakuan P3 merupakan perlakuan optimal yang mampu menyediakan nutrisi secara bertahap seiring fase pertumbuhan, sekaligus menjadi solusi pengurangan penggunaan pupuk kimia hingga 50% tanpa mengurangi produktivitas.

Luas Daun

Hasil analisis ragam uji F 5% (Anova) menunjukkan pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel tidak berpengaruh nyata terhadap luas pelepah tanaman sawit pada umur 1,7,9 mst, namun berpengaruh nyata Saat berumur 3,5,11 mst.

Tabel 3. Rata-rata luas daun (cm²) pada perlakuan aplikasi nano kompos dan nanopartikel pada berbagai umur

Luas Daun (cm ²) pada Umur Tanaman (MST)						
Perlakuan	1	3	5	7	9	11
P ₀	27.02	35,77 ab	40,62 a	55.43	88.94	109,49 a
P ₁	26.34	33,12 a	36,59 a	53.07	96.76	135,86 a
P ₂	22.44	34,93 a	47,46 ab	60.77	74.99	110,45 a
P ₃	39.24	46,13 b	61,44 ab	75.87	134.09	286,15 b
P ₄	43.28	43,92 ab	63,41 ab	69.94	123.44	185,06 a
P ₅	31.20	40,77 ab	76,34 b	75.78	101.84	161,91 a
BNJ 5%	TN	11.05	32.26	TN	TN	92.77

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama Menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, MST : Minggu Setelah Tanam, TN : Tidak Nyata

Berdasarkan hasil uji BNJ 5% (Tabel 3) menunjukkan saat berumur 3 MST luas pelepah daun tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₀ (Kontrol), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)) dan P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK). Saat berumur 5 MST luas pelepah daun pelepah daun tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₅

(Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK), P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) dan P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P₀ (Kontrol) dan P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)). Saat berumur 11 MST MST luas pelepah daun tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P₀ (Kontrol), P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK).

Pemberian pupuk kompos berbasis nano dapat meningkatkan luas daun tanaman, terutama dengan penggunaan dosis yang tepat. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sari dkk. 2021), yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk organik berbasis nano dapat meningkatkan luas daun tanaman secara signifikan, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, selain itu (Putri et al. 2023) menyatakan bahwa penggunaan pupuk cair berteknologi nano memberikan pengaruh nyata pada tinggi tanaman, jumlah pelepah daun, luas daun, dan bobot kering.

Diameter batang

Hasil analisis ragam uji F 5% (Anova) menunjukkan pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel berpengaruh nyata terhadap diameter batang bawah tanaman sawit pada umur 1 sampai 11 mst.

Tabel 4. Rata-rata diameter batang (cm) bawah pada perlakuan aplikasi nano kompos dan nanopartikel pada berbagai umur

Diameter batang (cm) pada Umur Tanaman (MST)						
Perlakuan	1	3	5	7	9	11
P ₀	0,42 a	0,72 c	0,69 c	0,82 b	0,89 c	1,00 c
P ₁	0,42 a	0,58 b	0,65 a	0,78 a	0,86 a	0,90 a
P ₂	0,43 ab	0,61 b	0,67 b	0,81 b	0,87 b	0,96 b
P ₃	0,48 b	0,86 e	0,74 d	0,88 d	0,94 d	1,13 e
P ₄	0,60 c	0,78 d	0,83 e	0,95 e	1,02 e	1,15 f
P ₅	0,41 a	0,54 a	0,70 c	0,85 c	0,94 d	1,04 d
BNJ 5%	0.005	0.008	0.005	0.004	0.003	0.008

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama Menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, MST: Minggu Setelah Tanam.

Berdasarkan hasil uji BNJ 5% (Tabel 4) secara umum P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) memberikan hasil tertinggi yang berbeda nyata dengan kontrol (P₀), P₁ (100% NPK), P₂ (Nanokompos 1.000 pp+ 50% NPK) P₃ (Perlakuan Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK). Hasil dari tabel 4 mencerminkan pertumbuhan tanaman yang baik, dengan meningkatnya pertumbuhan bibit kelapa sawit. Hal ini sejalan dengan penelitian (Maryani et al. 2023) sebelumnya yang menyatakan bahwa diameter batang adalah tolak ukur untuk mengetahui pertumbuhan tanaman.

Panjang Akar dan Volume Akar

Hasil analisis ragam uji F 5% (Anova) menunjukkan pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan volume akar.

Tabel 5. Rata-rata panjang akar dan volume akar pada perlakuan aplikasi nano kompos dan nanopartikel

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Volume Akar (cm³)
P ₀	15,02 a	2,66 a
P ₁	19,38 b	3,00 a
P ₂	14,94 a	2,67 a
P ₃	22,14 b	6,67 b
P ₄	20,54 b	4,89 ab
P ₅	19,01 ab	4,67 ab
BNJ 5%	4,14	2,75

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama Menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Berdasarkan hasil uji BNJ 5% (Tabel 5) menunjukkan pada panjang akar tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P₀ (Kontrol) dan P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK). Pada volume akar tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO

300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan P₀ (Kontrol), P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), dan P₂ (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK).

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan tertentu secara signifikan mendukung pembentukan sistem perakaran yang aktif dan fungsional. Sistem perakaran yang baik akan memperbesar kapasitas tanaman dalam menyerap air dan unsur hara, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara keseluruhan.

Salah satu faktor yang mendukung efisiensi penyerapan ini adalah penggunaan partikel berukuran nano dalam formulasi pupuk. Partikel nano memiliki ukuran sangat kecil dan luas permukaan yang besar, sehingga lebih mudah diserap oleh jaringan tanaman, baik melalui akar maupun daun. Hal ini sejalan dengan temuan (Ghidan et al. 2018) dan (Singh & Kathayat 2018), yang menyatakan bahwa kinerja partikel nano lebih efektif dibandingkan pupuk konvensional, karena keunggulan dalam hal ukuran, struktur kimia, luas penutupan permukaan, dan kecepatan reaksinya.

Bobot Segar Total, Bobot Segar Akar

Hasil analisis ragam uji F 5% (Anova) menunjukkan pengaplikasian nano kompos yang diperkaya nano partikel berpengaruh nyata terhadap bobot segar total dan bobot segar akar, bobot kering total dan bobot kering akar.

Tabel 6. Rata-rata bobot segar total, bobot segar akar pada perlakuan aplikasi nano kompos dan nanopartikel.

Perlakuan	BS Total (g)	BS Akar (g)	BK Total (g)	BK Akar (g)
P ₀	13,24 a	2,11 ab	2,39 ab	0,73 ab
P ₁	17,23 ab	2,41 abc	2,47 ab	0,57 a
P ₂	14,59 a	1,70 a	2,27 a	0,51 a
P ₃	20,49 b	3,10 c	4,42 c	0,98 b
P ₄	19,63 b	2,72 c	3,83 abc	1,07 b
P ₅	18,81 b	3,00 bc	4,01 bc	0,91 ab
BNJ 5%	4,19	0,96	1,71	0,41

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama. Menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BS: berat segar BK: berat kering

Berdasarkan hasil uji BNJ 5% (Tabel 6) menunjukkan pada bobot segar total tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P₃ (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₁ (100% NPK (2,5 g/pot)), P₄ (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P₅ (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150

ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan perlakuan P_0 (Kontrol) dan P_2 (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK). Pada bobot segar akar tanaman sawit memberikan respon yang baik terhadap perlakuan P_3 (Nanokompos 500 ppm + ZnO 100 ppm + SiO₂ 50 ppm + 50% NPK) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P_4 (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dan P_5 (Nanokompos 1.500 ppm + ZnO 300 ppm + SiO₂ 150 ppm + 50% NPK) namun berbeda nyata dengan P_0 (Kontrol), P_1 (100% NPK (2,5 g/pot)), dan P_2 (Nanokompos 1.000 ppm + 50% NPK).

Tabel 6 menunjukkan hasil dari parameter biomasa tanaman sawit. Berat segar total mengacu pada massa tanaman dalam kondisi basah yang mencerminkan status hidrasi dan pertumbuhan vegetatif pada saat tertentu. Berat segar akar menunjukkan massa basah sistem perakaran yang dibasahi dengan kemampuan serap air dan hara. Sedangkan berat kering total tanaman merupakan total biomassa tanaman (termasuk daun, batang, dan akar) setelah dikeringkan, yang digunakan sebagai indikator akumulasi materi tumbuhan. Berat kering akar merepresentasikan biomassa akar fungsional setelah pengeringan yang berperan dalam penyerapan nutrisi. Hal ini sama sejalan dengan penelitian terbaru oleh (Sadak & Bakry 2020) pentingnya parameter-parameter tersebut, dengan menunjukkan bahwa perlakuan nano ZnO pada konsentrasi 40 mg/l secara signifikan mempengaruhi bobot segar pucuk, bobot kering pucuk, panjang akar, berat segar akar, dan berat kering akar pada tanaman rami. Penelitian ini mendukung bahwa aplikasi nano partikel dapat memodifikasi karakteristik biomassa tanaman secara menyeluruh.

Kesimpulan dan Saran

Pemberian nano kompos dan nano partikel berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan sawit pada tahap pembibitan utama (main nursery) dimana perlakuan terbaik adalah P_4 (Nanokompos 1.000 ppm + ZnO 200 ppm + SiO₂ 100 ppm + 50% NPK) dengan pemberian dosis yang tepat maka akan menghasilkan hasil tanaman yang maksimal. Disarankan perlu penambahan nano partikel karena dapat meningkatkan pertumbuhan bibit sawit.

Daftar Pustaka

- Putri, F. S., Fevria, R., Des, M., & Putri, I. L. E. 2023. The Effect of Nano Technology Liquid Organic Fertilizer on The Growth of Red Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 491-497.
- Sadak, M. S., & Bakry, B. A. 2020. Zinc-oxide and nano ZnO oxide affect growth, some biochemical aspects, yield quantity, and quality of flax (*Linum usitatissimum* L.) in the absence and presence of compost under sandy soil. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 1–12.
- Santoso, A. H. (2019). Pengaruh Kombinasi Pupuk Nano Dan Npk Anorganik Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Chinensis* L.) Skripsi, Universitas Brawijaya
- Sapseli, C., Merismon, M., & Sutejo, S. 2022. Respon Pertumbuhan Bibit Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair dan Dosis Pupuk NPK. *Jurnal Agro Silampari*, 11(1), 18-28.
- Sari, R., Prasetyo, A., & Hidayat, W. (2021). Pengaruh Pupuk Nano Kompos terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Sawit. *Jurnal Pertanian dan Kehutanan*, 12(3), 45-52.
- Sethi, S. K., Dalei, S. R., Oko, A. O., Kumar, A., & Kindo, A. 2025. *Effect of Nano-Fertilizer on Crop Plant Growth and Its Effect on Rhizospheric Microorganism and Its Application: A Comprehensive Review*. Synthesizing and Characterizing Plant-Mediated Biocompatible Metal Nanoparticles, 177-202.
- Dimkpa, CO, Andrews, J., Fugice, J., Singh, U., Bindraban, PS, Elmer, WH, ... & White, JC (2020). Pelapisan urea yang mudah dengan nanopartikel ZnO dosis rendah meningkatkan kinerja gandum dan meningkatkan penyerapan Zn di bawah tekanan kekeringan. *Frontiers in plant science*, 11:168.
- Maryani, AT, Rada F & Sosiawan, N 2023, 'Dampak pupuk organik cair dan kompos IPAL karet terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Main Nursery', *Jurnal Ilmiah Universitas Batang Hari*, vol. 23, no. 3, pp. 2730-2738.
- Nurhidayati and Muslikah, S. 2022. Application of nano-vermicompost improves NPK nutrient uptake, chlorophyll content and yield of caisim mustard. *Proceeding of International Conference on Multidisciplinary Sciences for Humanity in The Society 5.0 Era*. E-ISSN 3021-7245. Vol. 2 pp. 163-171.