
Application of Swiftlet Manure Bokashi and NPK Mutiara Fertilizer on the Growth of Oil Palm Seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) in the Pre-Nursery

Aplikasi Bokashi Kotoran Walet dan Pupuk NPK Mutiara terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pre-Nursery

Siti Mutmainah¹, Asiah Wati², Christoper Sula³

1,2,3 Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda, Indonesia

sitimutmainah@uwgm.ac.id¹, asiahwati@uwgm.ac.id², christophersula@gmail.com³

Correspondence author Email: sitimutmainah@uwgm.ac.id¹

Paper received: July 2026; Accepted: July 2026; Publish: July 2026

Abstract.

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is a strategic plantation commodity in Indonesia whose production success is largely determined by seedling quality during the early growth phase. Adequate nutrient supply at the pre-nursery stage is decisive for vegetative growth, making the choice of fertilizer type and dose critical. This study aimed to determine the effect of swiftlet manure bokashi, NPK Mutiara fertilizer, and their interaction on the growth of oil palm seedlings in the pre-nursery. The experiment used a factorial Randomized Block Design with three replications, producing 48 experimental units. The first factor was the dose of swiftlet manure bokashi (0; 450; 500; 550 g/plant) and the second was NPK Mutiara (0; 4; 6; 8 g/plant). Plant height, stem diameter, and leaf number were observed at 30, 60, and 90 days after treatment (DAT) and analyzed using ANOVA followed by the LSD test at the 5% level. Bokashi significantly to highly significantly affected all parameters, with the highest dose (B3 = 550 g/plant) giving the best results at 90 DAT. NPK Mutiara and the interaction had no significant effect. Laboratory analysis confirmed that the bokashi contained 11.07% total N, 30.93% organic C, and a low C/N ratio (2.79). The novelty of this study highlights that swiftlet manure bokashi alone is sufficient to meet early nutritional needs, eliminating the urgency for chemical fertilizers. These findings provide a significant scientific contribution to eco-friendly and sustainable nursery practices. The findings recommend swiftlet manure bokashi as an organic fertilizer derived from local waste for oil palm pre-nursery cultivation.

Keywords: Oil palm seedling; Swiftlet manure bokashi; NPK Mutiara; Pre-nursery; Vegetative growth

Abstrak.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas perkebunan strategis Indonesia yang keberhasilan produksinya sangat ditentukan oleh kualitas bibit pada fase awal. Pemenuhan unsur hara pada tahap pre-nursery menjadi penentu utama pertumbuhan vegetatif, sehingga pemilihan jenis dan dosis pupuk yang tepat menjadi sangat penting. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pengaruh pemberian bokashi kotoran walet, pupuk NPK Mutiara, serta interaksi keduanya terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 48 satuan percobaan. Faktor pertama adalah dosis bokashi kotoran walet (0; 450; 500; 550 g/tanaman) dan faktor kedua adalah dosis NPK Mutiara (0; 4; 6; 8 g/tanaman). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun pada umur 30, 60, dan 90 hari setelah perlakuan (HSP), dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan uji BNT taraf 5%. Bokashi kotoran walet berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap ketiga parameter, dengan dosis tertinggi (B3 = 550 g/tanaman) memberikan hasil terbaik pada umur 90 HSP. Pupuk NPK Mutiara serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Uji laboratorium memperkuat temuan tersebut: bokashi memiliki N-total 11,07%, C-organik 30,93%, dan rasio C/N rendah (2,79). Kebaruan penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan bokashi kotoran walet secara mandiri sudah mencukupi kebutuhan nutrisi awal bibit, sehingga meniadakan urgensi penambahan pupuk kimia sintesis. Temuan ini memberikan kontribusi ilmiah penting bagi praktik pemupukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan di perkebunan. Penelitian merekomendasikan bokashi kotoran walet sebagai pupuk organik berbasis limbah lokal untuk pembibitan kelapa sawit.

Keywords: Bibit kelapa sawit; Bokashi kotoran walet; NPK Mutiara; Pre-nursery; Pertumbuhan vegetatif

Copyright and License

Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License that allows others to share the work with an acknowledgment of the work's authorship and initial publication in this journal.



1. Pendahuluan

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas strategis sektor perkebunan Indonesia dan menjadi penyumbang utama perekonomian nasional melalui produksi minyak sawit mentah (*crude palm oil*/CPO). Luas areal perkebunan kelapa sawit nasional telah melampaui 14 juta hektar dengan produksi yang terus meningkat setiap tahun (Badan Pusat Statistik, 2023). Keberhasilan produksi kelapa sawit sangat bergantung pada kualitas bibit yang digunakan, terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman (Kementerian Pertanian, 2023).

Salah satu aspek penting dalam pembibitan kelapa sawit adalah pemenuhan kebutuhan unsur hara yang optimal. Bibit memerlukan nutrisi yang cukup untuk mendukung pembentukan akar, batang, dan daun. Pupuk NPK merupakan pupuk anorganik yang paling sering digunakan karena mengandung tiga unsur hara esensial: nitrogen berperan dalam fotosintesis dan pembentukan daun, fosfor memperkuat sistem perakaran, dan kalium mendukung transportasi air dan nutrisi (Havlin et al., 2019). Aplikasi NPK Mutiara dilaporkan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun bibit kelapa sawit di pre-nursery (Haryati et al., 2021; Manurung et al., 2022).

Di sisi lain, pupuk organik berupa bokashi kotoran walet berpotensi memperbaiki kesuburan tanah sekaligus menyediakan unsur hara. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemberian pupuk kotoran walet meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun bibit kelapa sawit (Boren et al., 2024; Novia & Badal, 2024), sedangkan pupuk guano berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan luas daun (Lidar & Muryanto, 2020). Namun, informasi mengenai pengaruh kombinasi bokashi kotoran walet dan pupuk NPK Mutiara terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit masih sangat terbatas.

Kajian terdahulu di tingkat nasional maupun internasional umumnya masih menguji aplikasi pupuk organik dan anorganik secara terpisah, atau belum berfokus pada pemanfaatan limbah spesifik pada fase awal pembibitan. Haryati et al. (2021) dan Manurung et al. (2022) berfokus pada pemberian NPK Mutiara, sedangkan Boren et al. (2024), Novia dan Badal (2024), serta Lidar dan Muryanto (2020) menelaah pupuk organik secara mandiri. Di tataran global, literatur-literatur terbaru sangat merekomendasikan pendekatan *Integrated Nutrient Management* (INM) atau substitusi parsial pupuk kimia dengan bahan organik untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk sintesis tanpa mengorbankan kualitas pertumbuhan tanaman. Adileksana et al. (2020) dan Hamidah & Noor (2024) membuktikan bahwa integrasi kompos organik dengan pupuk NPK mampu memperbaiki efisiensi penyerapan hara dan mempercepat pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit di fase *pre-nursery*. Studi terbaru oleh Setiawan & Baharuddin (2025) juga mengonfirmasi bahwa interaksi antara nutrisi anorganik dan senyawa organik memberikan efek sinergis yang signifikan terhadap bobot kering dan volume akar bibit sawit. Meskipun demikian, aplikasi INM yang

secara spesifik mengintegrasikan bokashi kotoran walet terfermentasi dengan pupuk NPK Mutiara pada fase *pre-nursery* kelapa sawit belum banyak dieksplorasi. Oleh karena itu, fokus kebaruan dari kajian ini adalah mengungkap respons sinergis serta efek interaksi silang antara aplikasi pupuk NPK dan bokashi kotoran walet melalui rancangan percobaan faktorial.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) pengaruh pemberian bokashi kotoran walet terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit; (2) pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit; dan (3) pengaruh interaksi keduanya terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre-nursery*. Urgensi penelitian terletak pada kebutuhan rekomendasi pemupukan yang efektif dan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas bibit, sekaligus memanfaatkan limbah kotoran walet sebagai sumber pupuk organik bernilai guna.

2. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda, Jalan Wahid Hasyim, Kelurahan Sempaja, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda. Kegiatan penelitian berlangsung selama empat bulan, mulai Januari 2026 hingga April 2026, terhitung dari tahap persiapan hingga proses pengambilan data. Selama periode penelitian, kondisi iklim di lokasi percobaan memiliki suhu udara harian rata-rata berkisar antara 28–32°C.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi cangkul, parang, gembor, ember, timbangan duduk, timbangan digital, kamera, cutter, meteran, jangka sorong, gelas ukur, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah bibit kelapa sawit varietas DxP Lonsum, pupuk bokashi kotoran walet, pupuk NPK Mutiara, polybag ukuran 30 cm × 30 cm, dan tanah lapisan paling atas (topsoil).

2.3. Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan percobaan faktorial 4×4 yang terdiri atas dua faktor, sehingga diperoleh 16 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan (total 48 polybag). Faktor pertama adalah pupuk bokashi kotoran walet (B): B0 = kontrol; B1 = 450 g/polybag; B2 = 500 g/polybag; B3 = 550 g/polybag. Faktor kedua adalah pupuk NPK Mutiara (N): N0 = kontrol; N1 = 4 g/polybag; N2 = 6 g/polybag; N3 = 8 g/polybag.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan bokashi kotoran walet (B) dan NPK Mutiara (N)

Perlakuan	N0	N1	N2	N3
B0	B0N0	B0N1	B0N2	B0N3
B1	B1N0	B1N1	B1N2	B1N3
B2	B2N0	B2N1	B2N2	B2N3
B3	B3N0	B3N1	B3N2	B3N3

Pemilihan taraf dosis NPK ini didasarkan pada standar rekomendasi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) untuk bibit fase *pre-nursery* (usia 1–3 bulan).

2.4. Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan meliputi: (1) persiapan lahan seluas 3 m × 3 m yang dibersihkan dari gulma dan diratakan; (2) pembuatan naungan paranet setinggi 2 m untuk melindungi bibit dari sinar matahari langsung dan hama; (3) persiapan media tanam berupa campuran topsoil dan bokashi sesuai perlakuan yang dimasukkan ke polybag 30 cm × 30 cm; dan (4) persiapan bibit varietas DxP Lonsum berumur ± 1 bulan yang diperoleh dari PT London Sumatra Indonesia Tbk.

Bokashi dibuat dari kotoran walet kering dengan aktivator EM4. Sebanyak 100 g gula merah dilarutkan dalam 4 L air, ditambah 20 ml EM4, lalu disiramkan merata ke 24 kg kotoran walet hingga kelembapan ± 30%. Campuran ditutup dan difermentasi selama 16 hari dengan pengadukan setiap 3 hari. Bokashi matang ditandai warna lebih gelap, tidak berbau menyengat, dan suhu normal. Bokashi diberikan satu kali saat bibit dipindahkan ke polybag dengan mencampur topsoil dan bokashi sesuai dosis perlakuan, sedangkan NPK Mutiara ditabur melingkar sesuai dosis pada umur tanaman 15 HST. Pemeliharaan meliputi penyiraman dua kali sehari, penyiangan gulma manual, serta pemeliharaan kelembapan media tanam.

2.5. Pengambilan dan Analisis Data

Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman (cm) dengan meteran dari pangkal batang hingga titik tumbuh, diameter batang (mm) dengan jangka sorong pada 3 cm di atas media, dan jumlah daun (helai) yang telah membuka sempurna. Pengukuran dilakukan pada umur 30, 60, dan 90 HSP. Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA); apabila perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% (Hanafiah, 2016).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tinggi Tanaman

Pada umur 30 HSP, perlakuan bokashi kotoran walet (B), NPK Mutiara (N), maupun interaksinya (B×N) tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pada umur 60 dan 90 HSP, bokashi kotoran walet

berpengaruh nyata hingga sangat nyata, sedangkan NPK Mutiara dan interaksinya tetap tidak berpengaruh nyata.

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman umur 30 HSP (cm)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	7,00	7,00	7,00	7,50	7,13
B1	7,00	7,23	7,63	8,07	7,48
B2	7,83	6,80	6,27	7,27	7,04
B3	7,20	7,83	8,00	8,67	7,93
Rerata	7,26	7,22	7,23	7,88	

Keterangan: tidak berbeda nyata (tn).

Tabel 3. Rerata tinggi tanaman umur 60 HSP (cm)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	13,20	13,73	13,97	12,97	13,47 b
B1	15,00	14,47	13,90	13,43	14,20 b
B2	17,00	14,40	14,20	14,57	15,04 ab
B3	18,23	15,37	18,63	16,17	17,10 a
Rerata	15,86	14,49	15,18	14,28	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT B = 2,55).

Tabel 4. Rerata tinggi tanaman umur 90 HSP (cm)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	19,83	18,80	18,80	18,57	19,00 b
B1	21,87	17,50	16,03	18,57	18,49 b
B2	24,40	24,50	24,63	19,03	23,14 ab
B3	23,07	20,67	27,47	22,50	23,43 a
Rerata	22,29	20,37	21,73	19,67	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT B = 3,50).

Hasil uji BNT 5% menunjukkan perlakuan B3 berbeda nyata dengan B0 (kontrol). Pada 60 HSP, rerata tinggi tanaman B3 mencapai 17,10 cm dibandingkan B0 sebesar 13,47 cm, sedangkan pada 90 HSP

B3 mencapai 23,43 cm dibandingkan B0 sebesar 19,00 cm. Pada umur 30 HSP pengaruh belum nyata karena unsur hara dalam bokashi masih berada dalam bentuk organik kompleks. Secara biologis, peningkatan tinggi tanaman ini sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen terlarut dari proses mineralisasi bokashi, dimana proses mineralisasi membutuhkan waktu sebelum tersedia bagi tanaman (Suryani et al., 2020). Semakin tinggi dosis bokashi, semakin besar ketersediaan hara yang dapat diserap untuk mendukung pertumbuhan vegetatif, dan pelepasan hara organik yang bertahap menyebabkan efektivitas bokashi semakin optimal seiring waktu (Ramlan et al., 2020) sehingga merangsang pemanjangan batang secara signifikan pada umur 60 dan 90 HSP.

3.2. Diameter Batang

Perlakuan bokashi kotoran walet tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang pada umur 30 HSP, namun berpengaruh nyata pada 60 HSP dan sangat nyata pada 90 HSP. Pupuk NPK Mutiara dan interaksi B×N tidak berpengaruh nyata pada seluruh umur pengamatan.

Tabel 5. Rerata diameter batang umur 30 HSP (mm)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata a
	N0	N1	N2	N3	
B0	3,10	3,80	3,97	3,17	3,51
B1	3,90	3,57	3,70	3,30	3,62
B2	3,67	2,70	2,37	3,40	3,03
B3	2,73	5,27	2,73	2,40	3,28
Rerata	3,35	3,83	3,19	3,07	

Keterangan: tidak berbeda nyata (tn).

Tabel 6. Rerata diameter batang umur 60 HSP (mm)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	3,83	3,57	4,50	4,10	4,00 b
B1	4,90	4,10	3,30	3,87	4,04 b
B2	5,57	4,90	5,07	4,00	4,88 ab
B3	4,93	6,57	5,73	3,77	5,25 a
Rerata	4,81	4,78	4,65	3,93	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT B = 0,88).

Tabel 7. Rerata diameter batang umur 90 HSP (mm)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	5,83	5,60	4,90	4,70	5,26 b
B1	6,73	5,37	5,00	6,20	5,83 b
B2	8,33	7,23	7,47	5,70	7,18 ab
B3	6,17	7,63	8,17	7,13	7,28 a
Rerata	6,77	6,46	6,38	5,93	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT $B = 1,33$).

Peningkatan diameter batang pada perlakuan B3 berkaitan dengan peran bokashi yang tidak hanya menyediakan unsur hara, tetapi juga memperbaiki sifat fisik tanah Perbaikan porositas dan aerasi tanah ini merangsang perkembangan akar yang lebih masif, sehingga kapasitas penyerapan air dan nutrisi meningkat (Hartati et al., 2021). Pada 60 HSP, B3 menghasilkan diameter 5,25 mm dibandingkan kontrol 4,00 mm, dan pada 90 HSP mencapai 7,28 mm dibandingkan kontrol 5,26 mm. Stabilitas ketersediaan hara akibat mineralisasi yang berlangsung optimal memperkuat pertumbuhan jaringan batang (Ramlan et al., 2020).

3.3. Jumlah Daun

Perlakuan bokashi kotoran walet berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun pada seluruh periode pengamatan (30, 60, dan 90 HSP). Pupuk NPK Mutiara dan interaksi $B \times N$ tidak berpengaruh nyata.

Tabel 8. Rerata jumlah daun umur 30 HSP (helai)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	2,00	1,33	1,67	2,00	1,75 b
B1	2,00	1,00	2,00	2,00	1,75 b
B2	2,67	2,00	2,33	1,67	2,17 ab
B3	2,67	2,67	2,67	2,33	2,58 a
Rerata	2,33	1,75	2,17	2,00	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT $B = 0,37$).

Tabel 9. Rerata jumlah daun umur 60 HSP (helai)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	2,67	3,00	2,67	2,67	2,75 b
B1	2,67	2,33	2,67	3,33	2,75 b
B2	4,00	4,00	3,33	3,00	3,58 ab
B3	3,67	3,33	4,00	3,67	3,67 a
Rerata	3,25	3,17	3,17	3,17	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT B = 0,52).

Tabel 10. Rerata jumlah daun umur 90 HSP (helai)

Bokashi Kotoran Walet (B)	Pupuk NPK Mutiara (N)				Rerata
	N0	N1	N2	N3	
B0	4,33	3,67	3,67	3,33	3,75 b
B1	3,67	3,33	3,67	4,00	3,67 b
B2	5,33	5,00	5,00	3,33	4,67 ab
B3	4,67	5,33	5,67	4,67	5,08 a
Rerata	4,50	4,33	4,50	3,83	

Keterangan: angka pada kolom rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNT B = 0,74).

Pengaruh signifikan bokashi terhadap jumlah daun terkait peran nitrogen dalam pembentukan klorofil yang mempercepat fotosintesis sehingga memperbanyak daun, (Suryani et al., 2020), makna biologis dari fenomena ini berkaitan erat dengan tingginya suplai nitrogen dari bokashi yang diubah menjadi klorofil dan protein struktural daun. Daun merupakan organ fotosintetik utama; semakin banyak jumlah daun yang terbentuk, semakin luas area intersepsi cahaya matahari, yang berdampak pada peningkatan laju asimilasi karbon. Perlakuan B3 secara konsisten menghasilkan jumlah daun tertinggi (2,58 helai pada 30 HSP; 3,67 helai pada 60 HSP; dan 5,08 helai pada 90 HSP). Efektivitas bokashi sangat bergantung pada dosis, dan manfaatnya bersifat jangka panjang melalui perbaikan struktur tanah serta peningkatan aktivitas mikroba (Hartati et al., 2021; Ramlan et al., 2020). Dominasi bokashi dalam mempercepat kemunculan daun membuktikan bahwa hara yang dilepaskan sangat memadai untuk menunjang aktivitas metabolisme vegetatif secara berkesinambungan.

3.4. Kualitas Bokashi Kotoran Walet (Uji Laboratorium)

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa bokashi kotoran walet memiliki kualitas yang baik dan lebih unggul dibandingkan kotoran walet mentah. Kandungan unsur hara makro melampaui standar pupuk organik PPKS untuk pre-nursery, dengan rasio C/N rendah yang menandakan dekomposisi telah matang.

Tabel 11. Perbandingan hasil uji laboratorium dengan standar PPKS

Parameter	Standar PPKS	Kotoran Walet	Bokashi Walet
N-Total (%)	1 – 2	7,78	11,07
P2O5 (%)	0,2 – 0,5	2,74	2,69
K2O (%)	1 – 2	1,97	2,30
C-Organik (%)	12 – 15	27,53	30,93
Rasio C/N	10 – 20	3,54	2,79
pH H2O	5 – 7	5,36	5,80

Sumber: Hasil uji laboratorium UPT. LSHK Universitas Mulawarman (2025) dan standar PPKS (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2014).

Kandungan C-organik yang sangat baik (30,93%) memperbaiki struktur, porositas, dan aerasi media serta menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Rasio C/N yang rendah (2,79) menunjukkan unsur hara mudah diuraikan dan cepat tersedia bagi tanaman, sedangkan pH 5,80 mendekati netral sehingga mendukung penyerapan hara makro N, P, dan K secara optimal (Hardjowigeno, 2017). Kombinasi sifat-sifat ini menjadikan bokashi kotoran walet sebagai faktor utama yang mendukung pertumbuhan bibit pada fase pre-nursery.

Sebaliknya, pupuk NPK Mutiara tidak memberikan pengaruh nyata pada seluruh parameter. Hal ini diduga karena pada fase pre-nursery sistem perakaran bibit masih terbatas sehingga serapan pupuk anorganik belum maksimal; sebagian hara juga dapat terikat oleh koloid media yang didominasi topsoil dan bokashi (Lidar & Muryanto, 2020; Wulandari et al., 2021). Berdasarkan data di atas diketahui terjadi fenomena kejenuhan hara, hal ini ditunjukkan pada Tabel 11, kandungan N-Total bokashi walet mencapai 11,07%, jauh di atas standar PPKS (1-2%). Tingginya suplai hara dari media dasar yang dicampur bokashi ini menyebabkan kebutuhan nutrisi bibit *pre-nursery* telah terpenuhi secara maksimal. Penambahan NPK tidak lagi memberikan efek tambahan (*marginal benefit*) karena tanaman mengalami "konsumsi mewah" (*luxury consumption*) atau mencapai ambang batas asimilasi hara untuk ukuran *polybag* kecil. Oleh karena itu interaksi B×N tidak memberikan pengaruh nyata, selain itu bokashi melepaskan hara secara bertahap, sedangkan NPK Mutiara tersedia cepat, sehingga sinergi belum tercapai (Hartati et al., 2021; Ramlan et al., 2020).

3.5. Keterbatasan Penelitian dan Implikasi Ilmiah

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain periode pengamatan yang terbatas hanya pada fase *pre-nursery* (usia 1–3 bulan) dan dilakukan di dalam *polybag* yang membatasi arsitektur perakaran. Kinerja kombinasi pupuk ini belum dievaluasi pada fase *main nursery* atau di lapangan terbuka di mana interaksi dengan lingkungan (cekaman abiotik dan biotik) lebih kompleks.

Meskipun demikian, implikasi ilmiah dari penelitian ini sangat signifikan bagi praktik agronomi berkelanjutan. Hasil penelitian ini membuktikan secara empiris bahwa pemanfaatan bokashi kotoran walet secara mandiri (khususnya dosis 550 g/polybag) sudah lebih dari cukup untuk menopang pertumbuhan optimal bibit kelapa sawit *pre-nursery*. Fakta bahwa aplikasi NPK sintesis tidak memberikan pengaruh nyata mengimplikasikan bahwa pekebun atau pihak industri dapat meniadakan penggunaan pupuk kimia pada fase ini. Hal ini mendukung transisi menuju pemupukan yang ramah lingkungan, menekan biaya pengadaan pupuk kimia, serta mereduksi risiko degradasi kualitas tanah akibat residu anorganik pada tahap awal pembibitan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian bokashi kotoran walet berpengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit, dengan dosis tertinggi (B3 = 550 g/polybag) memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun pada umur 90 HSP. Pemberian pupuk NPK Mutiara tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada fase *pre-nursery*, dan interaksi antara kedua pupuk juga tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter. Secara keilmuan dan praktis, penelitian ini berkontribusi dalam mendukung pengembangan sistem pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Penggunaan bokashi kotoran walet terbukti efektif substitusi kebutuhan pupuk anorganik pada fase awal pembibitan, sehingga dapat meminimalkan dampak degradasi lahan akibat residu bahan kimia, menekan biaya operasional, serta mengoptimalkan pemanfaatan limbah organik lokal dalam kerangka ekonomi sirkular.

Untuk memperoleh pertumbuhan bibit yang lebih baik disarankan menggunakan bokashi kotoran walet dosis tertinggi (B3 = 550 g/polybag) secara mandiri. Pupuk NPK Mutiara sebaiknya diberikan pada fase *main-nursery* atau setelah sistem perakaran lebih berkembang agar efektivitasnya lebih maksimal. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji dosis dan waktu aplikasi yang lebih tepat serta pengujian pada skala lapang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda atas dukungan pendanaan melalui skema Dana Pemicu Riset (DPR).

Daftar Pustaka

- Adileksana, C., Yudono, P., Purwanto, B. H., & Wijoyo, R. B. (2020). Growth performance of oil palm seedlings at the pre-nursery and main nursery stages as a response to the substitution of NPK compound fertilizer and organic fertilizer. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 35(1), 89–97. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v35i1.33884>.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik kelapa sawit Indonesia. Badan Pusat Statistik.
- Boren, A., Putra, D., & Lestari, S. (2024). Pengaruh aplikasi bokashi kotoran walet terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada fase pre-nursery. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 12(1), 15–25.
- Hamidah, H., & Noor, R. B. (2024). The effect of giving household waste trichocompost and rainbow NPK on the growth of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) in pre-nurseries. *AGRIFARM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 13(1), 46–51. <https://doi.org/10.24903/ajip.v13i1.3080>.
- Hanafiah, K. A. (2016). Rancangan percobaan: Teori dan aplikasi (3rd ed.). Universitas Sriwijaya.
- Hardjowigeno, S. (2017). Ilmu tanah. Akademika Pressindo.
- Hartati, S., Pradiko, I., & Lestari, R. (2021). Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pangan. *Jurnal Agroteknologi Indonesia*, 6(2), 85–93.
- Haryati, T., Putra, R. A., & Sari, M. N. (2021). Pengaruh aplikasi NPK Mutiara terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery. *Jurnal Pertanian*, 12(3), 45–56.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (2019). Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management (8th ed.). Pearson.
- Kementerian Pertanian. (2023). Laporan tahunan perkebunan kelapa sawit Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Lidar, S., & Muryanto, M. (2020). Guano fertilizer applications to improve growth of palm oil seeds (*Elaeis guineensis* Jacq.) in pre-nursery. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(2), 45–52. <https://doi.org/10.31849/jip.v16i2.3608>.
- Manurung, A. I., Nasution, S. H., Hanum, C., & Ginting, J. (2014). Pengaruh pemupukan NPK Mutiara terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada tahap pembibitan. *Jurnal Agribisnis dan Agroteknologi*, 10(2), 45–52. DOI: 10.32734/jaet.v2i2.7076.

-
- Novia, P., & Badal, B. (2024). Pengaruh pemberian pupuk kotoran walet terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pre-nursery. *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.31933/xk7evy14>.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. (2014). Pedoman teknis pembibitan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Ramlan, R., Sutrisno, A., & Wulandari, D. (2020). Pemanfaatan pupuk organik dalam meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian Terapan*, 3(1), 14–22.
- Setiawan, J., & Baharuddin, R. (2025). The effect of organic NPK and auxin on the growth of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) in peat soil media in pre nursery. *Proceedings of the 1st International Conference on Agricultural Strategy for Sustainability (ICASS)*, 1(1).
- Suryani, T., Hidayat, A., & Nurhayati, S. (2020). Peran pupuk organik dalam mendukung ketersediaan unsur hara bagi tanaman. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 22(2), 67–75.
- Wulandari, D., Setiawan, A., & Hidayat, R. (2021). Efektivitas pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman pada berbagai kondisi media tanam. *Jurnal Pertanian Lestari*, 14(2).
- Zulianti, S., Jamidi, J., Nazaruddin, M., & Irmawan, I. (2023). Peningkatan pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pre-nursery dengan aplikasi biochar dan pupuk NPK. *Jurnal Agrium*, 20(4), 356–363. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i4.14340>.