

Respons Bibit Kelapa Sawit terhadap Berbagai Jenis Bokashi dan Pupuk NPK pada Fase *Pre-nursery*

(Response of Oil Palm to Various Types of Bokashi and NPK Fertilizer in the Pre-nursery Phase)

Egidius Erido Ridi ^{1*}, Iwan Sasli ², Tris Haris Ramadhan ²

¹ Pascasarjana Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, 78124, Indonesia

² Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, 78124, Indonesia

E-mail: c2091211002@student.untan.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: December 4, 2024

Accepted: February 11, 2025

Published: March 3, 2025

Keywords:

bokashi,
NPK fertilizers,
oil palm seedling,
pre-nursery

ABSTRACT

Improving the quality of PMK soil by applying bokashi and NPK fertilizer is expected to increase the physical and chemical fertility of the soil. This research aims to determine the effect of bokashi and NPK fertilizer and their interaction in improving the growth of oil palm seedlings in PMK soil during the pre-nursery phase. The experiment was conducted in Ensalang Village, Sekadau Hilir District, Sekadau Regency, from October to December 2023. The experiment was arranged using a randomized complete block design (CRD) factorial with two factors. The experiment was repeated 3 times and consisted of 9 samples so that 405 experimental units were obtained. The results showed that the interaction between bokashi and NPK fertilizer affected plant height, dry weight, stem diameter, and root volume. Bokashi independently affects leaf area, plant dry weight, stem diameter, and root volume. NPK fertilizer independently affects plant height, leaf area, and plant dry weight.



Copyright © 2025 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas ekspor unggulan yang merupakan bahan utama dalam industri makanan maupun kosmetik. Pentingnya kelapa sawit sebagai bahan baku industri menyebabkan permintaan kelapa sawit juga meningkat yang berdampak terhadap semakin bertambahnya jumlah areal tanaman kelapa sawit. Tanaman kelapa sawit saat ini banyak yang tidak produktif atau sudah mengalami penurunan produktivitas dan harus dilakukan peremajaan (*replanting*).

Berdasarkan data Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (2023), lahan kelapa sawit milik petani dengan luas 540.000 hektare sudah harus dilakukan peremajaan namun hingga tahun 2022 luas perkebunan kelapa sawit yang sudah dilakukan peremajaan seluas 256.744 hektar

atau 47,5 %. Lambatnya kegiatan peremajaan tersebut disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah penyediaan bibit yang bermutu yang lambat.

Peningkatan produktivitas kelapa sawit dengan melakukan peremajaan harus diikuti dengan penyediaan bibit yang berkualitas. Bibit kelapa sawit yang baik selain ditentukan oleh benih yang bermutu, juga dipengaruhi oleh media tanam yang digunakan untuk pembibitan. Media tanam yang sering digunakan untuk pembibitan merupakan tanah sejenis atau tanah yang sama dengan tanah di lahan budidaya seperti tanah ultisol. Tanah ultisol yang digunakan sebagai media semai kelapa sawit masih memiliki kendala seperti permasalahan pH rendah, kemampuan menyerap, mengikat air dan kandungan bahan organik serta unsur hara yang rendah.

Upaya penggunaan tanah PMK untuk media pembibitan kelapa sawit perlu upaya perbaikan salah satunya dengan menggunakan bahan amelioran. Amelioran merupakan bahan penting yang diberikan ke tanah untuk memperbaiki sifat fisik, kimia maupun biologi tanah. Menurut Fitriany & Abidin (2020), bokashi yang diaplikasikan berperan dalam memperbaiki sifat fisika tanah dengan memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan menyerap dan mengikat air, menurunkan laju erosi tanah, dan meningkatkan kandungan hara tanah. Jenis bokashi yang digunakan juga berpengaruh terhadap kandungan hara pada tanah. Hal tersebut dikarenakan setiap bahan dasar yang digunakan untuk bokashi memiliki kandungan yang berbeda sehingga pemilihan jenis bokashi yang tepat untuk media semai kelapa sawit fase *pre-nursery* menjadi penting.

Upaya penggunaan bokashi belum mampu sepenuhnya dapat mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Upaya penggunaan bokashi perlu diimbangi dengan penggunaan pupuk nitrogen (N), fosfat (P), kalium (K) yang diperlukan tanaman dalam jumlah besar. Pupuk NPK memiliki peran penting dalam mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah besar, terutama pada masa awal pertumbuhan bibit kelapa sawit. Kombinasi bokashi dengan pupuk NPK ini akan mempercepat proses adaptasi bibit kelapa sawit di lapangan, sehingga bibit dapat tumbuh dengan lebih sehat.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian tentang respons bibit kelapa sawit terhadap berbagai jenis bokashi dan pupuk NPK pada fase *pre-nursery* perlu dilakukan. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu mengkaji interaksi antara bokashi dan pupuk NPK serta peran masing-masing secara mandiri terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di tanah PMK fase *pre-nursery*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan Desa Ensalang, Kecamatan Sekadau Hilir, Kabupaten Sekadau, Provinsi Kalimantan Barat. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2023. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis bokashi dengan tiga taraf (kotoran ayam; kotoran sapi; solid kelapa sawit) dan faktor kedua yaitu dosis pupuk NPK dengan lima taraf (tanpa pupuk NPK; 1 g.tanaman⁻¹; 1,5 g.tanaman⁻¹; 2 g.tanaman⁻¹; 2,5 g.tanaman⁻¹). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali dan terdiri atas 9 sampel sehingga diperoleh 405 satuan percobaan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran ayam, kotoran sapi, solid kelapa sawit, EM4, pupuk NPK (16:16:16), dan benih kelapa sawit varietas DXP Sriwijaya SJ 5. Alat yang penggaris, meteran, jangka sorong, *leaf area meter* LAM-A/B (Biobase), gelas ukur, *handsprayer*, dan timbangan.

Penelitian dilakukan dengan persiapan alat dan bahan penelitian. Selanjutnya dilakukan pembuatan bokashi dengan cara bahan utama (kotoran ayam, kotoran sapi, solid kelapa sawit)

dicampurkan dengan bekatul secara merata dan disiram larutan dekomposer yang merupakan campuran dekomposer, gula merah, dan air kelapa. Adonan ditutup dengan terpal selama 21 hari. Pengadukan dilakukan setiap 3 hari sekali. Pemberian bokashi dilakukan dengan cara mencampur bokashi dengan tanah yang telah diayak sesuai dosis perlakuan, lalu dimasukkan ke dalam polibag dan diinkubasi selama 2 minggu. Penanaman benih dilakukan dengan cara menyeleksi benih dan membuat lubang tanam pada bagian tengah polibag dengan kedalaman 2 cm. Kemudian benih ditanam dengan memperhatikan posisi radikula di atas dan plumula di bawah lalu ditutup kembali menggunakan tanah halus dan disiram kembali dengan air hingga lembab.

Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari hingga akhir penelitian sebanyak 1 l.tanaman⁻¹. Pemupukan NPK dilakukan pada saat tanaman berumur 28, 40, 52, 64, dan 74 hari setelah semai (HSS) dengan cara dikocor sesuai dengan dosis tiap perlakuan. Penyiangan gulma dilakukan secara rutin dengan cara gulma yang tumbuh pada lahan dibersihkan dengan cara dicabut menggunakan tangan dan sekitar lahan dibersihkan menggunakan cangkul. Pengendalian hama ulat pemakan daun kelapa sawit dilakukan dengan penyemprotan insektisida berbahan aktif Deltametrin 25 g.l⁻¹ dengan konsentrasi 1 ml.l⁻¹.

Pengamatan dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman, luas daun, bobot kering tanaman, diameter batang, dan volume akar yang dilakukan pada umur tanaman 90 hari setelah tanam. Data rata-rata hasil pada variabel pengamatan selanjutnya dianalisis statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui apakah perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap variabel yang diamati. Pada pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ 5% untuk mengetahui perbedaan pada setiap taraf perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan bokashi kotoran hewan baik kotoran sapi maupun kotoran ayam yang di berikan dosis pupuk NPK menunjukkan rata-rata tinggi yang lebih baik dibandingkan dengan bokashi solid kelapa sawit dan tanpa pemberian pupuk NPK (Tabel 1). Hal ini diduga karena sifat dari bokashi kotoran hewan yang mampu memperbaiki sifat fisik tanah menjadi remah, sehingga akar tanaman menjadi lebih mudah berkembang yang berdampak terhadap pertumbuhan tanaman menjadi optimal.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman akibat interaksi bokashi dan pupuk NPK pada tanaman kelapa sawit fase *pre-nursery*

Bokashi	Dosis pupuk NPK (g.tanaman ⁻¹)				
	0	1	1,5	2	2,5
	----- tinggi tanaman (cm) -----				
Kotoran ayam	28,86 ^{abcd}	33,36 ^{ab}	27,86 ^{abcd}	34,10 ^{ab}	34,63 ^a
Kotoran sapi	23,93 ^d	32,53 ^{abc}	29,60 ^{abcd}	25,46 ^{cd}	35,23 ^a
Solid kelapa sawit	26,86 ^{bcd}	28,46 ^{abcd}	29,56 ^{abcd}	25,46 ^{dc}	23,66 ^d
BNJ	7,71				

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Menurut Pangaribuan et al. (2012), perbaikan sifat fisika tanah karena bahan organik akan membantu akar tanaman menembus tanah lebih dalam sehingga lebih mampu menyerap unsur hara

dan air dalam jumlah banyak. Selain itu, penambahan bokashi kotoran hewan juga mampu memperbaiki rhizosfer tanah untuk menjaga siklus hara dan memperbaiki eksudasi oleh akar tanaman yang dapat meningkatkan degradasi bahan organik tanah dan mineralisasi N (Morgan et al., 2005) Hal ini juga sejalan dengan (Rakesh & Adarsh, 2010) bahwa perbaikan stuktur tanah akibat penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan serapan hara N dan K oleh akar tanaman.

Pertambahan tinggi tanaman berkaitan erat dengan terpenuhinya unsur hara nitrogen sehingga pemenuhan kebutuhan unsur hara tersebut menjadi penting. Menurut Erlida et al. (2017), nitrogen mampu menyediakan asam amino, protein, dan pembentukan klorofil yang dibutuhkan dalam pembentukan sel-sel baru. Selanjutnya, Rahmawati et al. (2019) menambahkan bahwa pupuk nitrogen diperlukan tanaman untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Unsur kalium juga berperan dalam pertumbuhan tinggi tanaman karena unsur kalium membantu metabolisme karbohidrat dan mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik (Siregar et al., 2015).

Diameter Batang

Hasil uji BNJ pada Tabel 2 menunjukkan diameter batang yang terbentuk akibat interaksi antara bokashi kotoran ayam dan pupuk NPK 2,5 g.tanaman⁻¹ menunjukkan diameter batang terbesar. Hal ini diduga disebabkan oleh terpenuhinya kebutuhan unsur hara akibat pemupukan NPK. Menurut Suryati et al. (2015), unsur P dan K berperan dalam meningkatkan diameter bonggol tanaman khususnya dalam peranannya sebagai jaringan yang menghubungkan antara akar dan daun. Pertambahan diameter batang kelapa sawit erat kaitannya dengan jumlah unsur hara yang diberikan. Hal ini sejalan dengan pendapat Susilo et al. (2016) yang menyatakan bahwa proses fisiologis tanaman seperti aktivitas enzim, transport hara dan air, serta metabolisme pati dan protein. Jika kandungan hara tercukupi maka akan berpengaruh pada perbesaran lingkaran batang sehingga batang akan tetap kuat.

Tabel 2. Rerata diameter batang akibat interaksi bokashi dan pupuk NPK pada tanaman kelapa sawit fase *pre-nursery*

Bokashi	Dosis pupuk NPK (g.tanaman ⁻¹)				
	0	1	1,5	2	2,5
	----- diameter batang (cm) -----				
Kotoran ayam	2,53 ^{bcd}	2,52 ^{bcd}	2,60 ^{bc}	2,69 ^{ab}	2,85 ^a
Kotoran sapi	2,35 ^d	2,46 ^{cd}	2,39 ^d	2,47 ^{cd}	2,46 ^{cd}
Solid kelapa sawit	2,61 ^{bc}	2,52 ^{bcd}	2,62 ^{bc}	2,45 ^{cd}	2,43 ^{cd}
BNJ	0,0189				

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Luas daun

Hasil uji BNJ pada perlakuan jenis bokashi ayam menghasilkan luas daun terluas dan perlakuan dosis pupuk NPK 1,5 g.tanaman⁻¹ juga menunjukkan luas daun terluas (Tabel 3). Hal ini diduga karena kandungan nitrogen pada bokashi kotoran sapi dan ayam mampu meningkatkan luas daun kelapa sawit yang terbentuk dibandingkan bokashi solid kelapa sawit. Selain itu, penambahan unsur hara melalui pupuk NPK yang mengandung unsur nitrogen juga rata-rata menghasilkan luas daun yang lebih baik dibanding tanpa pemupukan NPK. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan

luas daun dipengaruhi oleh ketersediaan unsur N yang diserap oleh kelapa sawit. Hal ini sejalan dengan pernyataan Faizal et al. (2017) bahwa unsur N berfungsi untuk membentuk pigmen klorofil dalam meningkatkan fotosintesis. Unsur K berfungsi untuk menjaga aktivitas membuka dan menutup stomata yang berhubungan dengan penerimaan CO₂ dalam sel daun untuk proses fotosintesis. Sejalan dengan itu, Wijaya (2008) juga menyatakan bahwa tanaman yang cukup mendapat suplai N akan membentuk helai daun yang luas dengan kandungan klorofil yang tinggi sehingga tanaman dapat menghasilkan asimilat dalam jumlah cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatifnya.

Tabel 3. Hasil uji BNJ luas daun akibat perlakuan bokashi dan pupuk NPK pada tanaman kelapa sawit fase *pre-nursery*

Bokashi	Rata-rata luas daun (cm ²)
Kotoran ayam	55,11 ^a
Kotoran sapi	51,14 ^a
Solid kelapa sawit	36,71 ^b
BNJ	8,69
Dosis Pupuk NPK (g.tanaman ⁻¹)	Rata-rata luas daun (cm ²)
0	38,05 ^b
1	47,60 ^{ab}
1,5	53,51 ^a
2	52,39 ^a
2,5	46,74 ^{ab}
BNJ	13,20

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Bobot Kering Tanaman

Berdasarkan hasil uji BNJ pada Tabel 4, diperoleh bahwa interaksi bokashi kelapa sawit dan tanpa pupuk NPK menunjukkan bobot kering tanaman yang lebih berat dan sama baiknya dengan interaksi penggunaan bokashi kotoran ayam maupun bokashi kotoran sapi dengan dosis yang tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan pH yang tinggi pada kompos kelapa sawit sehingga mampu meningkatkan kandungan pH tanah. Meningkatnya pH tanah memungkinkan unsur hara yang ada di dalam tanah dapat di serap dengan baik oleh tanah. Menurut Siswanto (2019), pH tanah akan mempengaruhi ketersediaan hara yang dapat diserap oleh tanaman.

Tabel 4. Rerata bobot kering tanaman akibat interaksi bokashi dan pupuk NPK pada tanaman kelapa sawit fase *pre-nursery*

Bokashi	Dosis pupuk NPK (g.tanaman ⁻¹)				
	0	1	1,5	2	2,5
	----- bobot kering tanaman (g) -----				
Kotoran ayam	2,84 ^e	4,10 ^{bc}	3,21 ^{de}	4,10 ^{bc}	4,74 ^{ab}
Kotoran sapi	3,63 ^{cd}	3,69 ^{cd}	3,45 ^{cde}	4,72 ^{ab}	4,17 ^{abc}
Solid kelapa sawit	4,90 ^a	3,18 ^{de}	3,60 ^{cde}	3,18 ^{de}	3,26 ^{de}
BNJ	0,78				

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Terpenuhi unsur hara yang diperlukan tanaman memungkinkan tanaman dapat berfotosintesis untuk menghasilkan fotosintat secara optimal. Fotosintat yang diperoleh akan

ditranslokasikan ke bagian tanaman seperti akar, batang dan daun sehingga menyebabkan bobot tanaman bertambah (Kalasari et al., 2020). Pemberian bokashi ke dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah karena dalam proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah akan melepaskan senyawa organik berupa kation-kation basa yang akan mengakibatkan peningkatan pH tanah (Hamed et al., 2014). Penambahan pupuk anorganik pada tanah juga menambah jumlah unsur hara di dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman.

Peningkatan pH tanah menjadi netral berkaitan dengan ketersediaan unsur hara makro dan mikro yang meningkat pada tanah sehingga hara menjadi tersedia dan mudah diserap tanaman yang pada akhirnya proses metabolisme dan pembelahan sel pada tanaman akan berjalan secara optimal sehingga mendukung dalam peningkatan bobot kering tanaman (Ferrarezi et al., 2022). Menurut Permatasari & Nurhidayati (2014), penyerapan unsur hara pada tanaman yang semakin optimal akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman akan semakin baik sehingga akan menghasilkan nilai bobot kering tanaman yang semakin tinggi. Hasil analisis kandungan unsur hara solid kelapa sawit menunjukkan kandungan kalium yang lebih tinggi dibanding dengan jenis bokashi sapi dan ayam. Kandungan kalium yang tinggi ini memungkinkan traslokasi karbohidrat, protein, dan asam nukleat menjadi optimal (Suryono & Sudadi, 2015).

Volume Akar

Interaksi antara pemberian bokashi dan pupuk NPK serta perlakuan bokashi menunjukkan pengaruh nyata terhadap volume akar, namun pemberian berbagai dosis pupuk NPK belum mampu menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap volume akar. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bokashi kotoran ayam dalam memperbaiki sifat fisik tanah lebih baik dibandingkan dengan bokashi solid kelapa sawit maupun bokashi kotoran sapi sehingga proses metabolisme dalam tubuh tanaman dapat berlangsung dengan baik. Menurut Erlida et al. (2017), pemberian bokashi mampu memperbaiki struktur tanah sehingga membentuk agregat tanah yang lebih baik dan memantapkan agregat yang telah terbentuk sehingga akan memperbaiki pula aerasi, drainase, absorpsi panas, dan kemampuan daya serap tanah terhadap air maupun unsur hara.

Tabel 5. Rerata volume akar akibat interaksi bokashi dan pupuk NPK pada tanaman kelapa sawit fase *pre-nursery*

Bokashi	Dosis pupuk NPK				
	0	1	1,5	2	2,5
	----- volume akar (ml) -----				
Kotoran ayam	35,66 ^a	37,33 ^a	36,66 ^a	40,33 ^a	38,00 ^a
Kotoran sapi	20,33 ^b	24,66 ^b	23,66 ^b	20,33 ^b	22,00 ^b
Solid kelapa sawit	27,00 ^b	25,33 ^b	24,00 ^b	23,66 ^b	25,33 ^b
BNJ	0,023				

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Perkembangan akar yang terbentuk juga di pengaruhi oleh unsur hara fosfor yang tersedia. Tingginya kandungan unsur hara fosfor yang dimiliki oleh pupuk kandang kotoran ayam dan penambahan unsur hara dari pupuk NPK mampu memenuhi kebutuhan unsur P yang diperlukan tanaman untuk pembentukan akar. Menurut Dewi et al. (2023), unsur hara P bagi tanaman lebih banyak berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar tanaman muda.

Kekurangan P dapat mempengaruhi pertumbuhan akar. Pada tingkat konsentrasi hara yang rendah, perakaran mengalami defisiensi unsur hara dan menghambat distribusi hara (Rahmawati et al., 2019).

Potensi hasil pembibitan kelapa sawit fase *pre-nursery* dalam penelitian ini digambarkan berdasarkan bobot kering tanaman. Berdasarkan hasil penelitian bahwa perlakuan interaksi bokashi kotoran ayam + pupuk NPK 2,5 g.tanaman⁻¹, interaksi bokashi sapi + pupuk NPK 2 g.tanaman⁻¹, dan bokashi solid kelapa sawit + tanpa pupuk NPK menghasilkan bibit kelapa sawit yang sama baiknya. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan pH yang tinggi pada bokashi solid kelapa sawit berperan penting dalam meningkatkan pH tanah PMK sehingga hara yang tersedia pada tanah PMK dapat diserap oleh tanaman. Tanaman yang tumbuh menunjukkan pertumbuhan lebih terfokuskan ke tinggi tanaman, terlihat dari tinggi tanaman yang lebih tinggi sehingga diameter batang yang terbentuk lebih kecil dibandingkan kriteria sifat fisik bibit kelapa sawit.

KESIMPULAN

Interaksi bokashi dan pupuk NPK berperan terhadap tinggi tanaman, bobot kering tanaman, diameter batang, dan volume akar. Perlakuan interaksi bokashi kotoran ayam + pupuk NPK 2,5 g.tanaman⁻¹, interaksi bokashi sapi + pupuk NPK 2 g.tanaman⁻¹, dan bokashi solid kelapa sawit + tanpa pupuk NPK menghasilkan bibit kelapa sawit yang sama baiknya pada tanah PMK fase *pre-nursery*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, M., Sarido, L., & Rudi, R. (2023). Pengaruh berbagai macam media tanam terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 10(2), 153–160. <https://doi.org/10.36084/jpt.v10i2.454>
- Erlida, A., Husna, Y., & Situmorang, Y. (2017). Pengaruh kompos kulit buah kakao dan pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). In G. I. Prayoga, Ropalia, D. Pratama, O. Supratman, & A. F.Syarif (Eds), *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Pertanian* (pp. 107-112).
- Faizal, R., Soedradjad, R., & Soeparjono, S. (2017). Karakter fisiologis dan produksi padi ratun yang di aplikasi *Synechococcus* sp. dan pupuk organik. *Agritrop: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 15(2), 162–180.
- Ferrarezi, R. S., Lin, X., Gonzalez Neira, A. C., Tabay Zambon, F., Hu, H., Wang, X., Huang, J. H., & Fan, G. (2022). Substrate pH influences the nutrient absorption and rhizosphere microbiome of huanglongbing-affected grapefruit plants. *Frontiers in Plant Science*, 13(May), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.856937>
- Fitriany, E. A., & Abidin, Z. (2020). Pengaruh pupuk bokashi terhadap pertumbuhan mentimun (*Cucumis sativus* L.) di Desa Sukawening, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat Juli*, 2(5), 881–886.
- Hamed, M. H., H. H. M., El-Desoky, M. A., MGHallab, A., & Faragallah, M. A. (2014). effect of incubation periods and some organic materials on phosphorus forms in calcareous soils. *International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*, 2(6), 2347-4289

- Kalasari, R., Syafrullah, Astuti, D. T., & Herawati, N. (2020). Pengaruh pemberian jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi beberapa varietas tanaman semangka (*Citrullus vulgaris* Schard). *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Pertanian*, 15(1), 30–36.
- Morgan, J. A. W., Bending, G. D., & White, P. J. (2005). Biological costs and benefits to plant-microbe interactions in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56(417), 1729–1739. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri205>
- Permatasari, & Nurhidayati, T. (2014). Pengaruh inokulan bakteri penambat nitrogen, pertumbuhan tanaman cabai rawit. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3(2), 44–48.
- Rahmawati, I. D., Purwani, K. I., & Muhibuddin, A. (2019). Pengaruh konsentrasi pupuk P terhadap tinggi dan panjang akar *Tagetes erecta* L. (Marigold) terinfeksi mikoriza yang ditanam secara hidroponik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), 4–8. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37048>
- Rakesh, J., & Adarsh, V. P. (2010). Effect of vermicompost on growth , yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2(3), 117–123.
- Siregar, L. T., Wardati, & Armaini. (2015). Pemberian limbah cair biogas sebagai pupuk organik pada tanaman kelapa sawit di pembibitan utama. *JOM Faperta*, 2(1), 10–24.
- Siswanto, B. (2019). Sebaran unsur hara N, P, K dan pH dalam tanah. *Buana Sains*, 18(2), 109–124. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1184>
- Suryati, Dhiya, S., Anom, & Edison. (2015). Uji beberapa konsentrasi pupuk cair azolla (*Azolla pinnata*) pada pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan utama. *JOM Faperta*, 4(12), 10–14. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0813.2015.03.002>
- Suryono, S., & Sudadi, S. (2015). Efek dari kombinasi pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah pada lahan kering Alfisol. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 17(2), 49–52. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v17i2.18672>
- Susilo, E., Qalbi, F. H, Tanjung, D. D., Anis, U., Susila, E. N, Pangabea, N. H., ... & Wisnubroto, M. P. (2024). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Hei Publishing.