

STRATEGI PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAMAN LOBAK DENGAN APLIKASI PUPUK HAYATI DAN PUPUK ORGANIK

STRATEGIES FOR ENHANCING RADISH PRODUCTIVITY THROUGH THE APPLICATION OF BIOFERTILIZERS AND ORGANIC FERTILIZERS

Markus Sinaga^{1♥}, Herlina Kurniawati², Ratri Yulianingsih³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Universitas Kapuas, Sintang

♥Corresponding author email: markussinaga@unka.ac.id

Abstract: Radish (*Raphanus sativus*), a member of the Brassicaceae family, is a nutrient-rich vegetable that contains essential vitamins and minerals beneficial for human health. However, in Sintang Regency, West Kalimantan, radish production remains low due to poor soil fertility, particularly on Yellow-Red Podzolic soils which are deficient in organic matter and nutrients. This study aimed to evaluate the effect of biofertilizer and organic fertilizer application on radish productivity. The experiment was conducted using a factorial design in a randomized complete block design (RCBD) with three levels of biofertilizer (0, 5, and 10 g/m²) and three levels of organic fertilizer from fruit peel compost (1, 2, and 3 kg/m²), with three replications. Parameters measured included plant height, leaf weight, root length, root diameter, and root weight. The results showed that the combination of 10 g biofertilizer and 2 kg organic fertilizer per square meter significantly improved plant height, leaf weight, root diameter, and root weight. The best root length was observed with 5 g biofertilizer and 2 kg organic fertilizer per square meter. These improvements were attributed to the synergistic effects of beneficial microorganisms in the biofertilizer and enhanced soil structure and nutrient availability provided by the organic fertilizer. The study concludes that integrating biofertilizer and organic fertilizer is effective in improving radish growth and productivity in nutrient-poor soils.

Keywords: Biofertilizer; Organic fertilizer, Productivity; Radish

Abstrak: Lobak putih (*Raphanus sativus*) merupakan sayuran kaya nutrisi yang berpotensi meningkatkan kesehatan masyarakat. Namun, produktivitasnya di Kabupaten Sintang masih rendah, salah satunya akibat kesuburan tanah yang kurang optimal karena dominasi tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi pupuk hayati dan pupuk organik terhadap produktivitas tanaman lobak. Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktorial dengan dua faktor: pupuk hayati (0, 5, dan 10 g/m²) dan pupuk organik kompos kulit buah (1, 2, dan 3 kg/m²), masing-masing dengan tiga ulangan. Variabel terukur meliputi tinggi tanaman, bobot daun, panjang dan diameter umbi, serta bobot umbi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi aplikasi 10 g pupuk hayati dan 2 kg pupuk organik per meter persegi (H₂P₂) memberikan hasil terbaik pada sebagian besar parameter: tinggi tanaman, bobot daun, diameter umbi, dan bobot umbi tanaman⁻¹. Sementara kombinasi 5 g pupuk hayati dan 2 kg pupuk organik (H₁P₂) menghasilkan panjang umbi tertinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi pupuk hayati dan organik secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman lobak. Strategi ini direkomendasikan sebagai solusi untuk meningkatkan produktivitas sayuran secara berkelanjutan di lahan marginal.

Kata kunci: Lobak; Produktivitas; Pupuk hayati; Pupuk organik

PENDAHULUAN

Tanaman lobak (*Raphanus sativus*) salah satu jenis sayuran dari kelompok kubis-kubisan (*Brassicaceae*) mengandung Vitamin B₆ dan B₁₂, C, D, Natrium, Kalium,

Karbohidrat, Protein, Kalsium, dan Magnesium. Manfaat dari vitamin dan mineral tersebut sangat penting dalam mencegah penuaan dini, menurunkan resiko

kanker, mencegah penyakit jantung, meningkatkan sistem imun, dan melancarkan sistem pencernaan (Makarim, 2024).

Bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya pengetahuan serta kesadaran masyarakat tentang pentingnya kecukupan gizi dan kesehatan perlu diimbangi dengan produksi sayuran. Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat Tahun 2024 belum secara spesifik mencatat produksi tanaman lobak putih, tetapi merujuk pada data sayuran sawi/petsai di Kabupaten Sintang rata-rata hanya 4,25 ton/ Ha (Marpaung et al., 2024). Produksi ini masih sangat rendah dibandingkan dengan potensi hasil optimal yang dapat mencapai 9,93 ton/Ha (Susilawaty & Nugraheni, 2024).

Rendahnya produksi sayuran di Kabupaten Sintang dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satu diantaranya adalah kesuburan tanah yang relatif rendah, hal ini disebabkan karena sebagian besar jenis tanah yang digunakan untuk lahan pertanian adalah tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Tanah jenis ini diketahui memiliki beberapa kelemahan seperti rendah bahan organik dan unsur hara, oleh sebab itu perlu penambahan bahan organik dan pupuk hayati agar produktivitas tanah menjadi optimal (Abel et al., 2021).

Strategi untuk meningkatkan produksi tanaman sayuran dalam hal ini lobak putih dapat dilakukan dengan

pemberian pupuk hayati dan pupuk organik. Kalay et al., (2020), pupuk hayati (*Biofertilizer*) adalah pupuk dengan mikroorganisme yang terdiri atas satu jenis mikroorganisme atau lebih. Pupuk hayati juga dapat digunakan sebagai pengganti bahan kimia dapat mengurangi dampak terhadap tanah, udara, dan air, serta berpotensi meningkatkan kesehatan manusia. Pupuk hayati juga menyediakan mikroba produktif bagi tanah. Pupuk hayati meningkatkan efektivitas pupuk kimia dengan menggunakan bahan pembawa tempat mikroba dilekatkan (Ajmal et al., 2018; Nabati et al., 2025). Pemberian pupuk hayati selain menyediakan mikroba tanah juga terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman seperti kandungan nutrisi daun, luas daun, jumlah klorofil, dan bagian tanaman lain (Lestari et al., 2024; Chavez et al., 2025).

Selain pupuk hayati, pupuk organik juga berperan penting terhadap perbaikan tanah dan pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk organik juga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan terbukti mampu meningkatkan produksi tanaman (Cen et al., 2020). Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa pemberian pupuk organik selain meningkatkan kandungan bahan organik tanah juga meningkatkan laju infiltrasi air tanah, biomassa, dan kinerja tanaman, serta meningkatkan status karbon

tanah dan kualitas tanah, yang membantu dalam meningkatkan penyerapan karbon (Saidia & Mrema, 2017; Adeyemo et al., 2019; Verma et al., 2020; Konan et al., 2024; Alborno et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan produktivitas

tanaman lobak melalui aplikasi pupuk hayati dan organik. Variabel penelitian terdiri dari dua yaitu: pemberian pupuk hayati dan organik sebagai variabel bebas, tinggi tanaman, bobot daun, diameter umbi, panjang umbi, dan bobot umbi sebagai variabel terikat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Sepauk Kabupaten Sintang, Bulan Maret-Mei 2023. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen lapangan, menggunakan rancangan faktorial dengan pola dasar Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT). Perlakuan pada penelitian ini pupuk petrobio (hayati) dan pupuk organik dari kompos kulit buah durian dan cempedak. Masing-masing faktor perlakuan terdiri dari 3 taraf yang dikombinasikan, dan 3 ulangan, yaitu: H_0 (tanpa pupuk hayati), H_1 (5 g pupuk hayati m^{-1}), H_2 (10 g pupuk hayati m^{-1}); P_1 (1 kg pupuk organik m^{-1}), P_2 (2 kg pupuk organik m^{-1}), P_3 (3 kg pupuk organik m^{-1}).

Data hasil pengamatan diuji dengan analisis ragam (uji F) dan dilanjutkan dengan uji *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) selang kepercayaan 0,05.

Penelitian ini dimulai dari pembuatan kompos kulit buah-buahan dengan

mencampurkan bahan-bahan seperti: kulit buah durian dan cempedak, pupuk kandang kotoran ayam, sekam padi, dan EM4. Bahan-bahan pembuatan kompos yang telah tercampur diaduk rata, lalu ditutup selama 30 hari. Sedangkan pupuk hayati yang digunakan adalah pupuk dalam kemasan.

Lahan penelitian dicangkul kemudian dibuat plot penelitian sebanyak 27 plot. Pupuk hayati diberikan sehari setelah pembuatan plot percobaan, kompos diaplikasikan 10 hari sebelum tanam. Penyemaian dilakukan bersamaan dengan pengaplikasian kompos solid. Penanaman dilakukan 10 hari setelah semai, jarak tanam 25 x 25 cm. Pencegahan serangan hama ulat daun dilakukan dengan menyemprotkan air tembakau pada saat tanaman berumur 10 hari setelah tanam. Pengamatan tinggi tanaman dilaksanakan seminggu sebelum panen, bobot daun, panjang umbi, diameter umbi, dan bobot umbi dilaksanakan saat panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik terhadap tinggi tanaman, data hasil *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. DMRT Interaksi Pupuk Hayati dan Pupuk Organik Terhadap Tinggi Tanaman (cm)

Pupuk Hayati	Pupuk Organik		
	P ₁	P ₂	P ₃
H ₀	32,17 ^a	40,30 ^d	38,90 ^{bc}
H ₁	41,49 ^{de}	40,59 ^d	41,04 ^d
H ₂	40,56 ^d	44,46 ^e	39,49 ^{cd}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada DMRT 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi 10 g pupuk hayati m⁻¹ dengan 2 kg pupuk organik m⁻¹ (H₂ P₂) menghasilkan tanaman tertinggi rata-rata 44,46 cm, peningkatan tinggi tanaman ini disebabkan karena mikroorganisme dari pupuk hayati berperan aktif dalam mengurai bahan organik dari kompos, di mana interaksi dari kedua bahan ini membuat bakteri dan fungi dalam

Bobot Daun

Aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik terbukti mampu meningkatkan produktivitas lobak, hal ini terlihat dari bobot daun. Data hasil DMRT interaksi dari keduanya ditampilkan dalam Tabel 2.

Uji DMRT pada Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi 10 g pupuk hayati m⁻¹ dan 2

pupuk hayati berkembang dengan baik karena tersedia energinya (makanan) yang bersumber dari kompos sehingga hormon pertumbuhan dan nutrisi tanaman dalam kondisi optimal untuk pembelahan dan perpanjangan sel di area meristem akar dan batang. Eginarta et al (2021) membuktikan bahwa mikroorganisme dari pupuk hayati memegang peran penting dalam siklus biogeokimia nitrogen, karbon, dan oksigen. Mikroorganisme yang diberikan melalui pupuk hayati bekerja di lapisan olah tanah, sehingga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah menjadi lebih baik. Bertambahnya kandungan organik tanah mendukung pembentukan dan pertumbuhan mikroorganisme yang mendorong pertumbuhan tanaman. Hal ini selaras dengan penelitian Bhakat et al (2021) bahwa pemberian pupuk hayati terbukti mampu melarutkan partikel tanah yang mengikat unsur hara sehingga tersedia bagi tanaman.

kg pupuk organik m⁻¹ (H₂ P₂) meningkatkan bobot daun sebesar 281,21 g/ tanaman. Ini disebabkan karena bahan organik berperan sebagai perekat yang membantu agregasi partikel tanah, sehingga akar tanaman dapat menjangkau unsur-unsur hara dengan mudah karena struktur tanah menjadi remah, serta

mendukung aktivitas mikroba. Panda et al (2021), pemberian bahan organik terbukti meningkatkan daya ikat air pada tanah ultisol.

Tabel 2. DMRT Interaksi Pupuk Hayati dan Pupuk Organik Terhadap Bobot Daun (g)

Pupuk Hayati	Pupuk Organik		
	P ₁	P ₂	P ₃
H ₀	149,75 ^a	203,63 ^a	174,42 ^a
H ₁	279,92 ^{ab}	206,25 ^a	178,75 ^a
H ₂	166,17 ^a	281,21 ^b	204,75 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada DMRT 0,05.

Membaiknya kondisi tanah karena aplikasi pupuk hayati dan organik memungkinkan mikroorganisme dalam pupuk hayati menjadi aktif dalam melepaskan ikatan koloid tanah karena tersedianya energi atau makanan dari pupuk organik, serta meningkatnya C-organik tanah

Panjang Umbi

Pupuk hayati dan pupuk organik meningkatkan panjang umbi lobak, hasil DMRT interaksi dari keduanya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. menunjukkan aplikasi 5 g pupuk hayati m⁻¹ dan 1 kg pupuk organik m⁻¹ (H₁ P₂) menghasilkan panjang umbi rata-rata 24,08 cm, hal ini disebabkan karena di dalam pupuk hayati terdapat mikroorganisme yang berperan sebagai biokativator

Tabel 3. DMRT Interaksi Pupuk Hayati dan Pupuk Organik Terhadap Panjang Umbi (cm)

yang pada akhirnya menyediakan unsur hara yang siap diserap oleh tanaman dalam bentuk anorganik. Unsur-unsur hara seperti N, P, K, Mg, S, dan unsur mikro lainnya berada dalam kondisi tersedia menyebabkan proses pembelahan, perbanyakan sel dalam tanaman meningkat. Meningkatnya jumlah sel di jaringan tanaman seperti daun berimplikasi pada bobot daun itu sendiri. Taaime et al (2024), aplikasi pupuk organik menghasilkan tinggi tanaman, indeks kandungan klorofil, hasil biji, total biomassa tanaman, dan serapan nutrisi tertinggi pada tanaman. Selain itu meningkatnya bobot daun melalui aplikasi pupuk hayati menyebabkan mikroorganisme yang berperan dalam mengikat dan memfiksasi Nitrogen yang bebas di udara menjadi optimal sehingga proses pembentukan dan perbanyakan sel daun juga meningkat (Eginarta et al., 2021).

Pupuk Hayati	Pupuk Organik		
	P ₁	P ₂	P ₃
H ₀	11,76 ^a	15,47 ^{ab}	17,35 ^b
H ₁	14,79 ^a	24,08 ^c	19,43 ^{bc}
H ₂	17,51 ^b	15,11 ^a	20,67 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada DMRT 0,05.

perombak bahan-bahan organik, dengan pemberian bahan organik maka secara tidak langsung menyediakan makanan bagi mikroorganisme pada pupuk hayati. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suriadikarta &

Simanungkalit (2006) bahwa pupuk organik dan pupuk hayati berfungsi dalam meningkatkan produktivitas lahan dan produksi pertanian, karena dalam pupuk organik menyediakan unsur hara makro dan mikro, memperbaiki KTK tanah. Sedangkan mikroba berperan penting dalam membantu tersedianya berbagai hara bagi tanaman.

Unsur-unsur hara yang tersedia melalui aplikasi pupuk organik dan pupuk hayati secara sinergis meningkatkan panjang umbi melalui mekanisme peningkatan ketersediaan dan asupan nutrisi, perbaikan struktur dan aerasi tanah, merangsang produksi hormon pertumbuhan seperti

Diameter Umbi

Aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik terbukti meningkatkan produktivitas tanaman lobak. Hasil uji DMRT interaksi terhadap diameter umbi ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. DMRT Interaksi Pupuk Hayati dan Pupuk Organik Terhadap Diameter Umbi (cm)

Pupuk Hayati	Pupuk Organik		
	P ₁	P ₂	P ₃
H ₀	2,00 ^a	3,09 ^{bc}	3,19 ^c
H ₁	3,96 ^d	3,81 ^{cd}	4,48 ^d
H ₂	3,18 ^c	4,73 ^d	4,55 ^d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada DMRT 0,05.

Peningkatan diameter umbi terjadi pada kombinasi aplikasi 10 g pupuk hayati m⁻¹ dan 2 kg pupuk organik m⁻¹ (H₂ P₂) rata-rata

auksin, meningkatkan efisiensi fotosintesis, dan mengurangi stres tanaman (Bouhadi et al., 2025). Selain itu, mikroorganisme dalam pupuk hayati turut mendukung penyerapan nutrisi serta menjaga kesehatan tanaman. Faktor-faktor ini menciptakan kondisi optimal bagi perkembangan umbi secara fisiologis, menghasilkan pertumbuhan yang lebih maksimal. Mikroorganisme yang terdapat dalam pupuk hayati berperan penting dalam melarutkan logam sehingga menjadi unsur hara yang mudah diserap oleh tanaman, sehingga produksi tanaman meningkat (Sultan et al., 2023; Yuan et al., 2019).

4,73 cm tanaman⁻¹, hal ini disebabkan karena mikroorganisme yang terdapat di pupuk hayati seperti bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfor, dan pengurai bahan organik yang berfungsi meningkatkan penyerapan nutrisi. Mikroorganisme ini membantu menyediakan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman. Sementara itu, pupuk organik memperkaya tanah dengan bahan organik dan nutrisi mikro yang diperlukan untuk pembentukan enzim dan metabolisme tanaman. Pupuk organik juga meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air, sementara mikroorganisme dalam pupuk hayati membantu memperbaiki struktur tanah. Lobak yang memiliki akses ke tanah

yang kaya nutrisi dan lembap dapat meningkatkan aktivitas osmotik di akar, yang pada akhirnya mendorong transportasi air dan nutrisi menuju umbi. Kombinasi dari kedua pupuk ini menciptakan keseimbangan nutrisi yang ideal untuk mendukung proses fisiologis tanaman lobak, mulai dari pembelahan sel, pemanjangan, hingga pengisian cadangan makanan yang terjadi di

Bobot Umbi

Aplikasi pupuk hayati meningkatkan produksi tanaman lobak, terlihat dari bobot umbi. Hasil uji DMRT interaksi ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. DMRT Interaksi Pupuk Hayati dan Pupuk Organik Terhadap Bobot Umbi (g)

Pupuk Hayati	Pupuk Organik		
	P ₁	P ₂	P ₃
H ₀	131,58 ^a	307,08 ^b	267,08 ^b
H ₁	302,08 ^b	376,50 ^c	284,58 ^b
H ₂	270,08 ^b	389,17 ^c	300,67 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada DMRT 0,05

Kombinasi 10 g pupuk hayati dan 2 kg pupuk organik m⁻¹ menghasilkan bobot umbi tertinggi, rata-rata 389,17 g tanaman⁻¹. Peningkatan bobot umbi ini disebabkan karena kombinasi kedua jenis pupuk tersebut menyediakan jumlah mikroba yang optimal, keseimbangan antara mikroba dan bahan organik, serta menciptakan kondisi

dalam umbi. Kombinasi kedua pupuk ini juga membantu menjaga keseimbangan nutrisi yang optimal di sekitar zona perakaran, yang mendukung pertumbuhan umbi. Jika kandungan nutrisi dalam tanah berada pada kondisi seimbang akan berdampak langsung terhadap produktivitas tanaman (Gu et al., 2025; Wang et al., 2023).

rizosfer yang mendukung pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi.

Keseimbangan ini menghasilkan kondisi tanah yang ideal, sehingga mendukung aktivitas mikroba yang memperkuat mekanisme penyerapan nutrisi, serta meningkatkan proses fisiologis tanaman lobak seperti fotosintesis, pembentukan akar, dan kontrol osmotik. Aktivitas mikroba di zona perakaran tanaman (rhizosfer) memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan produksi tanaman, melalui mikroba pelarut fosfat, penambat nitrogen, dan pelarut unsur hara lainnya menyebabkan penyerapan nutrisi melalui rambut akar jadi optimal. Selain itu, mikroba menghasilkan hormon tumbuh yang membantu mempercepat pembentukan dan perkembangan akar, sehingga berdampak positif terhadap peningkatan bobot umbi lobak karena adanya akumulasi biomasa dan karbohidrat di dalamnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wicaksono et al (2024) bahwa mikroba yang menguntungkan

berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah dan siklus nutrisi. Wei et al (2024) membuktikan bahwa aplikasi pupuk organik mempercepat pembentukan dan perluasan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik meningkatkan produktivitas tanaman lobak. Kombinasi 10 g pupuk hayati dan 2 kg pupuk organik m⁻¹ menghasilkan rata-rata tinggi tanaman 44,46 cm tanaman⁻¹, bobot daun 281,21 g tanaman⁻¹

kormus dengan meningkatkan metabolisme pati dan sukrosa, serta meningkatkan transduksi sinyal hormon tanaman untuk mendorong pembesaran umbi.

¹, diameter umbi 4,73 cm tanaman⁻¹, dan bobot umbi 389,17 g tanaman⁻¹. Sedangkan kombinasi aplikasi 5 g pupuk hayati dan 2 kg pupuk organik m⁻¹ menghasilkan panjang umbi tertinggi dengan panjang rata-rata 24,08 cm tanaman⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, G., Suntari, R., & Citraresmini, A. (2021). Pengaruh biochar sekam padi dan kompos terhadap C-organik, N-total, C/N tanah, serapan N, dan pertumbuhan tanaman jagung di ultisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.16>
- Adeyemo, Adebayo. J., Akingbola, O. O., & Ojeniyi, S. O. (2019). Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in southwestern Nigeria. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(1), 73–80. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0273-7>
- Ajmal, M., Ali, H. I., Saeed, R., Akhtar, A., Tahir, M., Mehboob, M. Z., & Ayub, A. (2018). Biofertilizer as an Alternative for Chemical Fertilizers. *Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 7(1), 1–7.
- Albornoz, F., Carvajal, M., Catrileo, D., Gebauer, M., & Godoy, L. (2025). Volatile organic compounds produced after exposure of tomato roots to the soil yeast *Solicoccozyma terrea* modulate root nitrate transporters in tomato. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07393-8>
- Bhakat, K., Chakraborty, A., & Islam, E. (2021). Characterization of zinc solubilization potential of arsenic tolerant Burkholderia spp. Isolated from rice rhizospheric soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(39). <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03003-8>
- Bouhadi, M., Javed, Q., Jakubus, M., Elkouali, M., Fougrach, H., Ansar, A., Ban, S. G., Ban, D., Heath, D., & Černe, M. (2025). Nanoparticles for Sustainable Agriculture: Assessment of Benefits and Risks. *Agronomy*,

- 15(5), Article 5.
<https://doi.org/10.3390/agronomy15051131>
- Cen, Y., Guo, L., Liu, M., Gu, X., Li, C., & Jiang, G. (2020). Using organic fertilizers to increase crop yield, economic growth, and soil quality in a temperate farmland. *PeerJ*, 8, e9668.
<https://doi.org/10.7717/peerj.9668>
- Chavez, humberto J. S., Zorilla, D. L. R., Sucari, J. R. H., Elguera, N. Y. M., Vento, I. M. D., & Pacheco, H. G. J. (2025). Organic Biofertilizer Trough Foliar Supplementation Produced with *Hermetia Illucens* Frass in *Phaseolus Vulgaris* Performance. *Springer*, 215–225.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-61956-4_17
- Eginarta, W. S., Nuraini, Y., & Purwani, J. (2021). Efektivitas berbagai bahan formula pupuk hayati sianobakteri terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo varietas situ bagendit. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 415–426.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.13>
- Gu, K., Gao, K., Guan, S., Zhao, J., Yang, L., Liu, M., & Su, J. (2025). The impact of the combined application of biochar and organic fertilizer on the growth and nutrient distribution in wheat under reduced chemical fertilizer conditions. *Scientific Reports*, 15(1), 5285.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-88879-4>
- Kalay, A. M., Hindersah, R., Ngabalin, I. A., & Jamlean, M. (2020). Utilization of biofertilizers and organic materials on growth and yield of sweet corn (*Zea mays saccharata*). *Agric*, 32(2), 129–138. <https://doi.org/10.24246>
- Konan, K. M., Kouassi, K. I., Kouamé, K. H., & Bonny, B. S. (2024). Agronomic potential of four cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties grown on soils fertilized with cocoa shell compost and chicken droppings compost in Côte d’Ivoire. *Discover Agriculture*, 2(1), 74.
<https://doi.org/10.1007/s44279-024-00095-2>
- Lestari, C. A., Setiawan, A., Putri, A. M., Muqoddam, Khairunnisa, F. D., Rahmadi, R., & Rochman, F. (2024). Efektivitas pemberian pupuk organik, anorganik, dan hayati terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *J-Plantasimbiosa*, 6(2), 169–179.
<https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.v6i2.3961>
- Makarim, F. R. (2024). Mengenal 5 manfaat lobak putih bagi kesehatan. *halodooc*. www.halodoc.com/artikel/mengenal-5-manfaat-lobak-putih-bagi-kesehatan
- Marpaung, F. P., Nugroho, R. B., & Maulida, F. (2024). *Provinsi kalimantan barat dalam angka 2024* (Vol. 41). Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat. kalbar.bps.go.id
- Nabati, J., Nezami, A., Yousefi, A., Oskoueian, E., Oskoueian, A., & Ahmadi-Lahijani, M. J. (2025). Biofertilizers containing plant growth promoting rhizobacteria enhance nutrient uptake and improve the growth and yield of chickpea plants in an arid environment. *Scientific Reports*, 15(1), 8331.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-93070-w>

- Panda, N. D., Jawang, U. P., & Lewu, L. D. (2021). Pengaruh bahan organik terhadap daya ikat air pada tanah ultisol lahan kering. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 327–332.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.3>
- Sultan, A. A. Y. A., Gebreel, H. M., & Youssef, H. I. A. (2023). Biofertilizer effect of some zinc dissolving bacteria free and encapsulated on Zea mays growth. *Archives of Microbiology*, 205(5), 202.
<https://doi.org/10.1007/s00203-023-03537-5>
- Suriadikarta, D. A., & Simanungkalit, R. D. M. (2006). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. repository.pertanian.go.id
- Susilawaty, S., & Nugraheni, W. (2024). *Buku atap hortikultura 2023*. Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/buku_atap_23_%281%29_compressed.pdf
- Taaime, N., El Mejahed, K., Oukarroum, A., Choukr-Allah, R., Pittelkow, C., Bouabid, R., & Gharous, M. E. (2024). Residual Effects of Compost and Manure Fertilizers on Quinoa Production and Nutrient Uptake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(3), 4338–4348.
<https://doi.org/10.1007/s42729-024-01838-2>
- Wang, J., Zhang, X., Yuan, M., Wu, G., & Sun, Y. (2023). Effects of Partial Replacement of Nitrogen Fertilizer with Organic Fertilizer on Rice Growth, Nitrogen Utilization Efficiency and Soil Properties in the Yangtze River Basin. *Life*, 13(3), Article 3.
<https://doi.org/10.3390/life13030624>
- Wei, L., Li, J., Qu, K., Chen, H., Wang, M., Xia, S., Cai, H., Long, X.-E., Miao, Y., & Liu, D. (2024). Organic fertilizer application promotes the soil nitrogen cycle and plant starch and sucrose metabolism to improve the yield of Pinellia ternata. *Scientific Reports*, 14(1), 12722.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-63564-0>
- Wicaksono, W. A., Köberl, M., White, R. A., Jansson, J. K., Jansson, C., Cernava, T., & Berg, G. (2024). Plant-specific microbial diversity facilitates functional redundancy at the soil-root interface. *Plant and Soil*.
<https://doi.org/10.1007/s11104-024-07097-5>
- Yuan, Y., Brunel, C., van Kleunen, M., Li, J., & Jin, Z. (2019). Salinity-induced changes in the rhizosphere microbiome improve salt tolerance of Hibiscus hamabo. *Plant and Soil*, 443(1), 525–537.
<https://doi.org/10.1007/s11104-019-04258-9>