

**PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK CAIR MIKROBIAL KALIUM PHOSPAT
SEBAGAI INOVASI NUTRISI HIDROPONIK UNTUK MENDUKUNG
SWASEMBADA PANGAN BERKELANJUTAN***Utilization of Microbial Potassium Phosphate Liquid Organic Fertilizer as an Innovative Hydroponic Nutrient to Support Sustainable Food Self-Sufficiency***Sepiya Nutriana Dewi¹, Fedri Ibnušina², Nofrianil³, Imelya Ramanis^{4*}**^{1,2,3,4} Program Studi Pengelolaan Agribisnis, Jurusan Bisnis Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

Jalan Raya Negara KM.7 Tanjung Pati Sumatera Barat, 26271, Indonesia

^{4*)} imelyaramanis@politanipk.ac.id**ABSTRAK**

Percepatan pencapaian swasembada pangan berkelanjutan menuntut penerapan teknologi pertanian yang efisien dan berbasis sumber daya lokal. Sistem hidroponik menjadi alternatif budidaya di lahan terbatas dengan produktivitas tinggi, tetapi penggunaannya masih bergantung pada nutrisi sintetis seperti *AB Mix* yang berbiaya mahal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pemberian Pupuk Organik Cair Mikrobial Kalium Phospat (POC MKP) sebagai substitusi parsial *AB Mix* terhadap respon tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik serta menentukan kombinasi dosis paling efektif dalam mendukung efisiensi nutrisi dan produktivitas tanaman. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan, yaitu 100% *AB Mix* (5 ml/L), 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP, dan 3 ml *AB Mix* + 30 ml POC MKP, masing-masing dengan enam ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut DMRT 5%. Hasil menunjukkan bahwa penambahan POC MKP berpengaruh nyata terhadap parameter respon tanaman dan produksi. Perlakuan 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP menghasilkan performa setara dengan kontrol, menunjukkan efisiensi pupuk kimia hingga 40%. Temuan ini membuktikan bahwa POC MKP berpotensi dikembangkan sebagai sumber nutrisi organik lokal dalam sistem hidroponik berkelanjutan guna mendukung kemandirian dan swasembada pangan nasional.

Kata kunci: hidroponik, pakcoy, POC MKP, nutrisi organik, swasembada pangan**ABSTRACT**

Achieving sustainable food self-sufficiency requires the implementation of efficient agricultural technologies based on local resources. Hydroponic cultivation is a promising alternative for high-yield production in limited land areas; however, its dependence on synthetic nutrients such as *AB Mix* increases production costs. This study aimed to evaluate the effect of Microbial Potassium Phosphate Liquid Organic Fertilizer (LOF MKP) as a partial substitution for *AB Mix* on the response of hydroponic pakcoy (*Brassica rapa* L.) and to determine the most effective combination of nutrient doses in supporting nutrient efficiency and crop productivity. The experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments: 100% *AB Mix* (5 ml/L), 3 ml *AB Mix* + 20 ml LOF MKP, and 3 ml *AB Mix* + 30 ml LOF MKP, each with six replications. Data were analyzed using ANOVA and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results indicated that LOF MKP significantly affected the plant response and yield parameters. The treatment of 3 ml *AB Mix* + 20 ml LOF MKP produced growth and yield comparable to the control, improving nutrient efficiency by up to 40%. These findings suggest that LOF MKP can be developed as a locally sourced organic nutrient for sustainable hydroponic systems supporting national food self-sufficiency.

Keywords: hydroponics, pakcoy, microbial liquid organic fertilizer, nutrient efficiency, sustainable agriculture**PENDAHULUAN**

Kebutuhan pangan global terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dunia yang pesat. Perubahan tersebut menuntut sistem pertanian yang efisien, berkelanjutan, dan adaptif terhadap

keterbatasan sumber daya alam. Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia FAO, (2022) memprediksi peningkatan kebutuhan pangan global mencapai 60% pada tahun 2050, sehingga diperlukan inovasi

teknologi pertanian yang mampu meningkatkan produktivitas tanpa memperluas lahan pertanian.

Kondisi nasional Indonesia menunjukkan tantangan yang serupa dalam menjaga ketahanan pangan akibat konversi lahan dan meningkatnya biaya input produksi. (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2023) menekankan pentingnya peningkatan efisiensi input produksi sebagai strategi utama pembangunan pertanian modern. Sistem hidroponik menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan produktivitas di lahan sempit karena efisien dalam penggunaan air dan lahan serta menghasilkan produk berkualitas tinggi (Rizal, 2017). Hidroponik mendukung konsep *urban farming*, pertanian di daerah perkotaan yang minim lahan pertanian (Ibnusina *et al.*, 2020), pertahankan populasi yang tinggi pada lahan yang sempit dengan instalasi tanam hidroponik (Nofrianil *et al.*, 2025).

Larutan nutrisi sintetis seperti *AB Mix* masih menjadi kendala utama dalam pengembangan hidroponik karena biayanya tinggi dan ketersediaannya bergantung pada bahan impor (Romalasari *et al.*, 2019). Inovasi nutrisi berbasis bahan lokal (Meliza *et al.*, 2025), diperlukan untuk menekan biaya serta meningkatkan kemandirian petani (Marta *et al.*, 2023). Pupuk organik cair mikrobial kalium fosfat (POC MKP) merupakan hasil fermentasi bahan alami

seperti daun bambu, bonggol pisang, air kelapa, dan kentang yang mengandung unsur hara makro, mikro, serta mikroorganisme pelarut fosfat yang meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman (Baroroh & Setyono, 2015). Menurut Kussani & Fahrani (2025), mikroorganisme pelarut fosfat lokal, seperti *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Aspergillus* sp., berperan dalam mengonversi fosfor tidak tersedia menjadi bentuk tersedia bagi tanaman, yaitu ion H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} .

Penelitian (Juwita *et al.*, 2023) membuktikan bahwa POC MKP mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman stroberi dengan hasil yang setara dengan pupuk kimia anjuran. Integrasi POC MKP ke dalam sistem hidroponik diharapkan dapat mempertahankan pertumbuhan optimal sekaligus menekan ketergantungan terhadap pupuk sintetis. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh pemberian POC MKP sebagai substitusi parsial *AB Mix* terhadap respon tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik serta menentukan kombinasi dosis paling efektif dalam mendukung efisiensi nutrisi dan produktivitas tanaman.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Instalasi Hidroponik Politeknik Pertanian

Negeri Payakumbuh pada April hingga Mei 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain instalasi hidroponik, netpot, sumbu flanel, TDS meter, gelas ukur, meteran, ember besar, kamera handphone, timbangan dan alat tulis. Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini seperti benih tanaman pakcoy, nutrisi *AB Mix* merek merauke dan POC MKP (Pupuk Organik Cair Mikrobial Kalium Phospat).

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri atas tiga taraf perlakuan, yaitu 100% *AB Mix* (5 ml/L) (P1), 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP (P2), dan 3 ml *AB Mix* + 30 ml POC MKP (P3). Setiap perlakuan diulang enam kali dengan enam tanaman per ulangan, sehingga populasi yang diperoleh sebanyak 108 tanaman,

Prosedur Penelitian

Pupuk organik cair mikrobial kalium fosfat (POC MKP) dibuat sebelum kegiatan penyemaian dengan mengacu pada metode Juwita, (2023). Komposisi bahan yang digunakan meliputi kentang 250 g, daun bambu dua genggam (± 200 g), tanah di sekitar pohon bambu 200 g, pisang 15 buah ($\pm 1,5$ kg), EM4 250 mL, bonggol pisang 2 kg, gula pasir 250 g, air kelapa 10 liter, dan air hujan secukupnya. Proses pembuatan

dilakukan secara anaerob, yaitu fermentasi tanpa oksigen dan tanpa paparan sinar matahari langsung untuk menjaga aktivitas mikroba selama proses dekomposisi.

Tahapan pembuatan dimulai dengan menyiapkan seluruh alat dan bahan. Kentang dan pisang dihancurkan menggunakan blender hingga halus, kemudian diperas dengan kain untuk memperoleh ekstrakanya. Bonggol pisang dicincang kecil dan dicampurkan bersama ekstrak kentang serta pisang ke dalam ember besar berisi 2,8 liter air kelapa. Gula pasir sebanyak 250 g ditambahkan ke dalam campuran, sedangkan ampas hasil perasan dibungkus kain, diikat dengan tali rafia, dan digantung di dalam ember. Air kelapa sebanyak 7,2 liter dimasukkan kembali, kemudian daun bambu serta tanah dari sekitar pohon bambu yang telah dilumatkan ditambahkan ke dalam ember. Setengah ember air hujan dituang ke dalam campuran, ember ditutup rapat, dan didiamkan selama 20–30 hari hingga fermentasi selesai.

POC MKP yang telah difermentasi selama 30 hari siap diaplikasikan pada tanaman bersamaan dengan pemberian nutrisi *AB Mix*. Perbanyak larutan POC MKP dilakukan dengan menambahkan air cucian beras (air leri) sebanyak 14 liter ke dalam tandon fermentasi. Berdasarkan Novriani (2018), perbandingan pembuatan air leri adalah 1:2, yaitu 1 kg beras

menggunakan 2 liter air. Air leri dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan atau pengencer pupuk organik cair tanpa perlu membuat larutan baru (Inayat, 2015).

Parameter yang diamati mencakup tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang daun, panjang akar, bobot basah akar, dan bobot segar tanaman.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) untuk mengidentifikasi pengaruh perlakuan terhadap respon tanaman. Uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% digunakan untuk menguji perbedaan antarperlakuan. Seluruh analisis dilakukan dengan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon Tanaman Pakcoy Terhadap Perlakuan Nutrisi Hidroponik

Pemberian pupuk organik cair mikrobial kalium fosfat (POC MKP) berpengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter fisiologis tanaman pakcoy hidroponik. Pengamatan dilakukan pada

umur lima minggu setelah tanam (MST) atau saat panen. Nilai rata-rata tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang daun, dan panjang akar disajikan pada Tabel 1.

Taraf Perlakuan 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP menghasilkan tinggi dan panjang akar tanaman yang sebanding dengan kontrol 100% *AB Mix* (5 ml/L). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa dosis moderat POC MKP mampu menyediakan unsur hara makro dan mikro secara seimbang bagi respon tanaman. Unsur fosfor (P) dan kalium (K) dalam POC MKP berperan dalam pembentukan jaringan daun dan akar, sedangkan mikroba pelarut fosfat berfungsi meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui aktivitas enzimatis dalam larutan nutrisi (Baroroh & Setyono, 2015). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Putra *et al.*, (2020) yang menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan unsur hara P dan K mampu memperbaiki rasio akar-tajuk serta efisiensi fotosintesis pada sayuran daun hidroponik.

Tabel 1. Respon tanaman pakcoy terhadap perlakuan nutrisi hidroponik umur 5 MST

Parameter	P1	P2	P3
Tinggi tanaman (cm)	23,61 ± 1,12 a	22,54 ± 0,98 a	21,47 ± 0,85 b
Lebar daun (cm)	12,02 ± 0,66 a	10,61 ± 0,55 b	9,84 ± 0,61 b
Jumlah daun (helai)	20,70 ± 0,92 a	18,30 ± 0,88 b	17,10 ± 0,77 b
Panjang daun (cm)	19,01 ± 1,02 a	17,80 ± 0,91 b	16,40 ± 0,84 b
Panjang akar (cm)	25,57 ± 1,43 a	24,81 ± 1,27 a	22,96 ± 1,16 b

Sumber: Data primer setelah diolah, (2024)

Keterangan: Nilai merupakan rata-rata ± SE (n = 6). Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata menurut Uji DMRT taraf 5%.

Tabel 2. Produksi tanaman pakcoy umur 5 MST

Parameter	P1	P2	P3
Bobot basah akar (g)	6,22 ± 0,37 a	5,84 ± 0,32 b	5,10 ± 0,28 b
Bobot segar tanaman (g)	101,92 ± 5,74 a	90,41 ± 4,98 b	84,33 ± 4,52 b

Sumber: Data primer setelah diolah, (2024)

Keterangan : Nilai merupakan rata-rata ± SE (n = 6). Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata menurut Uji DMRT taraf 5%.

Peningkatan konsentrasi POC MKP hingga 30 ml/L pada taraf 3 ml *AB Mix* + 30 ml POC MKP justru menurunkan respon tanaman akibat meningkatnya padatan terlarut dan keasaman larutan yang mengurangi ketersediaan nitrogen serta magnesium. Kondisi tersebut menghambat pembentukan klorofil dan proses fotosintesis (Juwita *et al.*, 2023). Kombinasi 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP terbukti menjadi konsentrasi paling efisien dalam mempertahankan respon tanaman pakcoy hidroponik.

Produksi Tanaman Pakcoy Hidroponik

Parameter produksi meliputi bobot basah akar dan bobot segar tanaman sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Bobot segar tanaman menunjukkan tingkat produktivitas hidroponik. Perlakuan 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP menghasilkan bobot segar setara dengan 88,7% dari kontrol 100% *AB Mix* (5 ml/L), menunjukkan efisiensi penggunaan pupuk kimia hingga 40%. Mikroorganisme pelarut fosfat dalam POC MKP meningkatkan penyerapan fosfat dan memperkuat sistem perakaran (Yulistiana *et al.*, 2020). Bobot segar tanaman salah satunya ditentukan

oleh tersedianya unsur hara yang cukup bagi tanaman (Tasnia *et al.*, 2022).

Penurunan bobot segar pada 3 ml *AB Mix* + 30 ml POC MKP disebabkan oleh keasaman larutan yang menurunkan ketersediaan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) penting bagi pembentukan jaringan tanaman (Azwar *et al.*, 2021). Kombinasi 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP menciptakan keseimbangan optimal antara aktivitas mikroba, ketersediaan unsur hara, dan kestabilan pH larutan nutrisi. Temuan tersebut sejalan dengan laporan Saputra & Hidayat (2022) yang menyatakan bahwa rasio nutrisi organik–anorganik yang seimbang meningkatkan bobot segar tanaman sawi hingga 30% dibandingkan penggunaan pupuk sintetis tunggal.

Pembahasan

Pemanfaatan POC MKP berpengaruh signifikan terhadap respon tanaman pakcoy hidroponik. Kandungan mikroba pelarut fosfat meningkatkan efisiensi pelarutan unsur fosfor yang berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif (Yulistiana *et al.*, 2020). Unsur kalium dan fosfor dalam POC MKP mendukung perkembangan akar serta meningkatkan efisiensi fotosintesis.

Keseimbangan antara *AB Mix* dan POC MKP memungkinkan tanaman mencapai respon optimal meskipun penggunaan pupuk kimia berkurang hingga 40%. Capaian penelitian ini telah memperbaiki kajian pengujian formula nutrisi (Marta *et al.*, 2023) yang tidak mampu melampaui hasil tanaman pakcoy yang diperoleh dengan nutrisi *AB Mix*.

Efisiensi nutrisi pada perlakuan 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang memobilisasi unsur hara menjadi bentuk tersedia. Rahayu & Supriadi (2022) melaporkan bahwa pupuk fermentasi dengan sumber karbon alami meningkatkan aktivitas mikroba pelarut fosfat dan memperbaiki kualitas larutan nutrisi hidroponik. Temuan ini konsisten dengan hasil (Juwita *et al.*, 2023) yang menyatakan bahwa aplikasi POC MKP pada stroberi menghasilkan respon tanaman setara pupuk kimia rekomendasi dengan efisiensi nutrisi lebih tinggi.

Pemberian dengan konsentrasi POC MKP (30 ml/L) menurunkan performa tanaman akibat perubahan pH larutan nutrisi yang cenderung lebih asam. Kondisi tersebut menurunkan ketersediaan unsur kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) yang berperan dalam pembentukan dinding sel dan sintesis klorofil (Azwar *et al.*, 2021). Keasaman tinggi juga berpotensi menimbulkan stres ionik pada sistem

perakaran sehingga menghambat penyerapan hara (Wibowo *et al.*, 2020). Pengaturan proporsi *AB Mix* dan POC MKP menjadi langkah penting dalam menjaga stabilitas pH larutan, keseimbangan ion, dan aktivitas mikroba di sistem hidroponik.

Integrasi POC MKP dalam sistem hidroponik memperkuat konsep pertanian berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis. Penggunaan POC MKP menekan biaya produksi, mendukung kemandirian petani, serta memperkuat kebijakan pembangunan pertanian berkelanjutan berbasis efisiensi sumber daya (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2023). Formulasi POC MKP memiliki potensi untuk dikembangkan secara luas sebagai inovasi nutrisi organik mikroba guna memperkuat ketahanan pangan nasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian pupuk organik cair mikrobial kalium fosfat (POC MKP) berpengaruh nyata terhadap respon tanaman dan hasil pakcoy hidroponik. Kombinasi 3 ml *AB Mix* + 20 ml POC MKP memberikan hasil lebih baik dibandingkan kombinasi 3 ml *AB Mix* + 30 ml POC MKP. Pemberian kombinasi 3ml *AB Mix* + 20 ml dapat menekan penggunaan pupuk kimia hingga 40% tanpa menurunkan

produktivitas. POC MKP memiliki potensi sebagai inovasi nutrisi organik lokal dalam sistem hidroponik berkelanjutan untuk mendukung kemandirian petani dan program swasembada pangan nasional.

Saran

Penelitian lanjutan perlu mengevaluasi integrasi POC MKP dengan sumber nitrogen organik serta penerapannya pada skala komersial guna memperkuat efisiensi dan stabilitas sistem hidroponik jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, F., Hidayati, R., & Setyawan, A. (2021). Pengaruh pH dan ketersediaan unsur hara terhadap pertumbuhan tanaman sayuran hidroponik. *Jurnal Agronomi Tropika*, 10(2), 85–92. <https://doi.org/10.25077/jat.2021.10.2.85-92>
- Baroroh, N., & Setyono, A. (2015). pemanfaatan mikroba pelarut fosfat pada pupuk organik cair untuk meningkatkan ketersediaan hara fosfor. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 39(2), 87–96.
- FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging Automation in Agriculture for Transforming Agri-food Systems*. FAO. <https://www.fao.org/publications>
- Ibnusina, F., Alfikri, & Nofrianil. (2020). Konsep urban farming di Kelurahan Tiaka. *Seminar Nasional Virtual “Sistem Pertanian Terpadu Dalam Pemberdayaan Petani”*, 349–358.
- Inayat, R. F (2015). *Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati pada Pertumbuhan Tanaman Merdu (Intsia palembanica) di Lokasi Pembibitan Tambang Batu Bara PT Bukit Asam (PERSERO) Tbk. Tanjung Enim Sumatra Selatan dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA*. [Skripsi]. Indralaya: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya.
- Juwita, L. M. (2023). *Pengaplikasian POC MKP Terhadap Pertumbuhan dan Produksi pada Usaha Stroberi (Fragaria sp)*. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh.
- Juwita, R., Ningsih, D., & Sari, A. (2023). Aplikasi pupuk organik cair mikrobial kalium fosfat terhadap pertumbuhan tanaman stroberi (*Fragaria sp.*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1), 55–63. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.55>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). *Laporan Tahunan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan 2023*. Sekretariat Jenderal Kementan.
- Kussani, T., & Fahrani, J. (2025). Efektivitas konsorsium mikroba pelarut fosfat lokal dalam formulasi pupuk cair organik terhadap pertumbuhan cabai rawit. *Insight of Biology*, 1(1), 1–4. <https://doi.org/10.70716/inbio.v1i1.194>
- Marta, A., Nofrianil, N., Ibnusina, F., & Zudri, F. (2023). Kajian formulasi nutrisi terhadap produksi pak choy (*Brassica rapa L.*) pada budidaya hidroponik. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(1), 215–220.
- Meliza, Ibnusina, F., & Nofrianil. (2025). Giving a combination of Ab-mix and LOF Jakaba to the growth and production of hydroponic pakcoy plants. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 26(2), 61–70. <https://doi.org/10.30595/agritech.v26i2.22184>
- Nofrianil, N., Ibnusina, F., Darnetti, D., Silfia, S., & Kumbara, K. (2025). A study of aerated liquid organic fertilizer application to DFT hydroponic systems for increasing lettuce production. *AIP Conference Proceedings*, 3277(1), 020048. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0269204>
- Novriani. (2018). Pemanfaatan daun gamal sebagai pupuk organik cair (POC) untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi

tanaman kubis bunga pada tanah podsol.
Klorofil, 11(1), 15–19.

- Putra, D. R., Anggraini, N., & Rukmana, R. (2020). Peran unsur fosfor dan kalium terhadap efisiensi fotosintesis dan rasio akar–tajuk tanaman sayuran hidroponik. *Jurnal Agro Sains*, 7(3), 142–150. <https://doi.org/10.24014/jas.v7i3.142>
- Rahayu, S., & Supriadi, A. (2022). Aktivitas mikroba pelarut fosfat pada pupuk fermentasi dan implikasinya terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 16(3), 211–219. <https://doi.org/10.31289/jagro.v16i3.211>
- Rizal, M. (2017). *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Hidroponik di Lahan Sempit*. Alfabeta Press.
- Romalasari, E., Wulandari, T., & Hariani, L. (2019). Efisiensi penggunaan nutrisi AB Mix dalam sistem hidroponik pada berbagai jenis tanaman daun. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 15(2), 133–141. <https://doi.org/10.29244/jhi.15.2.133>
- Saputra, Y., & Hidayat, A. (2022). Pengaruh rasio nutrisi organik–anorganik terhadap produktivitas tanaman sawi (*B. juncea*) pada sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika*, 9(2), 71–79. <https://doi.org/10.25077/jipt.9.2.71>
- Tasnia, F. H., Ibnusina, F., & Alfikri. (2022). Analisis penggunaan pestisida nabati pada usaha budidaya pakcoy (*Brassica rapa* L.) hidroponik. *Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 10(3), 138–145.
- Wibowo, H., Prasetyo, B., & Sari, L. (2020). Dampak perubahan pH terhadap penyerapan unsur hara makro pada tanaman sayuran hidroponik. *Jurnal Sains Pertanian*, 7(1), 25–33. <https://doi.org/10.25077/jsp.7.1.25>
- Yulistiana, D., Fitriani, H., & Rukmana, R. (2020). Peran mikroba pelarut fosfat dalam peningkatan efisiensi pupuk fosfat pada tanaman hortikultura. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.22146/jbp.2020.9.1>