

Aplikasi Pupuk Maggot Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Amaranthus tricolor* L. (Bayam Merah) dan *Lactuca sativa* L. (Selada) Sistem Hidroponik

Application of Liquid Maggot Fertilizer On The Growth of Amaranthus tricolor L. (Red Spinach) And Lactuca sativa L. (Lettuce) In a Hydroponic System

Suherman^{1*}, Mastang², Rahmat Hidayat Kadir³, Iradhatullah Rahim⁴, Nur Ilmi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani Km. 6, Bukit Harapan, Soreang, Parepare, Sulawesi Selatan, 91131, Indonesia

¹suherman.umpar@ymail.com, ²mastangpare@gmail.com, ³rhidayatkadir@gmail.com,

⁴iradhat76@gmail.com, ⁵nurilmi2014@gmail.com

Artikel Info

Artikel Diterima : 2 Mei 2025
Artikel Direvisi : 26 Mei 2025
Artikel Disetujui : 10 Juni 2025

Kata Kunci : bayam merah;
hidroponik; pupuk maggot-
cair; selada

Keyword : red spinach;
hydroponics; maggot-liquid
fertilizer; lettuce

*Corresponding author
suherman.umpar@ymail.com

DOI: <https://doi.org/10.36355/jsa.v10i1.1715>

ABSTRAK

Pupuk maggot cair, yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau maggot, merupakan salah satu jenis pupuk organik cair dengan potensi besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pupuk maggot cair terhadap pertumbuhan tanaman *Amaranthus tricolor* L. (bayam merah) dan *Lactuca sativa* L. (selada) dalam sistem hidroponik. Penelitian ini dilakukan pada dua jenis tanaman, yaitu bayam dan selada sebagai petak utama menggunakan rancangan split plot dalam acak kelompok (RAK). Masing-masing jenis tanaman diberi perlakuan dengan empat perlakuan konsentrasi pupuk sebagai anak petak, yaitu kontrol (tanpa pupuk maggot cair), 100 mL, 200 mL, dan 300 mL pupuk maggot cair yang dicampur dengan 3 liter air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk maggot cair secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman, berat basah, dan kepekatan larutan (ppm), terutama pada konsentrasi 200 mL untuk bayam merah dan 300 mL untuk selada. Pada konsentrasi

tertinggi (300 mL), bayam merah mengalami sedikit penurunan pertumbuhan, sedangkan selada menunjukkan peningkatan konsisten. Penggunaan pupuk maggot cair juga terbukti menjaga pH larutan dalam rentang optimal. Pupuk maggot cair dapat menjadi alternatif pupuk organik yang ramah lingkungan dan efektif dalam budidaya hidroponik, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintetis, serta mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: bayam merah; hidroponik; pupuk maggot-cair; selada

ABSTRACT

Maggot liquid fertilizer, derived from the fermentation of organic materials by Black Soldier Fly (BSF) larvae or maggots, represents a promising type of liquid organic fertilizer. This study aims to evaluate the effectiveness of liquid maggot fertilizer on the growth of Amaranthus tricolor L. (red spinach) and Lactuca sativa L. (lettuce) in a hydroponic system. The experiment was conducted using a randomized block design (RBD) with four fertilizer concentration treatments: control (without liquid maggot fertilizer), 100 mL, 200 mL, and 300 mL of liquid maggot fertilizer

mixed with 3 liters of water. The results showed that liquid maggot fertilizer significantly increased plant height, fresh weight, and solution concentration (ppm), especially at a concentration of 200 mL for red spinach and 300 mL for lettuce. At the highest concentration (300 mL), red spinach experienced a slight decrease in growth, while lettuce showed a consistent increase. The use of liquid maggot fertilizer has also been shown to maintain the pH of the solution within the optimal range. Liquid maggot fertilizer can be an alternative organic fertilizer that is environmentally friendly and effective in hydroponic cultivation, reducing dependence on synthetic chemical fertilizers, and supporting sustainable agriculture.

Keywords: red spinach; hydroponics; maggot-liquid fertilizer; lettuce

Pendahuluan

Pertanian menghadapi berbagai tantangan, terutama akibat pesatnya urbanisasi. Salah satu masalah yang dihadapi adalah konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian, seperti pemukiman, industri, dan infrastruktur. Penurunan luas lahan pertanian di Indonesia sering terjadi (Damopolii et al., 2024; Monsaputra, 2023), menyusut sekitar 250 hektar setiap tahunnya (Prihatin, 2015), yang mengancam produksi pangan dan sayuran yang merupakan kebutuhan dasar masyarakat sehari-hari (Khuzaini & Panggabean, 2024; A. W. C. Putri et al., 2024).

Dengan menyusutnya lahan pertanian, muncul kebutuhan untuk menemukan solusi inovatif yang dapat mengatasi masalah keterbatasan lahan. Salah satu teknologi yang mulai banyak diadopsi adalah sistem budidaya hidroponik, sebuah metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Dalam sistem ini, tanaman mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan melalui larutan nutrisi yang dicampurkan dalam air (Rohmah et al., 2024). Hidroponik menawarkan solusi yang efisien, terutama di daerah perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan (Utami et al., 2024). Teknologi ini memungkinkan penanaman secara vertikal dan efisien dalam penggunaan air, sehingga cocok diterapkan di daerah yang memiliki keterbatasan sumber daya air.

Tanaman yang sering dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik adalah *Amaranthus tricolor* L. (bayam merah) dan *Lactuca sativa* L. (selada). Kedua tanaman ini merupakan sayuran daun yang memiliki nilai ekonomi dan nutrisi tinggi (Lana et al., 2021;

Lestari et al., 2022; Wati et al., 2024). Bayam merah terkenal karena kandungan vitamin A, vitamin C, zat besi, dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan, sedangkan selada sangat populer di kalangan masyarakat perkotaan sebagai bahan utama salad dan lalapan, serta banyak digunakan dalam industri makanan seperti restoran dan katering.

Budidaya hidroponik bayam merah dan selada menawarkan banyak keuntungan, seperti waktu panen yang lebih singkat dan efisiensi penggunaan air. Namun, seperti teknologi lainnya, sistem hidroponik tidak terlepas dari tantangan, salah satunya adalah tingginya biaya operasional, terutama dalam penggunaan pupuk. Salah satu faktor penentu keberhasilan sistem hidroponik adalah ketersediaan nutrisi yang cukup bagi tanaman. Namun, nutrisi yang umumnya digunakan dalam hidroponik berupa pupuk kimia sintesis (Marta et al., 2023), seperti AB Mix, yang meskipun efektif, memiliki harga yang relatif mahal dan terkadang sulit diakses oleh petani kecil (Fitriyani et al., 2023; Sarno & Raditya, 2020; Wenas & Rattu, 2023).

Sebagai tanggapan terhadap masalah ini, banyak penelitian yang berfokus pada pengembangan pupuk organik cair (POC) sebagai alternatif pupuk kimia dalam hidroponik. POC lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan kimia sintesis yang berbahaya dan dapat memberikan nutrisi yang cukup bagi tanaman tanpa merusak struktur tanah atau mencemari lingkungan. Pemberian POC kulit Pisang Kepok pada sistem hidroponik menunjang pertumbuhan tanaman Kailan (Madyaningrana et al., 2023), pemberian POC Bonggol Pisang pada

tanaman cabai dengan sistem hidroponik memberikan pertumbuhan yang baik (Mawarni & Sari, 2023), begitu juga dengan penggunaan POC dari limbah sayuran (Putri & Hendri, 2023).

Salah satu jenis pupuk organik cair yang memiliki potensi besar adalah pupuk maggot cair. Pupuk ini dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau yang dikenal sebagai maggot (Agustin et al., 2023; Hasanah et al., 2023; Kartikasari et al., 2024). Larva BSF (*Hermetia illucens*) memiliki kemampuan untuk mengurai sampah organik dan menghasilkan residu yang kaya akan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, serta berbagai unsur mikro lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman (Agustin et al., 2023).

Penggunaan pupuk maggot cair memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pupuk kimia sintetis. Pertama, pupuk ini dapat diproduksi secara lokal dengan memanfaatkan limbah organik (Winandika et al., 2024), seperti sisa makanan (Sukmareni et al., 2023), sehingga membantu mengurangi masalah limbah yang sering kali menjadi masalah lingkungan. Kedua, pupuk maggot cair mengandung unsur hara lengkap (Satria et al., 2024), baik makro maupun mikro, yang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Suwirmen et al., 2022). Ketiga, proses biokonversi oleh maggot merupakan metode yang lebih ramah lingkungan (Auliani et al., 2021), karena dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia dan mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan.

Dalam konteks budidaya hidroponik, pupuk maggot cair memiliki potensi besar untuk menggantikan pupuk kimia (Sarasi et al., 2022). Penggunaan maggot cair sebagai pupuk dapat mendukung pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik tanpa menyebabkan pencemaran lingkungan yang sering kali diakibatkan oleh penggunaan pupuk sintetis. Selain itu, dengan produksi pupuk maggot cair yang memanfaatkan limbah organik, inovasi ini tidak hanya membantu petani dalam mengurangi biaya

operasional, tetapi juga memberikan solusi dalam pengelolaan sampah organik secara berkelanjutan.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pupuk maggot cair memiliki kandungan nutrisi yang seimbang dan mampu memperbaiki struktur media tanam dalam hidroponik (Aprina et al., 2023; Astuti et al., 2021; Sugiarto et al., 2024; Suwirmen et al., 2022). Maggot juga dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman, menjadikannya alternatif pupuk organik yang efektif dan ramah lingkungan.

Meskipun potensi pupuk maggot cair sangat menjanjikan, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk memahami efektivitasnya secara mendalam, terutama dalam sistem budidaya hidroponik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pemberian pupuk maggot cair terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah dan selada, serta kemampuan pupuk maggot cair dalam mendukung pertumbuhan kedua jenis tanaman tersebut pada sistem hidroponik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai potensi pupuk maggot cair sebagai alternatif pupuk organik yang efektif dan ramah lingkungan pada sistem hidroponik. Selain itu, penelitian ini mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan di masa depan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas pemberian pupuk maggot cair terhadap pertumbuhan bayam merah dan selada dalam sistem hidroponik. Penelitian ini dilaksanakan di greenhouse yang terletak di Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Parepare, selama periode 3 bulan, dari bulan April hingga Juni 2024. Lokasi ini dipilih karena memiliki lingkungan yang terkontrol dan sesuai untuk budidaya tanaman hidroponik.

Penelitian ini menggunakan metode rancangan split plot dalam rancangan acak kelompok (RAK). Penelitian dilakukan pada

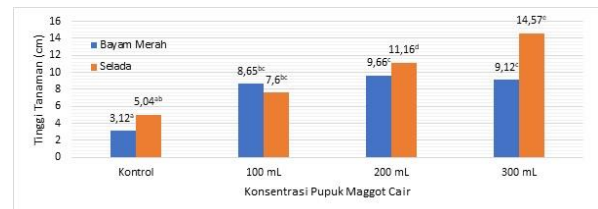
dua jenis tanaman, yaitu bayam merah dan selada sebagai petak utama, masing-masing tanaman diberi beberapa perlakuan dengan variasi konsentrasi pupuk maggot cair sebagai anak petak, terdiri atas Kontrol (tanpa pupuk maggot cair/ P0), Pupuk maggot cair 100 ml + 3 liter air (P1), Pupuk maggot cair 200 ml + 3 liter air (P2), dan Pupuk maggot cair 300 ml + 3 liter air (P3). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Pupuk maggot cair diaplikasikan dengan konsentrasi berbeda sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Larutan pupuk maggot cair dicampur dengan air sebanyak 3 liter per perlakuan. Penggantian larutan dilakukan setiap minggu dan diukur parameter pH dan kepekatan larutan (ppm) menggunakan pH meter dan TDS meter.

Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 28 hari setelah tanam (HST) untuk mengamati perkembangan tanaman pada masing-masing sistem hidroponik. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), berat basah tanaman (gram), kepekatan larutan (ppm), dan pH Larutan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah pertumbuhan tanaman. Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) sehingga dapat diketahui apakah dosis perlakuan berpengaruh nyata atau tidak terhadap setiap peubah yang diamati.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menilai efektivitas pupuk maggot cair pada pertumbuhan bayam merah (*A. tricolor* L.) dan selada (*L. sativa* L.) dalam sistem hidroponik. Terdapat empat perlakuan yang diamati: kontrol (tanpa pupuk maggot cair), serta tiga konsentrasi pupuk maggot cair yang berbeda (100 mL, 200 mL, dan 300 mL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk maggot cair memberikan dampak positif terhadap beberapa peubah pertumbuhan tanaman, seperti tinggi tanaman, berat basah, kepekatan larutan, dan pH larutan. Secara umum, semakin tinggi

konsentrasi pupuk maggot cair, semakin baik pertumbuhan tanaman, terutama pada tanaman selada yang menunjukkan peningkatan signifikan baik dalam tinggi tanaman maupun berat basah.



Gambar 1. Pengaruh pemberian pupuk maggot cair terhadap tinggi tanaman bayam merah dan selada (cm).

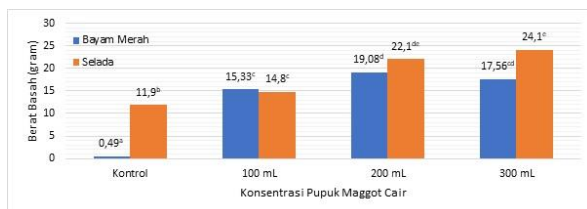
Aplikasi pupuk maggot cair pada bayam merah mengalami peningkatan tinggi dari kontrol 3,12 cm menjadi 9,66 cm pada konsentrasi 200 mL, namun sedikit menurun pada konsentrasi 300 mL (9,11 cm). Selada menunjukkan peningkatan tinggi yang signifikan, dari kontrol 5,04 cm menjadi 14,57 cm pada konsentrasi 300 mL (Gambar 1).

Peningkatan tinggi tanaman pada kedua tanaman kemungkinan besar disebabkan oleh ketersediaan nutrisi makro dan mikro yang lebih baik dari pupuk maggot cair. Kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang optimal dalam pupuk ini mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk pembentukan batang dan daun. Pada konsentrasi 200 mL, nutrisi yang diberikan seimbang untuk bayam merah, sehingga menghasilkan pertumbuhan yang maksimal.

Penurunan tinggi tanaman pada bayam merah di konsentrasi 300 mL bisa disebabkan oleh kejenuhan atau ketidakseimbangan nutrisi, terutama jika terjadi kelebihan nitrogen yang dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif yang tidak proporsional. Akumulasi nutrisi yang berlebihan dapat mengganggu proses fisiologis, menghambat penyerapan air, atau bahkan menyebabkan efek toksisitas ringan yang menurunkan efisiensi pertumbuhan (Riyazuddin et al., 2022; Seleiman et al., 2021).

Selada, sebaliknya, lebih responsif terhadap konsentrasi pupuk yang lebih tinggi. Peningkatan hingga 14,57 cm pada konsentrasi 300 mL menunjukkan bahwa tanaman ini mampu memanfaatkan kandungan nutrisi yang lebih tinggi tanpa mengalami efek kejenuhan atau ketidakseimbangan seperti pada bayam merah. Hal ini mungkin karena perbedaan karakteristik morfologi dan fisiologi antar spesies, di mana selada lebih efisien dalam menyerap nutrisi pada kondisi hidroponik (Lestari et al., 2022; Sinaga, 2024).

Faktor lain yang turut memengaruhi hasil adalah penggunaan sistem hidroponik yang memungkinkan pengaturan nutrisi secara langsung dan efisien ke akar tanaman. Namun, karena hidroponik sangat bergantung pada keseimbangan nutrisi di dalam larutan, sedikit ketidakseimbangan dapat memengaruhi pertumbuhan (Houston et al., 2023; Mohammad et al., 2021; Thakur et al., 2023). Untuk bayam merah, konsentrasi 300 mL mungkin sudah berada di ambang batas optimal, sementara untuk selada, konsentrasi tersebut masih berada dalam rentang yang mendukung pertumbuhan lebih tinggi.



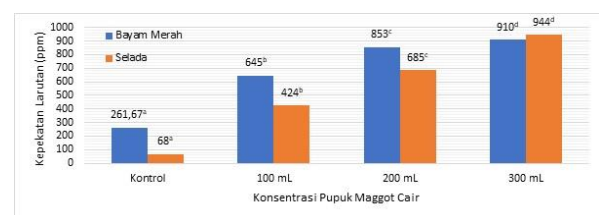
Gambar 2. Pengaruh pemberian pupuk maggot cair terhadap berat basah bayam merah dan selada (gram).

Berat basah bayam merah juga meningkat (Gambar 2), dengan berat tertinggi pada konsentrasi 200 mL (19,08 gram) dan sedikit menurun pada 300 mL (17,55 gram). Sedangkan selada mengalami peningkatan berat yang konsisten, dengan berat tertinggi pada konsentrasi 300 mL (24,1 gram). Peningkatan berat basah pada kedua tanaman menunjukkan bahwa pupuk maggot cair menyediakan nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan vegetatif, terutama nitrogen yang mendukung pembentukan jaringan daun

dan batang yang kaya air. Berat basah yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa tanaman mampu menyimpan lebih banyak air dan nutrisi, yang berkontribusi terhadap pertumbuhan yang lebih sehat dan lebih besar.

Penurunan berat basah bayam merah pada konsentrasi 300 mL kemungkinan disebabkan oleh kejenuhan nutrisi. Berbeda dengan bayam merah, selada menunjukkan peningkatan berat basah yang konsisten hingga konsentrasi 300 mL. Ini menunjukkan bahwa selada memiliki toleransi yang lebih baik terhadap konsentrasi nutrisi yang lebih tinggi dan mampu memanfaatkan tambahan nutrisi untuk meningkatkan pertumbuhan. Selada mungkin memiliki sistem penyerapan yang lebih efisien untuk memanfaatkan air dan nutrisi di lingkungan hidroponik, yang memungkinkan akumulasi berat basah yang lebih besar (Lei & Engeseth, 2021).

Sistem hidroponik yang digunakan dalam penelitian ini memungkinkan pengendalian penuh terhadap nutrisi yang diberikan. Namun, jika konsentrasi nutrisi terlalu tinggi, terutama pada bayam merah, sistem hidroponik tidak dapat menyeimbangkan kebutuhan air dan nutrisi secara optimal (Sanjuan-Delmás et al., 2020), yang menyebabkan penurunan berat basah pada konsentrasi tertinggi (Anisa et al., 2023; Istiqomah et al., 2022).



Gambar 3. Pengaruh pemberian pupuk maggot cair terhadap kepekatan larutan (ppm).

Kepekatan larutan menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi pupuk maggot cair. Pada bayam merah, kepekatan mencapai 910 ppm pada konsentrasi 300 mL, sedangkan selada mencapai 944 ppm pada konsentrasi yang sama (Gambar 3). Kenaikan kepekatan lebih tinggi pada konsentrasi 300 mL, baik untuk

bayam merah (910 ppm) maupun selada (944 ppm). Ini menunjukkan bahwa larutan nutrisi pada konsentrasi tinggi memiliki lebih banyak unsur hara yang tersedia untuk tanaman. Namun, jika kepekatan terlalu tinggi, beberapa tanaman seperti bayam merah dapat mengalami gangguan penyerapan air dan nutrisi, yang dapat mengurangi efektivitas pertumbuhan, seperti yang tercermin dari hasil berat basah yang sedikit menurun pada bayam merah.

Perbedaan dalam kecepatan peningkatan kepekatan antara bayam merah dan selada bisa disebabkan oleh perbedaan dalam karakteristik fisiologis akar. Selada cenderung memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menyerap larutan nutrisi yang lebih pekat tanpa mengalami stres. Peningkatan kepekatan larutan menunjukkan adanya peningkatan jumlah nutrisi yang larut dalam air, seiring bertambahnya konsentrasi pupuk maggot cair yang digunakan (Adiningrum et al., 2023). Semakin tinggi konsentrasi pupuk, semakin banyak ion-ion nutrisi (seperti nitrogen, fosfor, dan kalium) yang tersedia dalam larutan hidroponik (Alvianto et al., 2021).



Gambar 4. Pengaruh pemberian pupuk maggot cair terhadap pH larutan.

pH larutan mengalami sedikit fluktuasi pada berbagai perlakuan (Gambar 4). Pada bayam merah, pH terendah tercatat pada konsentrasi 200 mL (6,27) dan sedikit meningkat pada konsentrasi 300 mL (6,6). Selada menunjukkan pH yang lebih stabil, dengan sedikit peningkatan pada konsentrasi tertinggi (7,2). pH larutan pada bayam merah turun pada konsentrasi 200 mL (6,27), yang mendekati batas bawah kisaran ideal. Penurunan pH ini bisa diakibatkan oleh peningkatan jumlah ion hidrogen yang dihasilkan dari larutan pupuk organik maggot

cair. Namun, pada konsentrasi 300 mL, pH sedikit meningkat menjadi 6,6, yang kembali ke kisaran yang lebih optimal bagi pertumbuhan bayam merah.

pH larutan selada menunjukkan stabilitas yang lebih baik, meskipun ada sedikit fluktuasi, pH pada konsentrasi tertinggi mencapai 7,2. Ini masih dalam batas toleransi selada, meskipun sedikit di atas kisaran ideal. pH yang lebih tinggi pada konsentrasi 300 mL bisa disebabkan oleh adanya reaksi kimia tertentu dalam larutan maggot yang menghasilkan ion hidroksida (OH^-), meningkatkan nilai pH. Stabilitas pH pada selada mungkin menunjukkan bahwa tanaman ini lebih adaptif terhadap perubahan pH larutan. Fluktuasi pH ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan organik dan proses fermentasi pupuk maggot cair yang mempengaruhi keseimbangan ion dalam larutan (Wijaya et al., 2024). Selain itu, ion yang dikeluarkan oleh tanaman akan mempengaruhi pH larutan (Zulfarosda & Purnamasari, 2020).

Kesimpulan

Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa peningkatan dosis perlakuan secara signifikan memengaruhi tinggi tanaman, berat basah, pH larutan, dan kepekatan, dengan respons yang berbeda antara Bayam Merah dan Selada. Selada pada dosis 300 mL memberikan hasil terbaik pada tinggi dan berat tanaman, serta menunjukkan kepekatan tertinggi, sementara pH larutan cenderung menurun pada dosis sedang dan kembali meningkat pada dosis tinggi. Interaksi antara jenis tanaman dan dosis perlakuan signifikan, di mana Selada memberikan respons lebih kuat terhadap peningkatan dosis dibanding Bayam Merah.

Pupuk maggot cair efektif sebagai alternatif pupuk organik dalam sistem hidroponik karena dapat menyediakan nutrisi yang memadai untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Penggunaannya tidak hanya meningkatkan tinggi tanaman dan berat basah tetapi juga memberikan alternatif ramah lingkungan yang

dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintetis.

Disarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan variasi konsentrasi pupuk maggot cair yang lebih luas, memperpanjang durasi pengamatan untuk melihat efek jangka panjang, serta menambahkan analisis biaya dan keuntungan untuk mengevaluasi efisiensi ekonomi. Pengujian pada berbagai jenis tanaman dan lingkungan yang lebih dinamis juga perlu dilakukan untuk memperluas penerapan hasil penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adiningrum, L., Kastono, D., & Syafriani, E. (2023). Respon Pertumbuhan dan Hasil Pakcoi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* L.) dengan Aplikasi Pupuk Organik Bekas Maggot (Kasgot) Response Growth and Yield of Bok Choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* L.) with the Application of Kasgot Organic Fertilizer. *Journal of Agricultural Sciences*, 2, 2023.
- Agustin, H., Warid, W., & Musadik, I. M. (2023). Kandungan Nutrisi Kasgot Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucensi*) Sebagai Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 12–18. <https://doi.org/10.31186/jipi.25.1.12-18>
- Alvianto, T. N., Nopsagiarti, T., & Okalia, D. D. (2021). Uji Konsentrasi Poc Urin Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Mentimun Jepang (*Cucumis sativus* L.) Hidroponik Sistem Drip. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 10(3), 520–529. <https://ejournal.uniks.ac.id/index.php/GREEN/article/view/1652>
- Anisa, N., Marta Saputra, H., Nurul Aini, S., & Zasari, M. (2023). Effect of Static Hydroponic and Huett's Lettuce Concentration Levels on Growth and Yield of Lettuce. *Enviagro, Jurnal Pertanian Dan Lingkungan*, 9(2), 1–41.
- Aprina, M., Sri Rahayu, Y., & Puji Lestari, I. (2023). Komposisi Jenis Poc Dengan Pupuk Hayati Pada Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Keriting (*Brassica juncea* Var. Samhong) Dengan Sistem Tanam Hidroponik Wick. In *Jurnal Agrotech* (Vol. 13, Issue 2).
- Astuti, Y., Setyaningsih, M., Lestari, S., & Anugrah, D. (2021). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Sebagai Alternatif Pengganti AB MIX Pada Perangkat Hidroponik Di SMA Kebangsaan Pondok Aren. *Journal ABDI: Media Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 6–11. <https://doi.org/110.26740/ja.v7n1.p6-11>
- Auliani, R., Elsaday, B., Ari Apsari, D., & Nolia, H. (2021). Kajian Pengelolaan Biokonversi Sampah Organik melalui Budidaya Maggot Black Soldier Fly (Studi Kasus: PKPS Medan). *Serambi Engineering*, VI(4).
- Damopolii, M. V., Puluulawa, F. U., & Abdussamad, Z. (2024). Implementasi Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Terkait Konservasi Lahan Pertanian Di Kabupaten Bolaang Mongondow. *Depositi: Jurnal Publikasi Ilmu Hukum*, 2(1), 08–17. <https://doi.org/10.59581/deposisi.v2i1.2037>
- Fitriyani, I. H., A'yun, Q. Q., & Djajakirana, G. (2023). Pembuatan Dan Aplikasi Pupuk Organik Cair (POC) Sebagai Substitusi Nutrisi Ab Mix Terhadap Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans*) Pada Hidroponik Wick System. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 401–407. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.23>
- Hasanah, S., Ismiati, R., Ansori, A. I. R., Hardy, A. I., Dewi, S. Y. S., Fadilah, L., Kusuma, M. A., Khairah, M., Septiana, T., Larasati, A. R., & Nurbaiti, N. (2023). Maggot (Black Soldier Fly) sebagai Pengurai Sampah Dapur Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(2), 449–453. <https://doi.org/10.29303/jpmppi.v6i1.3457>
- Houston, L. L., Dickson, R. W., Bertucci, M. B., & Roberts, T. L. (2023). Evaluating

- Species-Specific Replenishment Solution Effects on Plant Growth and Root Zone Nutrients with Hydroponic Arugula (*Eruca sativa* L.) and Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Horticulturae*, 9(4).
<https://doi.org/10.3390/horticulturae9040486>
- Istiqomah, I., Sari, M. M., & Istiyadji, M. (2022). Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Secara Hidroponik. *JUSTER: Jurnal Sains Dan Terapan*, 1(3), 2809–7750.
<https://doi.org/10.57218/juster.v1i3.369>
- Kartikasari, D., Wahyuni, T. S., Amri, S., & Ichyaiddina, A. N. (2024). Pengolahan Sampah Organik Menjadi Eco-Enzyme Dan Budidaya Maggot (Larva Black Soldier Fly) Di Bank Sampah Tulungagung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 89–107.
<https://doi.org/doi.org/10.69533/7v3gd438>
- Khuzaini, A. A., & Panggabean, D. (2024). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Seri 02 Fakultas Sains dan Teknologi. In *Universitas Terbuka* (Vol. 1, Issue 2).
<https://petatematikindo.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/10/administrasi-lombok-barat->
- Lana, W., Sukasana, I. W., & Budiyan, N. K. (2021). Respon Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Akibat Perlakuan Konsentrasi Goodplant Dan Umur Bibit Secara Hidroponik Sistem NFT. *Majalah Ilmiah Universitas Tabanan*, 18(1), 114–120.
<https://ejournal.universitastabanan.ac.id/index.php/majalah-ilmiah-untab/article/view/118>
- Lei, C., & Engeseth, N. J. (2021). Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce. *LWT*, 150.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111931>
- Lestari, I. A., Rahayu, A., & Mulyaningsih, Y. (2022). Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Berbagai Media Tanam Dan Konsentrasi Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). In *Jurnal Agronida ISSN* (Vol. 8, Issue 1).
- Madyaningrana, K., Kristianto, H. A., & Prihatmo, G. (2023). Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok terhadap Pertumbuhan Kailan dalam Sistem Hidroponik. *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 8(1), 1–15.
<https://doi.org/10.32528/bioma.v8i1.301>
- Marta, A., Nofrianil, Ibnu sina, F., & Zudri, F. (2023). Kajian Formulasi Nutrisi Terhadap Produksi Pak Choy (*Brassica rapa* L.) Pada Budidaya Hidroponik. *Agrovital : Jurnal Ilmu*, 8(1), 48–54.
<https://doi.org/10.35329/agrovital.v8i1.3912>
- Mawarni, P., & Sari, I. J. (2023). Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) Bonggol Pisang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Hidroponik Dengan Sistem Sumbu (Wick System). *JURNAL BIOSHELL*, 12(1), 77–84.
<https://doi.org/10.56013/bio.v12i1.2080>
- Mohammad, L., Khamim Asy, M., Husna, ul, Pakpahan, S. & Surya, P. (2021). Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai. In *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* | (Vol. 10, Issue 1).
- Monsaputra, M. (2023). Analisis perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi perumahan di kota Padang Panjang. *Tunas Agraria*, 6(1), 1–11.
<https://doi.org/10.31292/jta.v6i1.200>
- Prihatin, R. B. (2015). Alih Fungsi Lahan Di Perkotaan (Studi Kasus Di Kota Bandung Dan Yogyakarta). *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 6(2), 105–118.
<https://doi.org/10.46807/aspirasi.v6i2.507>
- Putri, A. W. C., Suharto, E., & Sugiasih. (2024). Kajian Alih Fungsi Lahan Pertanian ke Non-Pertanian di

- Kecamatan Junrejo, Kota Batu. *Widya Bhumi*, 4(1), 16–34. <https://doi.org/10.31292/wb.v4i1.91>
- Putri, B. G. E., & Hendri, W. (2023). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Sayuran Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hidroponik Kangkung (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 16(1), 16–20. <https://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php/JFKIP/issue/view/999>
- Riyazuddin, R., Nisha, N., Ejaz, B., Khan, M. I. R., Kumar, M., Ramteke, P. W., & Gupta, R. (2022). A comprehensive review on the heavy metal toxicity and sequestration in plants. In *Biomolecules* (Vol. 12, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/biom12010043>
- Rohmah, R., Vikri, M. J., Barata, M. A., Alawi, Z., Muhajir, Moh., Rahmawati, V. D., & Setyani, R. A. (2024). Sistem Otomatisasi Hidroponik Budidaya Sayuran sebagai Upaya Pemberdayaan Mandiri Santri Pondok Pesantren Pacul Bojonegoro. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(2), 711–723. <https://doi.org/10.33379/icom.v4i2.4316>
- Sanjuan-Delmás, D., Josa, A., Muñoz, P., Gassó, S., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2020). Applying nutrient dynamics to adjust the nutrient-water balance in hydroponic crops. A case study with open hydroponic tomato crops from Barcelona. *Scientia Horticulturae*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108908>
- Sarasi, V., Chaerudin, I., & Farras, J. I. (2022). Pembinaan dan Simulasi Prospek Budidaya Maggot BSF dengan Sistem Dinamik di Kecamatan Cimenyan Bandung. *Warta LPM*, 25(4), 421–432. <https://doi.org/10.23917/warta.v25i4.613>
- Sarno, S., & Raditya, F. T. (2020). Upaya Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Kelompok Wanita Tani Kenanga Lestari Desa Pucang Banjarnegara tentang Teknik Budidaya Sayuran Hidroponik. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(3), 741–750. <https://doi.org/10.30653/002.202053.423>
- Satria, I. C., Ihsan, M., & Widiastuti, L. (2024). Pengaruh Konsentrasi dan Interval Waktu Pemberian POC Maggot BSF (*Hermetia illucens*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *AGRINUS: Jurnal Agro Marin Nusantara*, 1(2), 110–122. <https://doi.org/10.62180/gh4zm146>
- Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Haleem Abdul-Wajid, H., & Leonardo Battaglia, M. (2021). Drought Stress Impacts on Plants and Different Approaches to Alleviate Its Adverse Effects. *Plants*, 10(2), 259. <https://doi.org/10.3390/plants10020259>
- Sinaga, H. T. (2024). Pengaruh Konsentrasi AB Mix dan POC Urin Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Hidroponik Sistem Sumbu. <https://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/10491>
- Sugiarto, Y., Nugrayani, T. R., Hakim, L., Djoyowasito, G., & Zhang, J. (2024). Enhancing Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Growth Using Maggot Fermentation-Derived Liquid Organic Fertilizer and AB Mix in Drip Fertigation Systems. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 12(2), 105–113. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.02.04>
- Sukmareni, J., Sianipar, S. A., Fadiah, S. N., & Esterilita, M. (2023). Implementasi Pemberdayaan Masyarakat Melalui Budi Daya Maggot Sebagai Alternatif Penanggulangan Sampah Organik Masyarakat Di Desa Cijagang. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 5(2), 341–355. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i2.219>
- Suwirmen, S., Noli, Z. A., Rahayu, R., & Yuda, Y. P. (2022). Pengaruh Air Lindi Sisa Pakan Maggot (*Hermetia illucens*) terhadap Pertumbuhan Sawi Pagoda (*Brassica rapa* var. *narinosa* L.) dengan

- Sistem Hidroponik. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 5(2), 240–250. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i2.867>
- Thakur, P., Wadhwa, H., Kaushal, S., & Shubham. (2023). Nutrient Dynamics for Hydroponic Production System. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(21), 982–993. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i214069>
- Utami, V. I., Pentiana, R., Mitavianna, V., Nurhidayah, R., Sasmita, A., Jonathan, C., Pranata, D., & Rozamuri, A. M. (2024). Budidaya Ikan Lele dengan Metode Budikdamber sebagai Solusi Peningkatan Produktivitas Masyarakat RT 02/RW 17 Kel. Pengasinan, Kec. Rawalumbu, Bekasi Timur, Jawa Barat. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 4, 925–932. <https://doi.org/10.54082/jamsi.1229>
- Wati, D. A., Muharramah, A., Pratiwi, A. R., Azhyra, Y., Syafira, A., & Yanti, P. P. (2024). Optimalisasi Pemanfaatan Sayuran Hidroponik Menjadi Produk Cookies Dan Mie Kering Kaya Gizi Oleh Kelompok Wanita Tani (KWT) Gumukrejo Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Ungu (ABDI KE UNGU)*, 6(2), 94–103. <https://doi.org/10.30604/abdi.v6i2.1644>
- Wenas, P. L., & Rattu, F. V. (2023). Pelatihan Teknologi Hidroponik Sederhana Untuk Pemanfaatan Lahan Pekarangan & Meningkatkan Ekonomi Keluarga Bagi Wanita Kaum Ibu Jemaat Gmim El Manibang Malalayang. *Jurnal Umbanua*, 3(2), 23–28.
- Wijaya, M. H. K. W., Arsyian, H. R., Adi, A. S., & Pramono. (2024). Perancangan Sistem Kendali Pengaturan Pemberian Larutan Nutrisi pada Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino. *BINER: Jurnal Ilmu Komputer, Teknik Dan Multimedia*, 2(1), 62–68. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/biner>
- Winandika, G., Satria Erlangga, J., Latifah, L., Alfiantoro, A., Khasanah, F. F., Effriilyan, H. A., & Saputro, F. (2024). Pelatihan Budidaya Magot Sebagai Alternatif Pakan Ternak dalam Mengatasi Sampah Organik di Desa Sambirata Tahun 2024. *Jurnal Biram Samtani*, 8(2), 21–32. <https://doi.org/10.55542/jbss.v8i2.1045>
- Zulfarosda, R., & Purnamasari, R. T. (2020). Pengaruh Variasi Kelat Pupuk Mikro Fe Terhadap pH Larutan Nutrisi dan Berat Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Sistem Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 5(1), 12–17. <https://doi.org/10.32503/hijau.v5i1.683>