

Pengaruh Pemberian Poc Larva Black Soldier Fly terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik DWC

Wahdini Pane, Eko Prasetya

Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Correspondence e-mail: wahdinipane43@gmail.com

Diterima: Mei 2026; Direvisi: Mei 2026; Diterbitkan: Juni 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik cair (POC) larva Black Soldier Fly (BSF) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik Deep Water Culture (DWC) serta menentukan kombinasi POC BSF dan nutrisi AB Mix yang memberikan pertumbuhan terbaik. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dan lima ulangan, yaitu P0 (10 ml AB Mix; ± 620 ppm), P1 (7,5 ml AB Mix + 2,5 ml POC BSF; ± 550 ppm), P2 (5 ml AB Mix + 5 ml POC BSF; ± 360 ppm), P3 (2,5 ml AB Mix + 7,5 ml POC BSF; ± 280 ppm), dan P4 (10 ml POC BSF; ± 120 ppm). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar, bobot kering, dan luas daun pada umur 28 hari setelah tanam (HST). Data dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian POC larva BSF berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan tanaman pakcoy ($p < 0,05$). Perlakuan terbaik diperoleh pada P2 (5 ml AB Mix + 5 ml POC BSF) dengan tinggi tanaman 14,74 cm, bobot segar 8,92 g, bobot kering 0,687 g, dan luas daun 15,94 cm². Sebaliknya, perlakuan P4 menghasilkan pertumbuhan terendah yang diduga berkaitan dengan rendahnya konsentrasi nutrisi (120 ppm) sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman menjadi terbatas.

Kata Kunci: POC larva BSF, pakcoy, hidroponik DWC, pertumbuhan vegetative, AB Mix.

*The Effect of Giving Black Soldier Fly Larvae Poc on the Growth of Pakcoy (*Brassica rapa* L.) in the DWC Hydroponic System*

Abstract

This study aims to determine the effect of liquid organic fertilizer (POC) from Black Soldier Fly (BSF) larvae on the growth of pakcoy (*Brassica rapa* L.) plants in the Deep Water Culture (DWC) hydroponic system and to determine the combination of BSF POC and AB Mix nutrients that provide the best growth. The study used an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of five treatments and five replications, namely P0 (10 ml AB Mix; ± 620 ppm), P1 (7.5 ml AB Mix + 2.5 ml BSF POC; ± 550 ppm), P2 (5 ml AB Mix + 5 ml BSF POC; ± 360 ppm), P3 (2.5 ml AB Mix + 7.5 ml BSF POC; ± 280 ppm), and P4 (10 ml BSF POC; ± 120 ppm). The parameters observed included plant height, number of leaves, root length, fresh weight, dry weight, and leaf area at 28 days after planting (DAP). Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's test at the 5% level. The results showed that the administration of BSF larvae POC significantly affected all pak choy plant growth parameters ($p < 0.05$). The best treatment was obtained in P2 (5 ml AB Mix + 5 ml BSF POC) with a plant height of 14.74 cm, a fresh weight of 8.92 g, a dry weight of 0.687 g, and a leaf area of 15.94 cm². In contrast, treatment P4 produced the lowest growth rate, which is thought to be related to the low nutrient concentration (120 ppm), which limited the availability of nutrients for the plants.

Keywords: BSF larvae liquid organic fertilizer, pakcoy, DWC hydroponics, vegetative growth, AB Mix

How to Cite: Pane, W., & Prasetya, E. . (2026). Pengaruh Pemberian Poc Larva Black Soldier Fly terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik DWC. *Reflection Journal*, 6(1), 597-615. <https://doi.org/10.36312/s311pd69>



<https://doi.org/10.36312/s311pd69>

Copyright© 2026, Pane & Prasetya

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Perubahan iklim global dan fenomena pemanasan bumi menimbulkan ancaman serius terhadap ketersediaan air dan ketahanan pangan, sehingga pertanian berkelanjutan berperan penting dalam menjaga ketersediaan pangan sekaligus kelestarian lahan (Rajendran *et al.*, 2024). Iklim ekstrem seperti gelombang panas, suhu

dingin, dan badai berdampak besar terhadap produksi pangan, sehingga diperlukan sistem produksi alternatif untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat (Chowdhury *et al.*, 2024). Kondisi ini semakin diperparah oleh berkurangnya lahan pertanian yang layak digunakan, penurunan kesuburan tanah akibat praktik pengolahan intensif, pencemaran, pengasaman, hilangnya biodiversitas tanah, serta meningkatnya salinitas (Chowdhury *et al.*, 2024). Menurunnya ketersediaan lahan per kapita dan meningkatnya peristiwa iklim ekstrem semakin menekan produktivitas pangan. Dalam konteks ini, hidroponik muncul sebagai alternatif menjanjikan karena mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi melalui budidaya tanaman dalam larutan nutrisi seimbang (Vought *et al.*, 2024). Meningkatnya urbanisasi yang mendorong pertumbuhan penduduk perkotaan serta kebutuhan akan pasokan pangan berkelanjutan, disertai penyusutan ruang terbuka hijau yang membuat pertanian konvensional semakin sulit diterapkan, menjadikan urban farming sebagai solusi strategis untuk mengatasi keterbatasan lahan sekaligus memenuhi kebutuhan pangan masyarakat kota (Widiati *et al.*, 2024). Salah satu bentuk urban farming yang berkembang pesat adalah hidroponik, yaitu metode budidaya tanaman tanpa tanah yang memanfaatkan larutan nutrisi sebagai sumber unsur hara bagi tanaman (Muhasin *et al.*, 2024). Sistem hidroponik terbukti mampu menghasilkan sayuran dengan produktivitas tinggi, penggunaan air yang lebih efisien, serta kualitas hasil yang lebih baik dibandingkan budidaya konvensional (Siddiqui *et al.*, 2023).

Meskipun sistem hidroponik menawarkan berbagai keunggulan dalam efisiensi budidaya, keberhasilannya sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang mencukupi bagi tanaman. Pupuk AB Mix merupakan sumber nutrisi yang paling umum digunakan karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap untuk mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik (Harahap *et al.*, 2020). Namun, penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus masih bergantung pada bahan baku sintesis, membutuhkan biaya relatif tinggi, dan berpotensi meningkatkan akumulasi garam serta menghasilkan limbah nutrisi yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Kondisi tersebut mendorong pencarian sumber nutrisi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan, penurunan kandungan karbon organik tanah, serta memburuknya indikator kesehatan tanah telah mendorong meningkatnya perhatian terhadap pemanfaatan amandemen organik (Kidd *et al.*, 2015). Di berbagai negara, limbah organik telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair untuk mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Berdasarkan laporan FAO, sekitar sepertiga produksi pangan global terbuang sebagai limbah dengan jumlah mencapai ± 1.300 juta ton per tahun (Siddiqui *et al.*, 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah organik dapat dikonversi menjadi pupuk organik cair melalui proses fermentasi dan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tanaman (Sarah *et al.*, 2023). Selain itu, pemanfaatan larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) sebagai agen biokonversi limbah organik semakin berkembang karena mampu mengurangi volume sampah sekaligus menghasilkan produk samping yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Jannah *et al.*, 2023; Ikhwan *et al.*, 2025). Oleh karena itu, pemanfaatan pupuk organik cair berbasis larva BSF menjadi alternatif yang potensial untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik pada sistem hidroponik.

Berbagai penelitian sebelumnya telah melaporkan pemanfaatan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah organik maupun produk samping larva *Black Soldier Fly* (BSF) sebagai sumber nutrisi alternatif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Janah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa POC hasil samping larva BSF mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi pada media tanah, sedangkan Suwirman *et al.* (2022) melaporkan bahwa kombinasi nutrisi organik dan AB Mix pada budidaya sawi pagoda

dengan sistem hidroponik sumbu menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan penggunaan nutrisi organik secara tunggal. Selain itu, Siddiqui *et al.* (2023) menemukan bahwa pupuk organik cair berbasis limbah pangan memiliki potensi sebagai sumber nutrisi pada budidaya hidroponik berbagai jenis sayuran. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa POC berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman baik pada sistem budidaya konvensional maupun hidroponik. Dengan demikian, penelitian-penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan POC pada media tanah, hidroponik non-DWC, atau pada komoditas selain pakcoy, namun belum secara khusus mengevaluasi penggunaan POC larva BSF sebagai substitusi sebagian nutrisi AB Mix pada budidaya pakcoy dengan sistem *Deep Water Culture* (DWC). Perbedaan faktor-faktor tersebut menyebabkan hasil penelitian terdahulu tidak dapat langsung diterapkan pada budidaya pakcoy dengan sistem hidroponik *Deep Water Culture* (DWC). Oleh karena itu, meskipun potensi POC sebagai sumber nutrisi alternatif telah banyak dilaporkan, masih diperlukan penelitian yang secara spesifik mengevaluasi penggunaannya pada komoditas dan sistem budidaya yang berbeda untuk memperoleh informasi yang lebih akurat mengenai efektivitas dan batasan penggunaannya.

Selain memiliki potensi sebagai sumber nutrisi alternatif yang lebih ramah lingkungan, penggunaan POC pada sistem hidroponik juga menghadapi berbagai tantangan. Kandungan unsur hara pada POC umumnya lebih rendah dan lebih bervariasi dibandingkan nutrisi anorganik, sehingga berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan hara apabila digunakan sebagai sumber nutrisi tunggal. Selain itu, penggunaan POC dalam sistem hidroponik dapat memengaruhi stabilitas pH dan konsentrasi nutrisi larutan, yang berpengaruh langsung terhadap ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Oleh karena itu, diperlukan pengkajian lebih lanjut mengenai proporsi kombinasi POC dan AB Mix yang mampu mempertahankan ketersediaan nutrisi sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait pemanfaatan POC larva BSF sebagai substitusi sebagian nutrisi AB Mix pada sistem hidroponik DWC tanaman pakcoy. Penelitian sebelumnya umumnya dilakukan pada media tanah, sistem hidroponik selain DWC, atau menggunakan komoditas yang berbeda. Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengevaluasi berbagai rasio substitusi AB Mix dan POC larva BSF pada budidaya pakcoy dengan sistem DWC disertai pengamatan parameter pertumbuhan vegetatif secara lengkap. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai rasio substitusi AB Mix dan POC larva BSF terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy pada sistem hidroponik *Deep Water Culture* (DWC), mengidentifikasi perlakuan terbaik pada kondisi penelitian ini, serta menilai potensi POC larva BSF dalam mengurangi penggunaan nutrisi anorganik AB Mix.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk organik cair (POC) larva *Black Soldier Fly* (BSF) dan AB Mix terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik *Deep Water Culture* (DWC). Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima ulangan sehingga diperoleh 25 unit percobaan. Setiap unit percobaan ditempatkan secara acak di dalam greenhouse dan menggunakan wadah DWC terpisah yang berisi 2 L larutan nutrisi. Aerasi diberikan menggunakan satu aerator pada setiap wadah untuk menjaga ketersediaan oksigen di zona perakaran. Larutan nutrisi diganti setiap minggu selama masa penelitian. Suhu greenhouse dipertahankan pada kisaran 25–30°C, sedangkan pH larutan nutrisi dijaga pada kisaran 5,5–6,5. Perlakuan yang diuji meliputi P0 (AB Mix sebagai kontrol), P1 (AB Mix : POC BSF = 3:1), P2 (AB Mix : POC BSF = 1:1), P3 (AB Mix : POC BSF = 1:3), dan P4 (POC BSF tanpa

AB Mix). Variabel bebas penelitian adalah komposisi nutrisi yang diberikan, sedangkan variabel terikat meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman. Variabel yang dikendalikan meliputi jenis tanaman, umur bibit, media tanam, volume larutan, aerasi, suhu lingkungan, dan pH larutan nutrisi. Konsentrasi nutrisi (EC/ppm) tidak dikendalikan karena merupakan bagian dari perlakuan yang diuji.

Subjek pada penelitian ini berupa tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik *Deep Water Culture* (DWC). Benih yang digunakan merupakan benih komersial bersertifikat merek Pakcoy Panah Merah Nauli F1 Repack yang diperoleh dari toko Marsada Hidroponik Medan. Pada tahap penyemaian digunakan sebanyak 125 bibit pakcoy yang berasal dari 5 perlakuan $\times$ 5 ulangan $\times$ 5 bibit per rokwool. Rokwool yang digunakan sebanyak 25. Setelah bibit tumbuh dan mencapai kondisi siap pindah tanam, dilakukan seleksi untuk memperoleh bibit yang seragam berdasarkan ukuran, jumlah daun, dan kondisi kesehatan tanaman. Dari setiap rokwool dipilih satu bibit yang memiliki pertumbuhan paling seragam untuk digunakan sebagai tanaman percobaan pada sistem hidroponik DWC. Seleksi ini dilakukan sebelum pemberian perlakuan sehingga seluruh tanaman yang digunakan memiliki kondisi awal yang relatif homogen. Dengan demikian, jumlah tanaman yang digunakan sebagai unit pengamatan selama penelitian adalah 25 tanaman yang terdiri atas 5 perlakuan dan 5 ulangan. Seluruh tanaman dibudidayakan pada kondisi lingkungan yang sama di dalam greenhouse dengan media tanam rockwool dan sistem hidroponik DWC.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian meliputi penggaris untuk mengukur tinggi tanaman dan panjang akar, timbangan digital untuk menentukan bobot segar dan timbangan analitik, bobot kering tanaman diperoleh dengan mengeringkan sampel tanaman menggunakan oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga mencapai berat konstan. Setelah proses pengeringan selesai, sampel didinginkan pada suhu ruang dan selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan analitik. pH meter untuk mengukur derajat keasaman larutan nutrisi, serta TDS/EC meter untuk mengukur konsentrasi larutan nutrisi. Sebelum digunakan, pH meter, TDS/EC meter dan timbangan analitik dikalibrasi sesuai petunjuk pabrikan untuk memastikan keakuratan pengukuran. Timbangan digital juga diperiksa fungsinya sebelum digunakan untuk pengukuran bobot tanaman. Luas daun diukur menggunakan metode konstanta daun dengan persamaan: $\text{Luas daun} = \text{panjang daun} \times \text{lebar daun} \times k$ dengan k merupakan konstanta daun sebesar 0,65. Nilai konstanta tersebut digunakan untuk mengoreksi bentuk daun yang tidak berbentuk persegi sempurna sehingga hasil pengukuran lebih mendekati luas daun sebenarnya. Penggunaan nilai konstanta ini mengacu pada penelitian Indah (2021) yang mengidentifikasi nilai konstanta daun untuk pengukuran luas daun secara tidak langsung.

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan POC BSF menggunakan limbah organik pasar berupa buah dan sayuran yang didegradasi oleh larva BSF selama 14 hari dan difermentasi selama 14 hari berikutnya. Pupuk organik cair (POC) larva *Black Soldier Fly* (BSF) dibuat dari campuran limbah buah dan sayuran pasar dengan rasio 1:1 (b/b), yang terdiri atas semangka, pepaya, melon, pisang, kubis, sawi, tomat, bayam, dan timun. Bahan dipilih karena memiliki kadar air tinggi dan mudah terdegradasi sehingga mendukung proses biokonversi oleh larva BSF. Sebanyak 2 kg limbah organik yang telah dicacah hingga ukuran 2–3 cm dicampurkan dengan 500 g larva BSF umur 10 hari, kemudian dibiokonversi selama 14 hari. Cairan lindi yang dihasilkan selama proses biokonversi dikumpulkan dan difermentasi selama 14 hari dalam wadah tertutup pada kondisi anaerob. Fermentasi berlangsung secara alami dengan memanfaatkan mikroorganisme indigenous yang terdapat dalam lindi tanpa penambahan inokulum eksternal. Setelah

proses fermentasi selesai, POC disaring untuk menghilangkan partikel padatan yang tersisa dan digunakan sebagai sumber nutrisi pada perlakuan penelitian. Fermentasi bertujuan untuk meningkatkan kestabilan larutan dan membantu penguraian senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. POC yang telah matang ditandai oleh kondisi larutan yang relatif stabil, tidak menunjukkan gejala pembusukan, tidak terjadi pertumbuhan jamur berlebihan, dan memiliki aroma yang lebih ringan dibandingkan saat lindi pertama kali dikumpulkan. Selanjutnya, benih pakcoy disemai pada media *rockwool* hingga berumur 10–14 hari sebelum dipindahkan ke sistem hidroponik DWC. Setelah pindah tanam, tanaman diberikan perlakuan sesuai rancangan penelitian dan dipelihara selama 28 hari. Selama masa pemeliharaan dilakukan pemantauan pH 5,5–6,5 dan suhu ruangan 25–30°C. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap tujuh hari sekali dimana data tinggi tanaman dan jumlah daun pada setiap waktu pengamatan (7, 14, 21, dan 28 HST) dianalisis secara terpisah menggunakan ANOVA untuk mengevaluasi respons perlakuan pada masing-masing fase pertumbuhan tanaman., sedangkan pengukuran panjang akar, luas daun, bobot segar, dan bobot kering dilakukan pada akhir penelitian saat panen (28 HST). Seluruh data hasil pengamatan dicatat dalam lembar observasi untuk dianalisis lebih lanjut.

Data yang diperoleh dari pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik. Data dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) apabila terdapat pengaruh perlakuan yang nyata. Analisis dilakukan berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan bantuan perangkat lunak SPSS dan Microsoft Excel. Tahap awal analisis meliputi tabulasi data hasil pengamatan dari setiap perlakuan dan ulangan, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai rata-rata untuk masing-masing parameter. Pengujian pengaruh perlakuan dilakukan menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*/ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Analisis ini digunakan untuk menentukan apakah pemberian berbagai kombinasi POC BSF dan AB Mix memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy. Parameter yang dianalisis meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perlakuan yang memberikan respons terbaik dan membedakan kelompok perlakuan yang berbeda nyata. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi data. Pendekatan analisis tersebut digunakan untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu mengetahui pengaruh POC larva BSF terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy, menentukan konsentrasi terbaik, serta mengevaluasi efektivitasnya dalam mengurangi penggunaan pupuk anorganik AB Mix pada sistem hidroponik *Deep Water Culture*.

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Pengaruh Pemberian POC Larva BSF terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Sistem Hidroponik *Deep Water Culture* (DWC) diperoleh hasil dengan berbagai parameter yaitu karakteristik dan kandungan POC Larva BSF, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman dan luas daun sebagai berikut.

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan vegetatif yang mencerminkan respons tanaman terhadap ketersediaan unsur hara selama masa pertumbuhan. Pengamatan tinggi tanaman pakcoy dilakukan secara berkala pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam (HST) untuk mengetahui pengaruh pemberian POC larva BSF terhadap pertumbuhan tanaman. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) guna menentukan ada atau tidaknya pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman pada setiap waktu pengamatan

Tabel 1. Analisis ragam pengaruh pemberian POC larva BSF terhadap tinggi tanaman pakcoy pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST

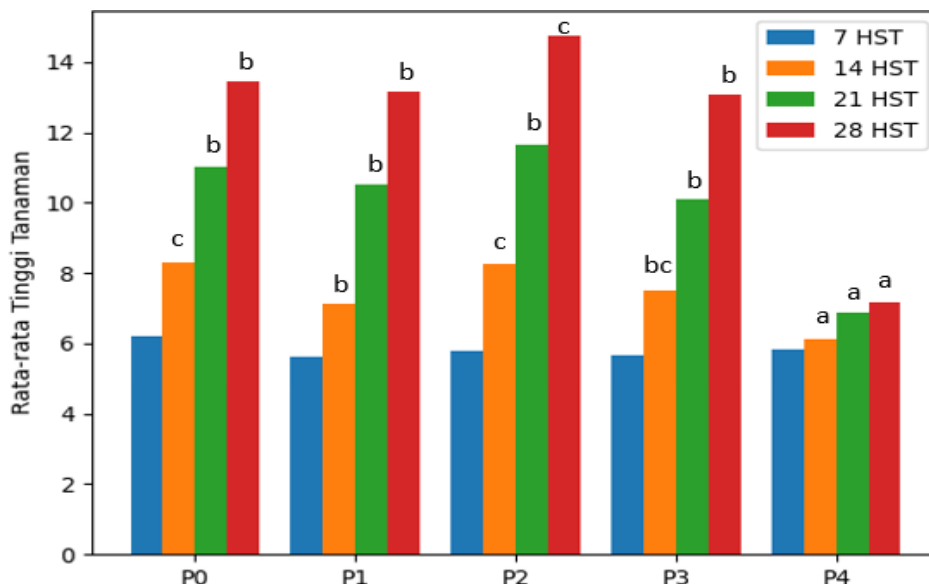
Umur	Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikansi
Tinggi Tanaman 7 HST	1. Perlakuan	1,180	4	0,295	0,875	0,496
	2. Galat	6,740	20	0,337		
	3. Total	7,920	24			
Tinggi Tanaman 14 HST	1. Perlakuan	16,462	4	4,115	7,739	0,001
	2. Galat	10,636	20	0,532		
	3. Total	27,098	24			
Tinggi Tanaman 21 HST	1. Perlakuan	70,478	4	17,619	13,296	0,000
	2. Galat	26,504	20	1,325		
	3. Total	96,982	24			
Tinggi Tanaman 28 HST	1. Perlakuan	175,006	4	43,752	55,452	0,000
	2. Galat	15,780	20	0,789		
	3. Total	190,786	24			

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman pakcoy pada umur 7 hari setelah tanam (HST), yang ditunjukkan oleh nilai signifikansi sebesar 0,496 ($p > 0,05$). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pada fase awal pertumbuhan, tanaman masih berada pada tahap adaptasi terhadap lingkungan tumbuh sehingga respons terhadap perlakuan belum terlihat secara optimal. Pada periode ini, pertumbuhan tanaman umumnya masih bergantung pada cadangan makanan yang terdapat dalam benih serta kemampuan akar yang masih terbatas dalam menyerap unsur hara dari media tanam.

Berbeda dengan pengamatan pada umur 7 HST, pemberian POC larva BSF memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 14, 21, dan 28 HST. Nilai signifikansi yang diperoleh masing-masing sebesar 0,001; 0,000; dan 0,000 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa perlakuan mulai memberikan respons positif terhadap pertumbuhan tanaman seiring bertambahnya umur pakcoy. Kondisi ini menunjukkan bahwa unsur hara yang terkandung dalam POC larva BSF telah tersedia dan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman untuk mendukung proses pertumbuhan vegetatif, terutama pemanjangan batang dan pembentukan jaringan baru.

Hasil uji lanjut Duncan yang disajikan pada Gambar 1 memperlihatkan adanya perbedaan respons pertumbuhan antarperlakuan. Perbedaan tersebut mulai terlihat pada umur 14 HST dan semakin jelas hingga umur 28 HST. Perlakuan P2 secara konsisten menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, menunjukkan bahwa konsentrasi POC yang diberikan pada perlakuan tersebut merupakan dosis yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan pakcoy. Sebaliknya, perlakuan P4 menunjukkan pertumbuhan tanaman terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa

peningkatan konsentrasi POC yang terlalu tinggi belum tentu memberikan hasil yang lebih baik, bahkan berpotensi menurunkan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan penggunaan POC larva BSF sangat dipengaruhi oleh ketepatan dosis yang diberikan sehingga diperlukan konsentrasi yang sesuai untuk memperoleh pertumbuhan tanaman pakcoy yang optimal.



Gambar 1 Grafik rata-rata tinggi tanaman pakcoy pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST pada berbagai perlakuan. Huruf yang berbeda pada umur pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan parameter tinggi tanaman, perlakuan P2 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi AB Mix dan POC BSF pada rasio 1:1 mampu menyediakan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy. Meskipun konsentrasi nutrisi pada perlakuan P2 (± 360 ppm) lebih rendah dibandingkan kontrol P0 (± 620 ppm), kombinasi kedua sumber nutrisi tersebut masih mampu menghasilkan pertumbuhan yang setara bahkan lebih tinggi. Sebaliknya, perlakuan P4 yang hanya menggunakan POC BSF menghasilkan tinggi tanaman terendah dengan konsentrasi nutrisi sekitar 120 ppm. Kondisi ini menunjukkan bahwa nutrisi yang tersedia pada perlakuan tersebut belum mampu memenuhi kebutuhan tanaman selama fase vegetatif. Namun demikian, karena karakterisasi kandungan hara POC BSF belum dilakukan secara lengkap, rendahnya pertumbuhan pada perlakuan P4 tidak dapat dikaitkan secara pasti dengan kekurangan unsur hara tertentu. Hasil penelitian ini sejalan dengan Suwirman *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa pemanfaatan lindi sisa pakan maggot mampu mendukung pertumbuhan tanaman pada sistem hidroponik apabila dikombinasikan dengan sumber nutrisi lain yang dapat melengkapi kebutuhan unsur hara tanaman.

Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi pertumbuhan vegetatif tanaman karena berkaitan langsung dengan kapasitas fotosintesis dan akumulasi biomassa. Semakin banyak daun yang terbentuk, semakin besar pula luas permukaan yang berperan dalam menangkap cahaya untuk mendukung proses fotosintesis. Oleh karena itu, pengamatan jumlah daun dilakukan secara berkala pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam (HST) untuk mengetahui respons

tanaman pakcoy terhadap pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan terhadap jumlah daun pada setiap waktu pengamatan.

Tabel 2. Analisis ragam pengaruh pemberian POC larva BSF terhadap jumlah daun pakcoy pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST

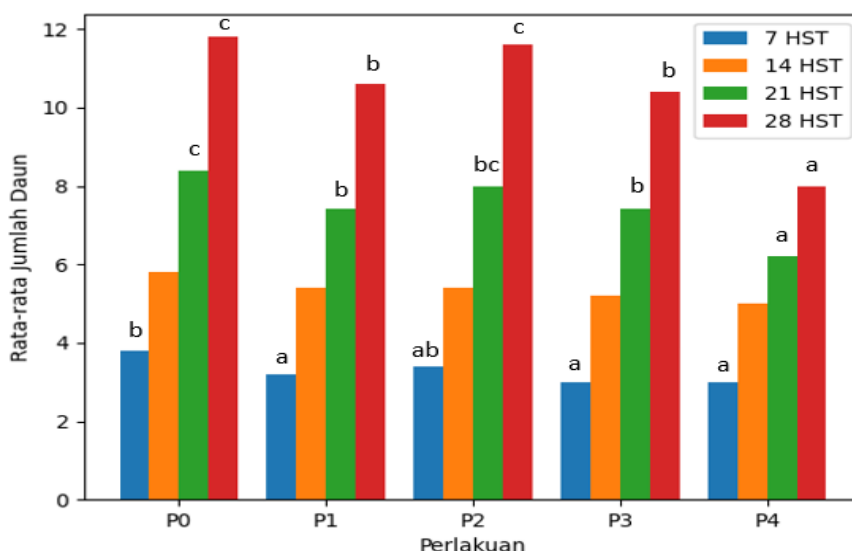
Umur	Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikansi
Jumlah Daun 7 HST	1. Perlakuan	2,240	4	0,560	4,000	0,015
	2. Galat	2,800	20	0,140		
	3. Total	5,040	24			
Jumlah Daun 14 HST	1. Perlakuan	1,760	4	0,440	2,200	0,106
	2. Galat	4,000	20	0,200		
	3. Total	5,760	24			
Jumlah Daun 21 HST	1. Perlakuan	13,840	4	3,460	15,727	0,000
	2. Galat	4,400	20	0,220		
	3. Total	18,240	24			
Jumlah Daun 28 HST	1. Perlakuan	45,840	4	11,460	27,286	0,000
	2. Galat	8,400	20	0,420		
	3. Total	54,240	24			

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun pakcoy pada umur 7, 21, dan 28 hari setelah tanam (HST). Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,015; 0,000; dan 0,000 ($p < 0,05$). Sebaliknya, pada umur 14 HST perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun, dengan nilai signifikansi sebesar 0,106 ($p > 0,05$). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa respons tanaman terhadap pemberian POC larva BSF bersifat dinamis selama fase pertumbuhan. Pada fase awal pertumbuhan, tanaman mulai menunjukkan respons terhadap perlakuan, kemudian memasuki fase pertumbuhan yang relatif seragam pada umur 14 HST, sebelum kembali memperlihatkan perbedaan yang nyata pada fase pertumbuhan vegetatif berikutnya.

Perbedaan respons pada umur 21 dan 28 HST menunjukkan bahwa unsur hara yang terkandung dalam POC larva BSF semakin tersedia dan mampu mendukung pembentukan organ vegetatif, khususnya daun. Kandungan nitrogen dalam pupuk organik cair berperan penting dalam merangsang pembentukan klorofil, pembelahan sel, serta pertumbuhan jaringan vegetatif sehingga dapat meningkatkan jumlah daun. Bertambahnya jumlah daun akan memperluas luas bidang fotosintesis yang pada akhirnya mendukung peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoy.

Hasil uji lanjut Duncan yang disajikan pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa perbedaan antarperlakuan mulai tampak pada umur 21 HST dan semakin jelas pada umur 28 HST. Perlakuan P2 secara konsisten menghasilkan jumlah daun tertinggi dibandingkan sebagian besar perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan P4 menghasilkan jumlah daun terendah. Pada umur 28 HST, jumlah daun pada perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0, namun secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan P3 dan P4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian POC larva BSF pada konsentrasi tertentu mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, sedangkan pemberian pada konsentrasi yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan respons yang lebih baik. Dengan demikian, efektivitas POC larva BSF dalam meningkatkan jumlah daun

sangat dipengaruhi oleh ketepatan dosis sehingga diperlukan konsentrasi yang optimum untuk memperoleh pertumbuhan pakcoy yang maksimal.



Gambar 1 Grafik rata-rata jumlah daun pakcoy pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST pada berbagai perlakuan. Huruf yang berbeda pada umur pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap parameter jumlah daun, P2 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada beberapa parameter dan menghasilkan pertumbuhan yang setara atau lebih baik dibanding kontrol pada kondisi tertentu, seperti pada umur 28 HST yang menunjukkan bahwa perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan kontrol P0. Jumlah daun yang lebih tinggi pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa kombinasi AB Mix dan POC BSF mampu mendukung pembentukan organ vegetatif secara optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa substitusi sebagian AB Mix dengan POC BSF masih dapat mempertahankan pertumbuhan daun pada tingkat yang setara dengan penggunaan AB Mix secara penuh. Sebaliknya, perlakuan P4 yang menghasilkan jumlah daun terendah berkaitan dengan rendahnya konsentrasi nutrisi larutan sehingga pembentukan daun baru berlangsung kurang optimal. Daun merupakan organ utama fotosintesis sehingga jumlah daun yang lebih banyak berpotensi meningkatkan kemampuan tanaman dalam menangkap cahaya dan menghasilkan fotosintat untuk mendukung pertumbuhan. Temuan ini mendukung hasil penelitian Purwanto *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan nutrisi anorganik mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman dibandingkan penggunaan salah satu sumber nutrisi secara tunggal. Penelitian Sefaniwi *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa penggunaan POC 10% mampu menghasilkan jumlah daun tertinggi dengan peningkatan sekitar 60–67% dibandingkan kontrol.

Panjang Akar

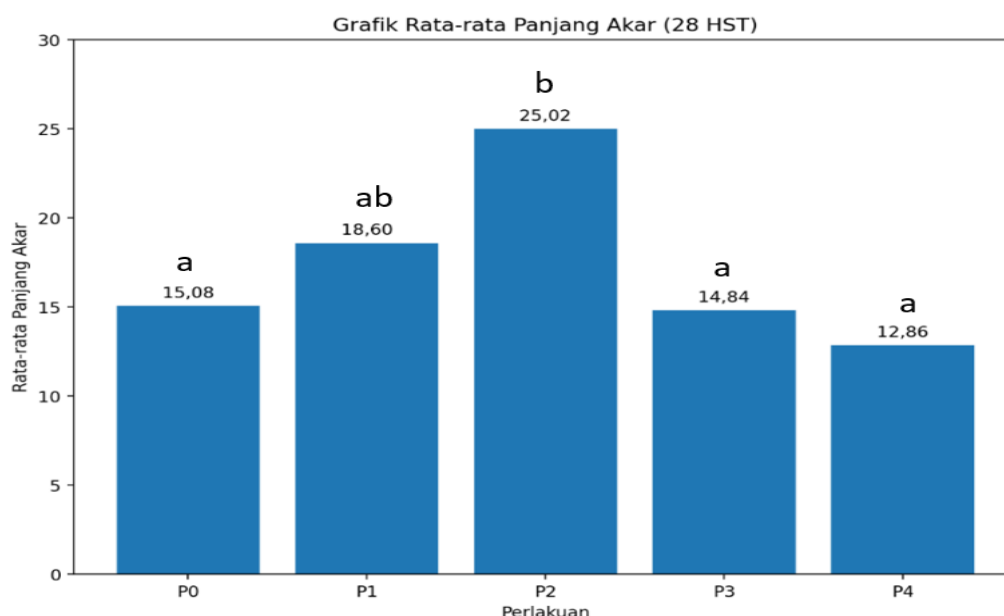
Panjang akar merupakan salah satu indikator penting dalam menilai pertumbuhan tanaman karena mencerminkan kemampuan sistem perakaran dalam mengeksplorasi media tanam untuk menyerap air dan unsur hara. Perkembangan akar yang optimal akan mendukung pertumbuhan bagian tajuk sehingga berkontribusi terhadap peningkatan biomassa tanaman secara keseluruhan. Pada penelitian ini, pengamatan panjang akar dilakukan pada akhir masa pertumbuhan, yaitu 28 hari setelah tanam (HST), untuk mengevaluasi pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF terhadap perkembangan sistem perakaran tanaman pakcoy. Data hasil pengamatan selanjutnya

dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) guna mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan terhadap panjang akar.

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA panjang akar 28 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikansi
1. Perlakuan	459,900	4	114,975	4,352	0,011
2. Galat	528,340	20	26,417		
3. Total	988,240	24			

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF berpengaruh nyata terhadap panjang akar pakcoy pada umur 28 HST dengan nilai signifikansi 0,011 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan komposisi nutrisi pada masing-masing perlakuan memengaruhi perkembangan sistem perakaran tanaman. Hasil uji Duncan (Gambar 3) menunjukkan bahwa perlakuan P2 cenderung menghasilkan panjang akar tertinggi, sedangkan perlakuan P4 menghasilkan panjang akar terendah. Perlakuan P4, P3, P0, dan P1 tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan P2 berbeda nyata terhadap P4, P3, dan P0.



Gambar 3 Grafik rata-rata panjang akar pakcoy pada umur 28 HST pada berbagai perlakuan. Huruf yang berbeda pada umur pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap parameter panjang akar, perlakuan P2 menghasilkan panjang akar tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi nutrisi organik dan anorganik pada perlakuan tersebut mampu mendukung perkembangan sistem perakaran yang lebih baik. Sistem perakaran yang berkembang optimal berperan penting dalam meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara yang tersedia dalam larutan nutrisi. Hal ini didukung oleh Datu *et al.* (2025) dan Samanhudi *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa sistem perakaran yang baik akan meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan mendukung pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, perlakuan P4 menghasilkan panjang akar terendah yang diduga berkaitan dengan rendahnya ketersediaan nutrisi pada larutan. Selain itu, karena karakteristik kimia POC BSF belum dianalisis secara lengkap, kemungkinan masih

terdapat unsur hara yang belum tersedia dalam bentuk yang mudah diserap oleh tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan POC BSF sebagai nutrisi tunggal pada kondisi penelitian ini belum mampu mendukung perkembangan akar secara optimal. Temuan tersebut sejalan dengan Purwanto *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa kombinasi pupuk organik dan nutrisi anorganik memberikan pertumbuhan akar yang lebih baik dibandingkan penggunaan pupuk organik secara tunggal.

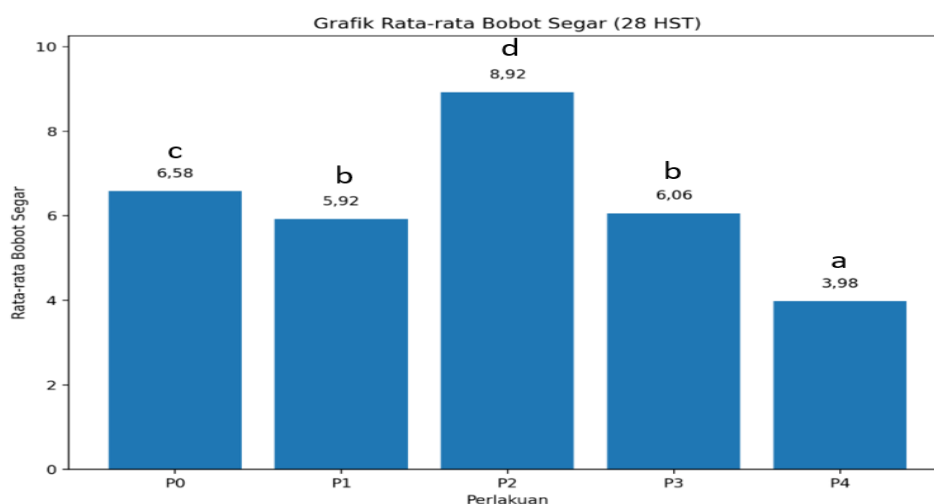
Bobot Segar

Bobot segar merupakan salah satu parameter utama yang digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan pertumbuhan tanaman karena mencerminkan akumulasi hasil fotosintesis, kandungan air, serta perkembangan jaringan tanaman selama masa pertumbuhan. Semakin tinggi bobot segar yang dihasilkan, semakin baik pertumbuhan vegetatif tanaman sebagai respons terhadap ketersediaan unsur hara dan kondisi lingkungan. Pada penelitian ini, bobot segar tanaman pakcoy diukur pada umur 28 hari setelah tanam (HST) untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) guna mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan terhadap bobot segar tanaman.

Tabel 4. Hasil Uji ANOVA Bobot Segar 28 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikansi
1. Perlakuan	62,634	4	15,659	103,562	0,000
2. Galat	3,024	20	0,151		
3. Total	65,658	24			

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF berpengaruh nyata terhadap bobot segar pakcoy pada umur 28 HST dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan komposisi nutrisi pada masing-masing perlakuan memengaruhi akumulasi biomassa segar tanaman. Hasil uji Duncan (Gambar 4) menunjukkan bahwa perlakuan P2 cenderung menghasilkan bobot segar tertinggi, sedangkan perlakuan P4 menghasilkan bobot segar terendah. Perlakuan P1 dan P3 tidak berbeda nyata, sedangkan P4, P0, dan P2 masing-masing berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya.



Gambar 4 Grafik rata-rata bobot segar pakcoy pada umur 28 HST pada berbagai perlakuan. Huruf yang berbeda pada umur pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap parameter bobot segar, perlakuan P2 menghasilkan bobot segar tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya bobot segar pada perlakuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi AB Mix dan POC BSF mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman secara menyeluruh. Peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan luas daun yang terjadi pada perlakuan yang sama berkontribusi terhadap peningkatan akumulasi biomassa segar tanaman. Untuk memperoleh berat basah yang optimal, tanaman membutuhkan ketersediaan unsur hara dan energi yang cukup agar proses pembentukan serta pembesaran sel dapat berlangsung secara maksimal (Ngantung *et al.*, 2018). Sebaliknya, perlakuan P4 menghasilkan bobot segar terendah yang diduga berkaitan dengan rendahnya konsentrasi nutrisi larutan sehingga pertumbuhan tanaman berlangsung kurang optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa POC BSF lebih efektif digunakan sebagai substitusi sebagian nutrisi AB Mix dibandingkan sebagai sumber nutrisi tunggal pada sistem hidroponik DWC. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suherman *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa pemanfaatan pupuk maggot cair dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman hidroponik apabila tersedia dalam jumlah yang memadai.

Bobot Kering

Bobot kering merupakan parameter yang menggambarkan akumulasi bahan kering hasil fotosintesis setelah kandungan air pada tanaman dihilangkan. Parameter ini mencerminkan efisiensi tanaman dalam mengonversi unsur hara dan hasil fotosintesis menjadi biomassa sehingga sering digunakan sebagai indikator pertumbuhan yang lebih akurat dibandingkan bobot segar. Pada penelitian ini, bobot kering tanaman pakcoy diukur pada umur 28 hari setelah tanam (HST) untuk mengevaluasi pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF terhadap akumulasi biomassa tanaman. Data hasil pengamatan kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan terhadap bobot kering tanaman.

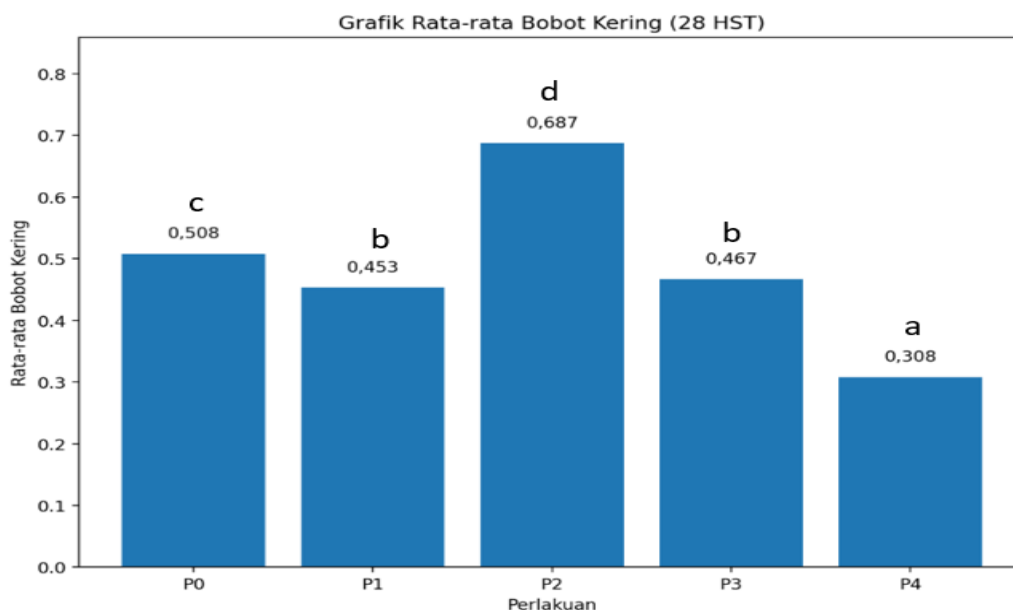
Tabel 5. Hasil Uji ANOVA Bobot Kering 28 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikansi
1. Perlakuan	0,370	4	0,092	98,290	0,000
2. Galat	0,019	20	0.001		
3. Total	0,389	24			

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering tanaman pakcoy pada umur 28 hari setelah tanam (HST), dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan mampu memengaruhi akumulasi biomassa kering tanaman sebagai hasil dari proses pertumbuhan selama periode penelitian. Bobot kering merupakan indikator penting dalam menilai efisiensi tanaman dalam mengonversi hasil fotosintesis menjadi bahan organik sehingga mencerminkan pertumbuhan yang sesungguhnya.

Hasil uji lanjut Duncan yang disajikan pada Gambar 5 menunjukkan adanya perbedaan respons antarperlakuan. Perlakuan P2 cenderung menghasilkan bobot kering tertinggi, sedangkan perlakuan P4 menghasilkan bobot kering terendah. Selain itu, perlakuan P1 dan P3 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sementara perlakuan P4, P0, dan P2 masing-masing berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa pemberian POC larva BSF pada konsentrasi optimum mampu meningkatkan akumulasi biomassa tanaman secara lebih efektif. Sebaliknya, pemberian POC pada konsentrasi yang terlalu tinggi tidak selalu memberikan respons pertumbuhan

yang lebih baik, sehingga ketepatan dosis menjadi faktor penting dalam memaksimalkan pertumbuhan dan produksi biomassa kering tanaman pakcoy.



Gambar 5 Grafik rata-rata bobot kering pakcoy pada umur 28 HST pada berbagai perlakuan. Huruf yang berbeda pada umur pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan parameter bobot kering tanaman menunjukkan pola yang serupa dengan bobot segar, di mana perlakuan P2 menghasilkan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Bobot kering mencerminkan akumulasi biomassa tanaman yang sebenarnya karena tidak dipengaruhi oleh kandungan air. Tingginya bobot kering pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa kombinasi AB Mix dan POC BSF mampu mendukung pembentukan dan akumulasi bahan organik hasil fotosintesis secara lebih efektif dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan P4 menghasilkan bobot kering terendah yang mengindikasikan bahwa nutrisi yang tersedia belum mampu mendukung pembentukan biomassa secara optimal. Hasil ini memperkuat temuan pada parameter pertumbuhan lainnya bahwa kombinasi AB Mix dan POC BSF memberikan respons yang lebih baik dibandingkan penggunaan POC BSF secara tunggal. Namun demikian, karena karakterisasi kandungan hara POC BSF belum dilakukan secara lengkap, mekanisme yang mendasari peningkatan akumulasi biomassa pada perlakuan kombinasi masih memerlukan kajian lebih lanjut. Hal ini sejalan dengan penelitian Kasturi *et al.* (2022) yang menyatakan kombinasi AB mix dan POC mampu menyediakan unsur hara yang lebih lengkap dan seimbang sehingga proses fotosintesis berlangsung lebih optimal dan akumulasi biomassa tanaman meningkat. Penggunaan kombinasi AB mix dan POC diketahui mampu menghasilkan bobot kering yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan penggunaan POC secara tunggal cenderung menghasilkan bobot kering yang lebih rendah (Gustiar *et al.*, 2025).

Luas Daun

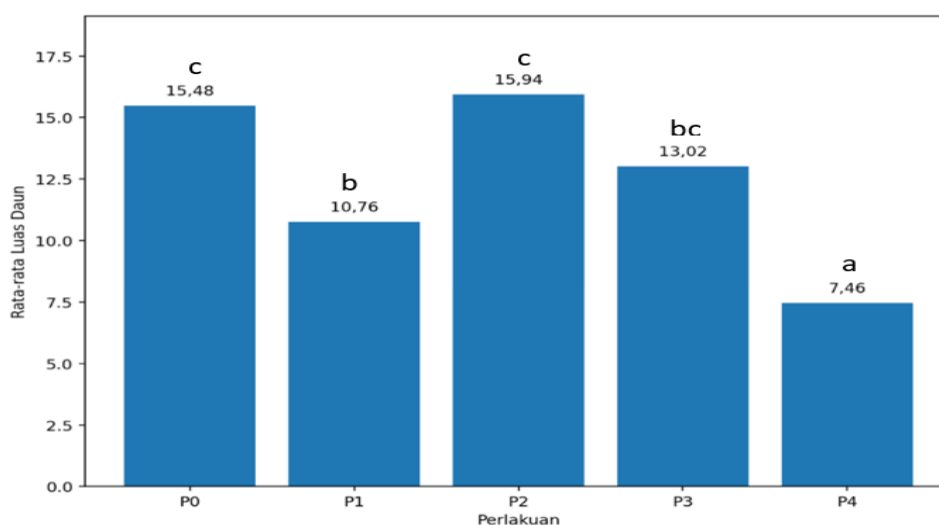
Luas daun merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi pertumbuhan vegetatif tanaman karena berkaitan erat dengan kemampuan tanaman menangkap energi cahaya untuk proses fotosintesis. Semakin luas permukaan daun, semakin besar pula potensi tanaman dalam menyerap cahaya, melakukan pertukaran gas, dan menghasilkan fotosintat yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan serta

pembentukan biomassa. Perkembangan luas daun dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi lingkungan, serta ketersediaan unsur hara yang diperoleh tanaman selama masa pertumbuhan. Pada penelitian ini, pengukuran luas daun dilakukan pada umur 28 hari setelah tanam (HST) untuk mengetahui respons tanaman pakcoy terhadap pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk menentukan apakah pemberian POC larva BSF memberikan pengaruh yang signifikan terhadap luas daun tanaman pakcoy pada akhir periode pengamatan.

Tabel 6. Hasil Uji ANOVA Luas Daun 28 HST

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikansi
1. Perlakuan	247,042	4	61,761	13,003	0,000
2. Galat	94,992	20	4,7750		
3. Total	342,034	24			

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) larva BSF berpengaruh nyata terhadap luas daun pakcoy pada umur 28 HST dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan komposisi nutrisi pada masing-masing perlakuan memengaruhi perkembangan luas daun tanaman. Hasil uji lanjut Duncan (Gambar 6) perlakuan P4 berbeda nyata terhadap seluruh perlakuan lainnya. Perlakuan P1 dan P3 tidak berbeda nyata, demikian pula P3 dengan P0 dan P2, serta P0 dengan P2.



Gambar 6 Grafik rata-rata bobot kering pakcoy pada umur 28 HST pada berbagai perlakuan. Huruf yang berbeda pada umur pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Duncan (DMRT) taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap parameter luas daun, perlakuan P2 menghasilkan bobot segar tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol P0. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi AB Mix dan POC BSF pada rasio 1:1 mampu mempertahankan perkembangan luas daun pada tingkat yang setara dengan penggunaan AB Mix secara penuh. Luas daun yang lebih besar memberikan keuntungan bagi tanaman karena meningkatkan area penyerapan cahaya yang digunakan dalam proses fotosintesis. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Purwanto *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa nutrisi AB mix

memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang lebih lengkap dibandingkan POC tunggal. Sebaliknya, perlakuan P4 menghasilkan luas daun terendah yang menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi pada perlakuan tersebut belum mampu mendukung pembentukan dan ekspansi jaringan daun secara optimal. Rendahnya luas daun pada perlakuan P4 juga sejalan dengan rendahnya tinggi tanaman dan jumlah daun yang diperoleh pada perlakuan yang sama. Hasil penelitian ini mendukung temuan Putri *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa ketersediaan nutrisi yang memadai pada sistem hidroponik berpengaruh terhadap perkembangan luas daun dan pertumbuhan tanaman pakcoy secara keseluruhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi nutrisi AB Mix dan pupuk organik cair (POC) larva BSF pada rasio 1:1 (P2) memberikan respons pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy yang paling optimal dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan tersebut mampu menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, luas daun, bobot segar, dan bobot kering yang setara bahkan cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol yang menggunakan AB Mix 100% (P0). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian nutrisi anorganik pada sistem hidroponik dapat disubstitusi dengan POC larva BSF tanpa menurunkan performa pertumbuhan tanaman. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi kedua sumber nutrisi mampu menyediakan unsur hara yang cukup untuk mendukung berbagai proses fisiologis tanaman, seperti pembelahan dan pemanjangan sel, pembentukan daun, perkembangan sistem perakaran, serta akumulasi biomassa.

Menariknya, meskipun konsentrasi larutan nutrisi pada perlakuan P2 hanya sekitar ± 360 ppm, lebih rendah dibandingkan kontrol P0 yang mencapai ± 620 ppm, pertumbuhan tanaman tetap berlangsung secara optimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan pertumbuhan tanaman tidak hanya ditentukan oleh tingginya konsentrasi nutrisi, tetapi juga oleh keseimbangan komposisi unsur hara, efisiensi penyerapan nutrisi, serta kemungkinan adanya senyawa bioaktif yang terkandung dalam POC larva BSF. Bahan organik hasil dekomposisi larva BSF diduga mengandung berbagai senyawa yang mampu memperbaiki aktivitas metabolisme tanaman, meningkatkan perkembangan akar, serta memperbaiki efisiensi pemanfaatan unsur hara. Dengan demikian, kombinasi AB Mix dan POC larva BSF berpotensi menghasilkan efek sinergis yang lebih baik dibandingkan penggunaan salah satu sumber nutrisi secara tunggal.

Sebaliknya, perlakuan P4 yang hanya menggunakan POC larva BSF menghasilkan nilai terendah pada seluruh parameter pertumbuhan dan hasil. Rendahnya tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, luas daun, bobot segar, dan bobot kering menunjukkan bahwa POC larva BSF belum mampu berfungsi sebagai sumber nutrisi tunggal pada sistem hidroponik deep water culture (DWC). Sistem hidroponik memerlukan larutan nutrisi yang mengandung unsur hara makro dan mikro dalam jumlah yang lengkap, seimbang, dan mudah tersedia bagi tanaman. Apabila salah satu unsur esensial tersedia dalam jumlah yang tidak mencukupi atau tidak seimbang, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Helmy *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa konsentrasi dan keseimbangan nutrisi merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya tanaman secara hidroponik karena berpengaruh langsung terhadap penyerapan unsur hara, aktivitas fisiologis, serta produktivitas tanaman.

Meskipun demikian, mekanisme yang menyebabkan kombinasi AB Mix dan POC larva BSF memberikan hasil terbaik belum dapat dijelaskan secara pasti. Hal ini disebabkan karena karakterisasi POC larva BSF yang digunakan dalam penelitian belum dilakukan secara menyeluruh. Kandungan unsur hara makro, unsur mikro, rasio karbon terhadap nitrogen (C/N), nilai pH, electrical conductivity (EC), kandungan bahan organik, maupun kemungkinan adanya senyawa bioaktif seperti asam humat, asam fulvat, atau

zat pengatur tumbuh alami belum diketahui secara rinci. Oleh karena itu, kontribusi masing-masing komponen POC terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman masih memerlukan kajian lebih lanjut melalui analisis laboratorium yang lebih komprehensif.

Selain faktor nutrisi, kondisi lingkungan selama penelitian juga berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman pakcoy. Suhu lingkungan berkisar antara 25–30°C dengan pH larutan nutrisi berada pada kisaran 5,5–6,5, yang merupakan kondisi ideal bagi pertumbuhan pakcoy pada sistem hidroponik. Kisaran suhu tersebut mendukung aktivitas enzim, proses fotosintesis, respirasi, dan penyerapan unsur hara, sedangkan pH yang stabil menjaga ketersediaan unsur hara tetap berada dalam bentuk yang mudah diserap akar. Kondisi lingkungan yang relatif optimum tersebut memungkinkan tanaman memberikan respons yang lebih jelas terhadap perbedaan perlakuan nutrisi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Wiraguna et al. (2023) yang melaporkan bahwa pakcoy tumbuh optimal pada suhu 15–30°C dengan pH larutan nutrisi sekitar 5,5–6,5. Demikian pula, Rajendran et al. (2024) serta Hamidah et al. (2023) menegaskan bahwa suhu, pH, dan konsentrasi nutrisi merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan keberhasilan budidaya hidroponik karena memengaruhi efisiensi penyerapan unsur hara dan laju pertumbuhan tanaman.

Meskipun menghasilkan temuan yang menjanjikan, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. POC larva BSF yang digunakan belum dikarakterisasi secara lengkap sehingga kandungan unsur hara makro dan mikro, rasio C/N, pH, EC, maupun karakteristik kimia lainnya belum diketahui secara pasti. Selain itu, penelitian ini belum menganalisis kandungan hara pada jaringan tanaman, kandungan klorofil daun, laju fotosintesis, maupun parameter kualitas larutan nutrisi seperti oksigen terlarut (dissolved oxygen/DO). Akibatnya, mekanisme fisiologis yang mendasari peningkatan pertumbuhan tanaman pada perlakuan kombinasi belum dapat dijelaskan secara komprehensif. Pengamatan juga hanya dilakukan hingga umur 28 HST pada fase vegetatif sehingga efektivitas POC larva BSF terhadap produktivitas dan kualitas hasil panen pada fase berikutnya belum dapat dievaluasi. Selain itu, uji normalitas hanya dilakukan pada data awal (7 HST) sebagai pemeriksaan distribusi data sebelum analisis statistik, sehingga penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian asumsi statistik secara lebih lengkap pada seluruh parameter pengamatan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu mengintegrasikan karakterisasi kimia POC larva BSF, analisis fisiologi tanaman, pengukuran kualitas larutan nutrisi, serta evaluasi hingga fase panen agar mekanisme kerja dan potensi POC larva BSF sebagai alternatif nutrisi hidroponik dapat dipahami secara lebih mendalam dan diaplikasikan secara lebih luas.

KESIMPULAN

Pemberian kombinasi pupuk organik cair (POC) larva Black Soldier Fly (BSF) dan AB Mix berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik Deep Water Culture (DWC). Perlakuan P2 (5 mL AB Mix + 5 mL POC BSF) menunjukkan respons pertumbuhan terbaik pada kondisi penelitian ini, yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata tertinggi pada beberapa parameter, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, luas daun, bobot segar, dan bobot kering. Selain itu, perlakuan P2 mampu menghasilkan pertumbuhan yang setara atau lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol (P0) pada beberapa parameter pengamatan. Sebaliknya, perlakuan P4 (10 mL POC BSF tanpa AB Mix) menghasilkan nilai terendah pada seluruh parameter pertumbuhan dan hasil yang diamati. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan POC BSF sebagai sumber nutrisi tunggal pada sistem hidroponik DWC belum mampu mendukung pertumbuhan pakcoy secara optimal pada kondisi penelitian ini. Namun demikian, hasil tersebut belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa POC BSF

tidak efektif sebagai nutrisi hidroponik secara umum, mengingat karakterisasi kandungan hara POC, konsentrasi nutrisi, serta proses fermentasi dan mineralisasi hara belum dianalisis secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan formulasi dan pemanfaatan POC BSF sebagai sumber nutrisi alternatif dalam sistem hidroponik.

REKOMENDASI

Penggunaan POC larva BSF disarankan dikombinasikan dengan nutrisi AB mix (rasio 1:1) untuk memperoleh pertumbuhan pakcoy yang optimal sekaligus mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Penelitian lanjutan perlu dilakukan pada berbagai jenis tanaman hortikultura dan sistem hidroponik lain untuk menguji konsistensi efektivitasnya. Selain itu, diperlukan kajian lebih mendalam mengenai kandungan hara, proses fermentasi, dan kualitas bahan baku POC BSF guna memperoleh formulasi yang lebih optimal dan stabil.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan artikel ini. Ucapan penghargaan secara khusus ditujukan kepada institusi tempat penulis bernaung atas dukungan akademik serta fasilitas yang telah disediakan selama proses penulisan dan penelaahan literatur. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada para peneliti dan penulis karya ilmiah yang dijadikan sebagai rujukan utama, sehingga artikel ini dapat tersusun secara sistematis dan komprehensif.

KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi penelitian dilakukan oleh WP dan EP. Proses metodologi, pengumpulan data, pelaksanaan penelitian, serta analisis data dilaksanakan oleh WP. Kegiatan validasi, supervisi, dan penelaahan naskah dilakukan oleh Eko Prasetya. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah sebelum dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin (2023). Pengaruh Lama Fermentasi Limbah Cair Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L) Terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair. *Skripsi*. Universitas Jambi T
- Bachtar, B., & A. H. Ahmad (2019). Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia Siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 68-76.
- Datu, M., Amirudin, A., & Abri, A. (2025). Respon Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Brassica rapa L Dengan Pemberian POC Air Kelapa Pada System Hidroponik. *PALLANGGA: Journal of Agriculture Science and Research*, 3(2), 125-132.
- Gustiar, F., Agustina, H., Ria, R. P., & Tarinda, G. (2025). Budidaya pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem terapung di lahan rawa lebak dengan volume media tanam yang berbeda. *Jurnal Hortikultura Indonesia (JHI)*, 16(2): 84-91.
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Uly, O. S. I., & Kurnianto, D. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). *Elektron Jurnal Ilmiah*, 15(1), 13-20.
- Harahap, M. A., Harahap, F., & Gultom, T. (2020, March). The effect of Ab mix nutrient on growth and yield of pak choi (*Brassica chinensis* L.) plants under hydroponic wick system condition. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1485 (012028), 1-8.
- Helmy, H., Nursyahid, A., & Setyawan, T. A. (2024). Penerapan Machine Learning untuk Mengendalikan Parameter Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Edge dan Cloud Computing. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(4), 827-836.

- Ikhwan, M., Pambudy, R., & Etriya, E. (2025). Eco-friendly opportunities and strategies of the black soldier fly maggot business in Pariaman, West Sumatera. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 22(1), 92–92.
- Indah, P. L. (2021). *Identifikasi nilai konstanta daun untuk pengukuran luas daun pada dua varietas unggul baru manggis (Garcinia mangostana L.): Ratu Kamang dan Ratu Tembilahan* (Skripsi). Universitas Andalas.
- Janah, L. N., Apriliani, A. A. N., Hidayah, A. N., Adhelia, V., Sukirno, S., & Daryono, B. S. (2023). Effectiveness of liquid organic fertilizer byproduct of black soldier fly maggot to the growth of mustard plant (*Brassica juncea* L.). *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 8(1), 70530.
- Kasturi, I., Santoso, B. B., & Anugrahwati, D. R. (2022). Pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy pada berbagai kombinasi nutrisi hidroponik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(2): 113–121.
- Kidd, D. R., Enkhbat, G., Wisdom, J. M., Kragt, M. E., Jenkins, S. N., & Ryan, M. H. (2025). Black soldier fly frass greatly improves growth of four crops in a fertilised sandy soil. *Journal of Cleaner Production*, 520, 146046.
- Muhasin, H. J., Gheni, A. Y., Tajuddin, N. I. I., Izni, N. A., Jusoh, Y. Y., & Aziz, K. A. (2024). A systematic literature review for smart hydroponic system. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 13(1), 656–664.
- Ngantung, J. A., Rondonuwu, J. J., & Kawulusan, R. I. (2018). Respon tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) terhadap pemberian pupuk organik dan anorganik di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur. *Eugenia*, 24(1): 44–52.
- Purwanto, E., Sunaryo, Y., & Widata, S. (2018). Pengaruh kombinasi pupuk ab mix dan pupuk organik cair (poc) kotoran kambing terhadap pertumbuhan dan hasil sawi (*Brassica juncea* L.) hidroponik. *Jurnal Ilmiah Agroust*, 2(1), 11–24.
- Putri, F. E., Mutholib, R., Hidayati, F., Hubaybah, H., Butar, M. B., & Putri, A. (2023). Analisis Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Hidroponik Menggunakan Tambahan Pupuk Cair Lindi Sebagai Sumber Belajar: (Analysis of Hydroponic Pakcoy Plant Growth Using Addition of Liquid Leachate Fertilizer). *Biodik*, 9(1), 174–182.
- Rajendran, S., Domalachenpa, T., Arora, H., Li, P., Sharma, A., & Rajauria, G. (2024). Hydroponics: exploring innovative sustainable technologies and applications across crop production, with emphasis on potato mini-tuber cultivation. *Heliyon*, 10(5).
- Samanhudi, S., Pujiasmanto, B., Yunus, A., & Majid, N. (2021). Pertumbuhan In Vitro *Tribulus terrestris* dengan Perlakuan Indole Butyric Acid (IBA) dan Benzyl Amino Purine (BAP). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 24(1), 40-47.
- Sefaniwi, Y. D. W., Alfons, A. B. & Suhartawan, B. (2025). Efektivitas pemanfaatan air lindi sisa pakan maggot sebagai poc terhadap pertumbuhan selada air. *Journal of Innovative and Creativity*, 5(2): 12814-12822.
- Siddiqui, Z., Hagare, D., Liu, M. H., Panatta, O., Hussain, T., Memon, S., Noorani, A. & Chen, Z. H. (2023). A food waste-derived organic liquid fertiliser for sustainable hydroponic cultivation of lettuce, cucumber and cherry tomato. *Foods*, 12(4), 719.
- Suherman, S., Mastang, M., Kadir, R. H., Rahim, I., & Ilmi, N. (2025). Aplikasi Pupuk Maggot Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Amaranthus tricolor* L. (Bayam Merah) Dan *Lactuca sativa* L. (Selada) Sistem Hidroponik. *Jurnal Sains Agro*, 10(1), 13-22.
- 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.

- Vought, K., Bayabil, H. K., Pompeo, J., Crawford, D., Zhang, Y., Correll, M., & Martin-Ryals, A. (2024). Dynamics of micro and macronutrients in a hydroponic nutrient film technique system under lettuce cultivation. *Heliyon*, 10(11).
- Widiati, S., Hasan, Z. M., & Syarif, R. (2024). Strategi Pengembangan Urban Farming Melalui Usahatani Hidroponik Berbasis Kemandirian Ekonomi Lokal. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 8(1), 63–77.
- Wiraguna, E., Rakasiwi, A., B. & Pratama, A., J. (2023). *Budidaya Sayuran Daun dengan Sistem Hidroponik NFT*. Indramayu: CV. Adapun Abimata