



Formulasi Pupuk Organik Cair Berkelanjutan dari Limbah Air Tambak Udang dengan Modifikasi Eco-Enzyme untuk Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Cabai

Development of a Sustainable Liquid Organic Fertilizer Utilizing Shrimp Pond Wastewater, Enhanced with Eco-Enzymes, for the Optimization of Chili Plant Growth

Shofwatunnida' Septarini ^{*,1}, M. Iman Darmawan ¹, Ziadatul Amni ¹, Bq. Nurussyifa Afriani ¹

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hamzanwadi, Lombok Timur, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: nidaseptarini@hamzanwadi.ac.id

Abstrak. Penggunaan pupuk organik cair (POC) menjadi alternatif yang berkelanjutan dalam sektor pertanian untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia serta meminimalkan dampak lingkungan akibat limbah pertanian dan akuakultur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi POC berbasis limbah air tambak udang yang dimodifikasi dengan eco-enzyme guna meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annuum*). Proses fermentasi dilakukan dengan berbagai komposisi bahan organik, termasuk kulit pisang, kulit nanas, sisa nasi, dan gula, yang dikombinasikan dengan limbah tambak udang sebagai sumber nutrisi utama. Analisis laboratorium menunjukkan bahwa POC yang dihasilkan memiliki kandungan nitrogen total sebesar 2,23%, karbon organik 3,13%, fosfor (P_2O_5) 0,28%, dan kalium (K_2O) 0,13%, dengan rasio C/N yang optimal untuk mendukung aktivitas mikroorganisme tanah. Uji aplikasi terhadap tanaman cabai dilakukan selama 10 minggu untuk mengamati pertumbuhan tinggi tanaman pada berbagai perlakuan POC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang diberi perlakuan POC berbasis limbah tambak udang mengalami peningkatan pertumbuhan yang lebih signifikan dibandingkan kontrol, terutama pada perlakuan dengan komposisi optimal. Formulasi ini tidak hanya meningkatkan ketersediaan nutrisi dalam tanah, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi residu berbahaya yang terdapat dalam limbah tambak udang melalui proses biodegradasi yang dipercepat oleh eco-enzyme. Dengan demikian, pemanfaatan limbah air tambak udang yang dikombinasikan dengan teknologi fermentasi berbasis eco-enzyme berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung pertanian organik dan meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan, sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari limbah akuakultur.

Kata Kunci: cabai, eco-enzyme, limbah tambak udang, pertumbuhan tanaman, pupuk organik cair.

Abstract. The utilization of liquid organic fertilizer (LOF) represents a sustainable alternative in agriculture, aimed at reducing dependency on chemical fertilizers and minimizing the environmental impacts associated with agricultural and aquaculture waste. This study focuses on creating a LOF formulation derived from shrimp pond wastewater, enhanced with eco-enzymes to promote the growth of chili plants (*Capsicum annuum*). The fermentation process involved various organic material compositions, including banana peels, pineapple peels, rice residues, and sugar, alongside shrimp pond wastewater as the primary nutrient source. Laboratory analyses

demonstrated that the resulting LOF contained a total nitrogen content of 2.23%, organic carbon of 3.13%, phosphorus (P_2O_5) of 0.28%, and potassium (K_2O) of 0.13%, with an optimal C/N ratio that fosters soil microbial activity. Over a ten-week period, application tests were conducted on chili plants to measure height growth under different LOF treatments. The findings indicated that plants treated with the shrimp pond wastewater-based LOF exhibited significantly greater growth compared to the control group, particularly with optimal composition treatments. This formulation not only enhances nutrient availability in the soil but also aids in reducing harmful residues present in shrimp pond wastewater through a biodegradation process supported by eco-enzymes. Thus, the integration of shrimp pond wastewater with eco-enzyme-based fermentation technology holds promise as an innovative solution for advancing organic agriculture, enhancing plant productivity sustainably, and mitigating the environmental impact of aquaculture.

Keywords: chili, eco-enzyme, shrimp pond wastewater, plant growth, liquid organic fertilizer.

1. Pendahuluan

Pupuk Organik Cair (POC) merupakan solusi potensial dalam mendukung kegiatan pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan. Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dalam sistem pertanian saat ini menimbulkan berbagai masalah, seperti degradasi lahan dan pencemaran lingkungan. Sebagai alternatif, POC menawarkan keunggulan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara secara alami (Andajani *et al.*, 2022; Firmansyah *et al.*, 2023). Salah satu sumber bahan baku POC adalah limbah cair tambak udang, yang diketahui mengandung nutrient penting seperti nitrogen dan fosfat dengan kadar mencapai 207,20 mg/L dan fosfat 37,11 mg/L (Adnyana, 2024). Kandungan ini berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman hortikultura, termasuk cabai. Penelitian oleh Henggra *et al.* (2022), menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah cair dari budidaya ikan sebagai POC dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman mentimun, yang mendukung asumsi bahwa limbah cair tambak udang pun memiliki potensi serupa.

Namun, penggunaan limbah cair tambak udang secara langsung menghadapi kendala terkait ketidakstabilan nutrisi dan potensi kontaminasi oleh senyawa patogenik (Setiawan & Kardina, 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengolahan yang mampu menstabilkan kandungan nutrisi serta mengurangi risiko kontaminasi. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan teknologi eco-enzyme, yang terbukti dapat meningkatkan efektivitas fermentasi serta memperkaya kandungan unsur hara dalam limbah (Hidayat *et al.* 2023; Dewi *et al.*, 2024; Lisanty *et al.*, 2021). Beberapa penelitian menyoroti pentingnya pemanfaatan limbah pertanian menjadi pupuk organik. Teknologi ini juga membantu menurunkan kandungan residu berbahaya, sehingga menjadikan limbah lebih aman sebagai bahan baku pupuk. Penelitian lain turut menguatkan pentingnya pengolahan limbah organik dengan teknologi tepat guna untuk menghasilkan POC yang berkualitas tinggi (Setiawan & Kardina 2021; Irsyad & Kastono 2019; Ginting *et al.*, 2019). Dengan demikian, integrasi teknologi eco-enzyme dalam pengolahan limbah cair tambak udang

tidak hanya dapat mengoptimalkan pelepasan nutrisi, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan pertanian berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan.

Dalam konteks pembuatan POC dari limbah tambak udang yang dimodifikasi dengan eco-enzyme, penelitian oleh [Fatima et al. \(2021\)](#) memberikan wawasan tentang potensi POC dari limbah sayuran yang juga mengandung unsur hara tinggi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Meskipun fokus penelitian ini berbeda, hasilnya dapat memberikan gambaran tentang bagaimana POC dari sumber organik lainnya dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga dapat dijadikan acuan dalam penelitian POC dari limbah tambak udang.

Dengan demikian, pengembangan POC berbasis limbah cair tambak udang yang dimodifikasi dengan eco-enzym menjadi sangat relevan dalam upaya peningkatan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi POC yang optimal dari limbah cair tambak udang dengan berbagai komposisi campuran eco-enzym serta menganalisis efektivitas POC pada pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annuum*).

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan Penelitian

Pembuatan Pupuk Organik (POC) dalam penelitian ini menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan, khususnya limbah cair tambak udang dan eco-enzym yang difermentasi dari limbah organik yang selanjutnya diaplikasikan pada tanaman cabai dengan jenis cabai kecil (*Capsicum frutescens*). Adapun campuran bahan POC antara lain bahan kulit pisang, kulit nanas, nasi sisa, dan gula. Penggunaan bahan ini dalam pembuatan eco-enzym memiliki alasan kuat terkait potensi nutrisi dan efisiensi fermentasi. Kulit pisang dan kulit nanas kaya akan zat gizi termasuk enzim preteolitik yang dapat meningkatkan kualitas eco-enzym dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang bermanfaat selama proses fermentasi ([Indraloka et al., 2023](#); [Nafilah et al., 2024](#)). Selain itu, nasi sisa berfungsi sebagai sumber karbohidrat, memperkaya komposisi eco-enzym dan meningkatkan aktivitas mikroba ([Nurlatifah et al., 2022](#)). Sedangkan gula berfungsi sebagai sumber energi dalam fermentasi, mempercepat proses pembuatan eco-enzym ([Nafilah et al., 2024](#)). Adapun variasi komposisi POC terlihat pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Perbandingan Campuran Bahan Pupuk Organik Cair

No	Jenis Campuran	Kulit Pisang (gram)	Kulit Nanas (gram)	Sisa Nasi (gram)	Gula (gram)	Air (ml)	Limbah Tambak Udang (ml)
1	POC 1	100	75	150	90	500	500
2	POC 2	75	60	200	180	500	500
3	POC 3	25	45	250	270	500	500

2.2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Wanasaba, Ke. Aikmel, Kabupaten Lombok Timur pada bulan Agustus 2024 s.d Oktober 2024. Rancangan yang digunakan berupa rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 (empat) perlakuan dan 4 (empat) ulangan. Perlakuan terdiri dari: (P0 (tanpa POC), P1 (formulasi POC 1), P2 (formulasi POC 2), dan P3 (formulasi POC 3). Bibit cabai kecil dengan tinggi tanaman yang sama yakni setinggi 14 cm untuk setiap bibit yang digunakan.

2.2.1. Pembuatan Pupuk Organik Cair

- Proses penyiapan semua bahan campuran yang dibutuhkan untuk membuat POC, seperti limbah cair tambak udang, kulit pisang, kulit nanas, nasi sisa, gula serta sedikit air dengan komposisi campuran yang terdapat pada [Tabel 1](#).
- Penimbangan dan penghancuran limbah organik dengan blender secara terpisah yang kemudian dimasukkan kedalam ember fermentasi.
- Pembuatan larutan fermentasi dengan cara melarutkan gula dengan air 100 ml yang selanjutnya dimasukkan ke dalam ember fermentasi yang berisi limbah organik eco-enzym, lalu difermentasi selama 14 hari.

2.2.2. Penyiapan dan pemberian Pupuk Organik Cair

Pupuk Organik Cair (POC) yang telah di fermentasi disiapkan dengan memisahkan padatan hasil fermentasi sehingga diperoleh cairan yang merupakan pupuk organik cair. Cairan fermentasi yang dihasilkan ini selanjutnya dicairkan dengan perbandingan 1.1. volume pemberian POC pada masing-masing polybag tanaman cabai sebanyak 200 ml pada masing-masing tanaman cabai.

2.2.3. Parameter dan Analisis Data

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman dan jumlah helai daun yang dilakukan pengukuran pada saat tanaman berumur 21 HST, 49 HST dan 70 HST. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda secara signifikan.

Tabel 2. Metode Analisis Uji Kandungan

No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Analisis
1	N-Total	%	Kjeldahl
2	C-Organik	%	Walkey & Black
3	C/N Ratio	-	-
4	P ₂ O ₅	%	Spektrofotometri
5	K ₂ O	%	Atomic Absorption Spectrophotometry

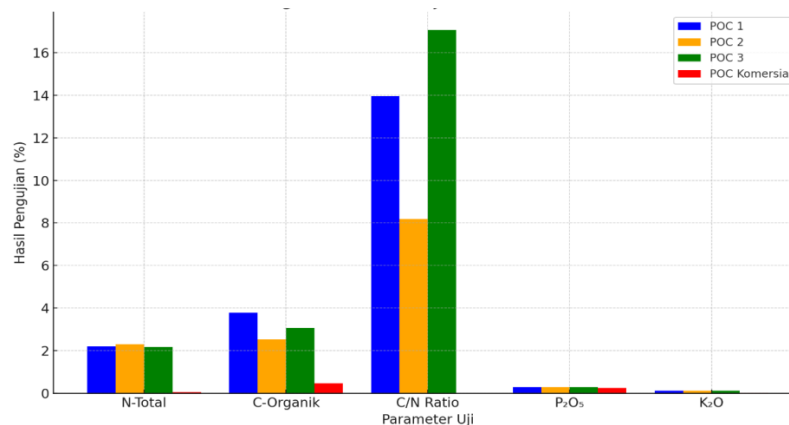
Pengujian kualitas POC mencakup analisis kandungan hara makro dan mikro dengan metode uji seperti yang tercantum pada [Tabel 2](#). Hasil uji kandungan nutrisi pada Pupuk Organik Cair (POC) dilakukan di Laboratorium Pengujian BPTP NTB menunjukkan hasil yang signifikan

dalam beberapa parameter penting, termasuk kandungan nitrogen total, karbon organik, rasio C/N, fosfor, dan kalium.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kandungan Nutrisi POC termodifikasi Eco-Enzyme

Berdasarkan [Gambar 1](#) Hasil analisis menunjukkan bahwa POC memiliki kandungan nutrisi yang signifikan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kandungan nitrogen total (N-Total) POC mencapai rata-rata 2,23%, jauh lebih tinggi dibandingkan POC komersial (0,05%). Nitrogen ini penting untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti daun dan batang, sebagaimana dilaporkan oleh [Nafis *et al.* \(2023\)](#) dan [Santoso *et al.* \(2023\)](#). Selain itu, kandungan karbon organik (C-Organik) POC rata-rata sebesar 3,13%, lebih tinggi daripada POC komersial (0,47%). Karbon organik berperan dalam meningkatkan struktur tanah, kapasitas tukar kation (KTK), dan retensi air, yang mendukung kesuburan tanah jangka panjang ([Rasmito *et al.*, 2023](#); [Zhang *et al.*, 2024](#)). Rasio C/N POC berkisar antara 8,19 hingga 17,06, menunjukkan keseimbangan yang baik untuk mendukung aktivitas mikroorganisme tanah dan proses dekomposisi, seperti dijelaskan oleh [Istina *et al.* \(2014\)](#).



Gambar 1. Hasil Pengujian kandungan pada variasi campuran POC

Kandungan fosfor (P₂O₅) pada POC berkisar antara 0,28% hingga 0,29%, sedikit lebih rendah dibandingkan POC komersial (0,26%). Fosfor penting untuk perkembangan akar, pembentukan bunga, dan buah, sehingga optimasi formulasi POC diperlukan untuk meningkatkan kandungan fosfor ([Liu *et al.*, 2024](#)). Sebaliknya, kandungan kalium (K₂O) pada POC rata-rata 0,13%, jauh lebih tinggi dibandingkan POC komersial (0,02%), yang mendukung kekuatan batang, ketahanan penyakit, dan kualitas buah ([Rasmito *et al.*, 2023](#)). Dengan keunggulan dalam kandungan nitrogen, karbon organik, dan kalium, POC ini menunjukkan potensi besar sebagai pupuk organik cair yang efektif, meskipun diperlukan peningkatan kandungan fosfor untuk memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dari fermentasi memiliki kandungan nitrogen dan karbon organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan POC komersial. Kadar nitrogen dalam POC hasil fermentasi berkisar antara 2,0–2,2%, sedangkan karbon organik berada dalam rentang 2,9–3,5% (Widyabudiningsih *et al.*, 2021). Variasi rasio C/N yang ditemukan, terutama nilai tertinggi pada POC 3 (16,8), menunjukkan bahwa pelepasan nitrogen berlangsung lebih lambat, yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang. Sebaliknya, POC 2 dengan rasio C/N 8,1 menunjukkan ketersediaan nitrogen yang lebih cepat bagi tanaman, yang dapat mendukung pertumbuhan awal tanaman (Widyabudiningsih *et al.*, 2021). Penelitian sebelumnya juga menyoroti pentingnya komposisi bahan baku dalam menentukan ketersediaan nutrisi dalam POC, yang sejalan dengan temuan ini (Kurniawan *et al.*, 2023; Widyabudiningsih *et al.*, 2021). Namun, meskipun kandungan nitrogen dan karbon organik cukup tinggi, kandungan fosfor (P_2O_5) dan kalium (K_2O) tetap relatif rendah pada semua sampel POC.

Hal ini diduga disebabkan oleh kurangnya bahan organik yang kaya akan fosfor dan kalium, atau keterbatasan proses solubilisasi selama fermentasi (Cholisoh *et al.*, 2023; Widyabudiningsih *et al.*, 2021). Penelitian oleh Rachmawati (2024) dan Sitompul *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah kulit buah dalam produksi POC dapat meningkatkan kandungan nutrisi, terutama fosfor dan kalium, sehingga optimalisasi formulasi POC melalui pemilihan bahan organik yang lebih spesifik dapat meningkatkan keseimbangan nutrisi dan efektivitasnya dalam pertanian (Cholisoh *et al.*, 2023; Widyabudiningsih *et al.*, 2021).

Efektivitas fermentasi juga dipengaruhi oleh aktivitas mikroba, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian mengenai penggunaan *Streptomyces ambofaciens* sebagai bioaktivator dalam produksi POC (Ramlan & Masriani, 2022). Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan mikroba tertentu dapat meningkatkan kualitas POC yang dihasilkan, yang pada gilirannya dapat mendukung pertumbuhan tanaman secara lebih efektif (Ramlan & Masriani, 2022). Oleh karena itu, pemilihan bahan baku dan bioaktivator yang tepat sangat penting dalam produksi POC untuk mencapai hasil yang optimal.

3.2. Pengaruh POC terhadap Tinggi Tanaman dan Jumlah Helai Daun Cabai

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pupuk Organik Cair (POC) dengan campuran eco-enzym berpotensi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dengan berbagai variasi komposisi pada 21, 49 dan 70 HST. Pemberian campuran POC dengan komposisi sisa nasi dan gula terbanyak menunjukkan pertumbuhan terbaik pada tanaman cabai rawit meskipun tidak berbeda nyata dibandingkan dengan variasi komposisi lainnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa campuran POC berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman cabai rawit. Pengaruh tersebut sudah terlihat sejak 21 HST. Pada usia 21 HST, dengan volume limbah tambak udang yang sama pada setiap campuran, tanaman cabai rawit sudah mampu menyerap unsur hara dari POC sehingga memberi pertumbuhan yang baik pada cabai rawit. Pemberian POC pada tanaman cabai rawit memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhannya. Hal ini disebabkan karena POC tidak hanya memberikan kelembapan yang diperlukan oleh tanaman, tetapi juga menambah kandungan nutrisi yang esensial untuk pertumbuhan optimal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan POC dapat meningkatkan performa pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman, jumlah cabang, dan hasil panen ([Rosmiah et al., 2024](#))

Peningkatan rata-rata tinggi tanaman dan jumlah helai daun terjadi sesuai dengan peningkatan komposisi nasi sisa dan gula yang paling tinggi meskipun tidak berbeda nyata antar perlakuan. Kondisi ini disebabkan oleh semakin kecil kandungan nasi sisa pada campuran yang diberikan maka kandungan hara mikro juga rendah. Penelitian yang dilakukan Farrasati et al. menjelaskan bahwa selain hara makro, hara mikro juga penting dan memiliki tingkat serapan yang berbeda, sehingga pemupukan melalui tanah dan daun perlu diperhatikan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman ([Farrasati et al., 2021](#)).

Tabel 3. Rata-rata tinggi batang dan jumlah helai daun tanaman cabai rawit setelah pemberian pupuk organik cair pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Rata- Rata Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Helai Daun		
	21 HST	49 HST	70 HST	21 HST	49 HST	70 HST
P0 : Tanpa menggunakan POC	25,18	33,25	37,65	30	37	69
P1 : Menggunakan campuran POC 1	27,17	35,75	39,25	33	41	76
P2 : Menggunakan campuran POC 2	29,82	37,75	39,22	32	46	88
P3 : Menggunakan campuran POC 3	29,91	39,31	42,07	38	51	95

Pada setiap parameter hasil tertinggi terdapat pada campuran komposisi POC 3, hal ini disebabkan karena POC 3 mengandung lebih banyak nasi sisa dan gula dibandingkan dengan komposisi POC lainnya. Nasi sisa dan gula memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas eco-enzym, yang berdampak pada daya serap nutrisi oleh tanaman cabai. Pemberian nasi sisa sebagai bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah, yang mendukung proses mineralisasi dan ketersediaan hara yang vital untuk pertumbuhan tanaman ([Febriyana et al., 2020](#)).

Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa perlakuan tertentu, seperti penggunaan pupuk atau bioaktivator, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan ([Wahyudin & Irwan, 2019](#); [Budiyanto et al., 2022](#)). Penelitian oleh [Raksun et al. \(2019\)](#)

menunjukkan bahwa penggunaan jenis mulsa dan dosis pupuk NPK dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman secara positif, yang mendukung temuan bahwa perlakuan yang tepat dapat meningkatkan tinggi tanaman cabai.

Sampel P1 menunjukkan pertumbuhan paling signifikan pada minggu terakhir dengan tinggi rata-rata 39,25 cm dan jumlah daun yang meningkat pesat sebanyak 69 helai. Hal ini menunjukkan efektivitas perlakuan pada fase akhir pertumbuhan. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa perlakuan yang tepat dapat mempercepat fase vegetatif tanaman, yang penting untuk pembentukan daun, batang, dan akar (Firmansyah *et al.*, 2017). Selain itu, P3 menunjukkan konsistensi pertumbuhan yang baik, dengan penambahan rata-rata tinggi di atas kelompok perlakuan yang lain sebesar 42,07 cm dan jumlah helai daun terbanyak yakni sebanyak 95 helai dengan peningkatan yang sangat signifikan dibandingkan hari-hari sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diterapkan memberikan hasil yang stabil dan berkelanjutan (Budiyanto *et al.*, 2022; Raksun *et al.*, 2021).

Fase pertumbuhan paling signifikan terjadi pada minggu ke-3 hingga ke-7, yang sesuai dengan fase vegetatif tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa pada fase ini, tanaman mengalami pertumbuhan yang cepat dan intensif (Syakir & Gusmaini, 2016). Namun, pada minggu ke-7 hingga ke-10, beberapa kelompok menunjukkan stabilisasi pertumbuhan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diterapkan pada kelompok CP3 sangat efektif dalam mempertahankan pertumbuhan yang optimal (Firmansyah *et al.*, 2017). Penelitian oleh Firmansyah *et al.* (2017) juga mengindikasikan bahwa kombinasi dosis pupuk yang tepat dapat meningkatkan hasil dan pertumbuhan tanaman, yang sejalan dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menekankan pentingnya perlakuan yang berbeda dalam memengaruhi pertumbuhan tanaman cabai. Sampel dengan perlakuan tertentu (P1, P2, dan P3) menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan (P0), menandakan adanya pengaruh positif dari perlakuan tersebut. Oleh karena itu, penggunaan metode perlakuan ini dapat menjadi rekomendasi untuk budidaya tanaman cabai yang lebih optimal (Budiyanto *et al.*, 2022; Yanti *et al.*, 2024).

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah air tambak udang yang dimodifikasi dengan eco-enzyme untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annuum*). Hasil analisis menunjukkan bahwa POC yang dihasilkan mengandung nitrogen total 2,23%, karbon organik 3,13%, fosfor (P_2O_5) 0,28%, dan kalium (K_2O) 0,13%, dengan rasio C/N yang optimal untuk aktivitas mikroba tanah. Aplikasi POC selama 10 minggu

menunjukkan peningkatan pertumbuhan tanaman cabai secara signifikan dibandingkan dengan kontrol, terutama pada formulasi optimal. Selain meningkatkan ketersediaan nutrisi, formulasi ini juga membantu mengurangi residu berbahaya dalam limbah tambak udang melalui biodegradasi yang dipercepat oleh eco-enzyme, sehingga menjadi solusi inovatif dalam pertanian berkelanjutan. Meskipun demikian, optimalisasi kandungan fosfor dan kalium masih diperlukan untuk meningkatkan efektivitas POC lebih lanjut.

Singkatan yang Digunakan

HST Hari Setelah Tanam
POC Pupuk Organik Cair

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Shofwatunnida Septarini: Analisis data, konseptor eksperimen, sumber daya, penulisan artikel. **M.Iman Darmawan:** Kurasi data, sumber daya, eksperimen, pengawasan kegiatan. **Ziadatul Amni:** Sumber daya, pelaksana eksperimen. **Bq Nurussyifa Afriani:** Sumber daya, pelaksana eksperimen.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis naskah ini menyatakan tidak ada konflik kepentingan atau kepentingan yang bersaing.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Hibah Internal Universitas Hamzanwadi pendanaan tahun 2024. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam pembuatan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Adnyana, W. A. (2024). Analisis Biaya Serta Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Cair Dan Kompos Berbahan Dasar Azolla Microphylla Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit Di Desa Langgomea Kecamatan Uepai Kabupaten Konawe. *Inovasi Global Jurnal* 2(2), 406–420. <https://doi.org/10.58344/jig.v2i2.76>
- Andajani, W., Pamujiati, A. D., Aji, S. B., Saadati, N., & Rahardjo, D. (2022). Manajemen Faktor Produksi Usahatani Padi Dengan Pupuk Tambahan POC. *Jurnal Agrinika Jurnal Agroteknologi Dan Agribisnis*, 6(2), 200–207. <https://doi.org/10.30737/agrinika.v6i2.3122>
- Budiyanto, G., Mulyono, & Achmad, F. (2022). Application of Goat Manure Briquettes on Red Chili Cultivation in Coastal Sandy Soil. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 985(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/985/1/012030>
- Cholisoh, S. N., Ibrahim, A. M., Sari, P., & Yulianti, N. (2023). Sintesis Dan Karakterisasi Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Produksi Tahu Di Kota Cilegon Dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa, Serta Aplikasinya Pada Tanaman. *JBK* 3(2), 44–56. <https://doi.org/10.35508/jbk.v3i2.14304>
- Dewi, M., Kandar, M., & Rahmawati, N. (2024). Aplikasi Teknologi Pembuatan Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati (Biofertilizer) Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dan Produksi

- Pertanian Yang Berkelanjutan. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 4(2), 186–193. <https://doi.org/10.53769/jai.v4i2.636>
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., & Ginting, E. N. (2021). Review: Pemupukan Melalui Tanah Serta Daun Dan Kemungkinan Mekanismenya Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 26(1), 7–19. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v26i1.41>
- Fatima, S., Wahidah, B. F., Mappanganro, N., & Aziz, I. R. (2021). Pengujian Beberapa Konsentrasi Pupuk Organik Cair Dari Limbah Sayuran Terhadap Pertumbuhan Krisan (*Chrysanthemum Morifolium*). *Filogeni Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v1i1.20550>
- Febriyana, R., Dwiputranto, U., & Purwati, E. S. (2020). Pemberian Inokulum Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Campuran terhadap Kemunculan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Semangka [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nankai] Berbiji dan Non Biji. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(2), 273 - 279. <https://jos.unsoed.ac.id/index.php/bioe/article/view/2006%0Ahttps://jos.unsoed.ac.id/index.php/bioe/article/download/2006/1755>
<https://jos.unsoed.ac.id/index.php/bioe/article/download/2006/1755/>
- Firmansyah, F., Suparwata, D. O., & Sutrisno, E. (2023). Pengaruh Penerapan Metode Pertanian Organik Dan Penggunaan Pupuk Hayati Pada Kualitas Hasil Panen Dan Keuntungan Bisnis Petani Buah-Buahan Di Jawa Timur. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(12), 1114–1126. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i12.857>
- Firmansyah, I., Syakir, M., & Lukman, L. (2017). Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk N, P, Dan K Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Terung (*Solanum Melongena L.*). *Jurnal Hortikultura*, 27(1), 69. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p69-78>
- Ginting, S., Rahmandani, D., & Indarta, A. H. (2019). Optimasi Pemanfaatan Air Embung Kasih Untuk Domestik Dan Irigasi Tetes. *Jurnal Irigasi*, 13(1), 41. <https://doi.org/10.31028/ji.v13.i1.41-54>
- Henggra, M., Murnita, M., & Afrida, A. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair Air Limbah Budidaya Lele Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus L.*). *Menara Ilmu* 16(1), 40–49. <https://doi.org/10.31869/mi.v16i1.3422>
- Hidayat, A. S., Suciati, L. P., & Sudarko, S. (2023). Strategi Pengembangan Pupuk Organik Berbasis Limbah Ternak Dan Limbah Pertanian Di Kabupaten Jember. *Jurnal Agribest* 7(1), 40–53. <https://doi.org/10.32528/agribest.v7i1.9309>
- Indraloka, A. B., Istanti, A., & Utami, S. W. (2023). The Physical and Chemical Characteristics of Eco-Enzyme Fermentation Liquids From Several Compositions of Local Fruits and Vegetables in Banyuwangi. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1168(1), 12018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1168/1/012018>
- Irsyad, Y. M. M., & Kastono, D. (2019). Pengaruh Macam Pupuk Organik Cair Dan Dosis Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung (*Zea Mays L.*). *Vegetalika* 8(4), 263. <https://doi.org/10.22146/veg.42715>
- Istina, I. N., Joy, B., & Suyono, A. D. (2014). Peningkatan Produktivitas Lahan Gambut Melalui Teknik Ameliorasi Dan Inokulasi Mikroba Pelarut Fosfat. *Jurnal Agro*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.15575/76>
- Kurniawan, D., Nadhira, A., Razali, Sijabat, O. S., Angkat, N. U., & Rosmaladewi, R. (2023). Pembuatan POC (Pupuk Organik Cair) Dengan Menggunakan Tanaman Kipahit. *Jurnal Abdimas Maduma* 2(1), 42–46. <https://doi.org/10.52622/jam.v2i1.152>
- Lisanty, N., Hadiyanti, N., Prayitno, R. A., & Huda, R. C. (2021). Pengolahan Limbah Dapur Menjadi Pupuk Organik Cair (POC) Untuk Aplikasi Pertanian Lahan Pekarangan Di Kecamatan Pace Dan Ngronggot Kabupaten Nganjuk. *Jatimas Jurnal Pertanian Dan Pengabdian Masyarakat* 1(2), 121. <https://doi.org/10.30737/jatimas.v1i2.2090>
- Liu, T., Dong, X., Guo, K., Wang, J., Liu, X., & Sun, H. (2024). Effects of Fertilizer Types and

- Application Levels on Phosphorus Availability of Saline Soils and Crops: A Meta-analysis. *Land Degradation and Development* 35(13), 4068–4080. <https://doi.org/10.1002/ldr.5205>
- Nafilah, D. U., Rahmawati, F., Tafrikan, M., & Khasanah, N. (2024). Making a Multi Purpose Liquid (Eco-Enzyme) as an Alternative for Prosesing Household Organic Waste and Reviewing Its Benefits. *Jurnal Pengabdian Kolaboratif*, 2(2), 17. <https://doi.org/10.26623/jpk.v2i2.9832>
- Nurlatifah, I., Agustine, D., & Puspasari, E. A. (2022). Production and Characterization of Eco-Enzyme From Fruit Peel Waste. *Proceedings of the 1st International Conference on Social, Science, and Technology, ICSST 2021*, 25 November 2021, Tangerang, Indonesia <https://doi.org/10.4108/eai.25-11-2021.2318816>
- Rachmawati, L., & Koesriharti. (2024). Respon Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L .) terhadap Macam Pupuk Cair dan Dosis Pupuk NPK. *Jurnal Produksi Tanaman*, 12(11), 565–571. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2024.012.11.07>
- Nafis, F. F. A., Kustono, D., & Hapsari, A. (2023). Analysis of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Concentration in Modified Liquid Organic Fertilizers of Vegetable Waste, Charcoal and Snails. *Preventia the Indonesian Journal of Public Health* 8(1), 58. <https://doi.org/10.17977/um044v8i12023p58-61>
- Raksun, A., Ilhamdi, M. L., Merta, I. W., & Mertha, I. G. (2021). Vegetative Growth of Sweet Corn (*Zea Mays* L. *Saccharata*) Due to Difference Doses of Horse Manure Compost and NPK Fertilizer. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa* 7(SpecialIssue), 168–174. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.863>
- Raksun, A., Japa, L., & Mertha, I. G. (2019). Pengaruh Jenis Mulsa dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong Hijau (*Solanum Melongena* L.). *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 142–146. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i2.1115>
- Ramlan, R., & Masrianih. (2022). Pemanfaatan Sampah Sayur Menjadi Pupuk Organik Cair Dengan Penambahan Bioaktivator EM4. *Jurnal Pengabdian Dan Pengembangan Masyarakat Indonesia*, 1(2), 41–45. <https://doi.org/10.56303/jppmi.v1i2.55>
- Rasmito, A., Sato, A., & Widari, N. S. (2023). The Effect of Starter Ratio on Tofu-Processing Wastewater Fermentation Into Fertilizer. *Engineering and Technology Journal*, 08(05), 2207–2212. <https://doi.org/10.47191/etj/v8i5.07>
- Rosmiah, R., Marlina, N., MZ, R. P. S., Asmawati, A., Rompas, J. P., & Aryanto, D. (2024). Pengaruh Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Dan Dosis Kotoran Ayam Terhadap Produktivitas Dan Kandungan Vitamin C Cabai Rawit (*Capsicum Frutescents* L.). *Journal of Tropical Agrifood*, 5(2), 105. <https://doi.org/10.35941/jtaf.5.2.2023.9831.105-111>
- Santoso, B., Permatasari, A. P., Pratama, S., Susmanto, P., & Ningsih, R. R. Y. B. (2023). Valorization of Waste Cooking Oil Into Liquid Organic Fertilizer by Anaerobic Fermentation Method. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 7(1), 39–47. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v7i1.356>
- Setiawan, A. M., & Kardina, K. (2021). Pemanfaatan Limbah Pertanian Menjadi Pupuk Organik Pada Kelompok Tani Lonrong Kecamatan Liliraja Kabupaten Soppeng. *Kangmas Karya Ilmiah Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 19–23. <https://doi.org/10.37010/kangmas.v2i1.215>
- Sitompul, H. S., Maulina, I., & Situmorang, I. (2023). Analisis Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik Cair dari Limbah Pisang. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(02), 198–204. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i02.3288>
- Syakir, S., & Gusmaini, G. (2016). Increasing Lemongrass Herb Yield and Quality Through Nitrogen Addition. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 21(4), 167–174. <https://doi.org/10.21082/littri.v21n4.2015.167-174>
- Wahyudin, A., & Irwan, A. W. (2019). Pengaruh Dosis Kascing Dan Bioaktivator Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Yang Dibudidayakan Secara Organik. *Kultivasi*, 18(2). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v18i2.22184>
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., Shalihatunnisa, S., Riniati, R., Djenar, N. S.,

- ..., & Abdilah, F. (2021). Pembuatan Dan Pengujian Pupuk Organik Cair Dari Limbah Kulit Buah-Buahan Dengan Penambahan Bioaktivator EM4 Dan Variasi Waktu Fermentasi. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(1), 30-39. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art4>
- Yanti, Y., Hamid, H., Nurbailis, Yaherwandi, Khairul, U., Martinius, & Suhendra, D. (2024). Consortium Solid Formula of Bacillus Spp. To Control Bacterial Wilt on Chili Plants. *Bio Web of Conferences*, 99. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249904005>
- Zhang, Y., Li, J., Lu, F., Wang, S., Ren, Y., Guo, S., Wang, B., & Gao, W. (2024). The Enzyme Activity of Dual-Domain B-Propeller Alkaline Phytase as a Potential Factor in Improving Soil Phosphorus Fertility and Triticum Aestivum Growth. *Agronomy*, 14(3), 614. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030614>