

Enkapsulasi Eco Enzyme Sebagai Biofertilizer untuk Tanaman Kangkung (*Ipomoea Aquatica*)

*Encapsulation of Eco Enzyme as Biofertilizer for Kale Plants (*Ipomoea Aquatica*)*

Nandang Permadi^{2)*} Beliana Nafisah¹⁾, Davina Putri Hidayanti¹⁾

Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pasundan, Bandung, Indonesia

*Email: npermadi95@gmail.com

diterima: 28 Mei 2025; dipublikasi: 31 Oktober 2025

DOI: 10.32528/bioma.v10i2.3385

ABSTRAK

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022), timbulan sampah di Indonesia mencapai 68,7 juta ton per tahun, dengan 41,27% berupa sampah organik seperti sisa makanan dan limbah kulit buah. Salah satu upaya pengolahannya adalah pembuatan eco enzyme melalui fermentasi limbah kulit buah, air, dan gula. Produk ini berpotensi sebagai biofertilizer karena mengandung unsur hara penting bagi pertumbuhan tanaman. Untuk meningkatkan efektivitasnya, dilakukan enkapsulasi menggunakan natrium alginat dan kalsium klorida sebagai mekanisme pelepasan unsur hara secara lambat. Tanaman uji yang digunakan adalah kangkung (*Ipomoea aquatica*), komoditas hortikultura bernilai gizi tinggi dan cepat panen. Penelitian terdiri atas empat perlakuan dengan tiga kali pengulangan. Hasil ANOVA satu arah menunjukkan tinggi tanaman sebagai parameter paling signifikan, dengan perlakuan pupuk kimia (A1) menghasilkan pertumbuhan tertinggi, diikuti enkapsulasi eco enzyme (A3).

Kata kunci : *eco enzyme*, enkapsulasi, *Ipomoea aquatica*, limbah kulit buah

ABSTRACT

According to data from the Ministry of Environment and Forestry (2022), Indonesia generates approximately 68.7 million tons of waste annually, with 41.27% of it being organic, primarily from food residues and fruit peel waste. Eco enzyme, produced by fermenting fruit peels, water, and sugar, can serve as a biofertilizer providing nutrients for plant growth. To enhance its efficiency, encapsulation with sodium alginate and calcium chloride was applied as a slow-release mechanism. The test plant, water spinach (*Ipomoea aquatica*), is a fast-growing and nutrient-rich crop. The study used four treatments with three replications. One-way ANOVA revealed that plant height was the most significant parameter, with chemical fertilizer (A1) yielding the highest growth, followed by encapsulated eco-enzyme (A3).

Keywords: *eco-enzyme*, encapsulation, *Ipomoea aquatica*, fruit peel waste

PENDAHULUAN

Sampah adalah limbah hasil yang umumnya bersifat padat dan salah satunya terdiri dari zat organik, yang seringkali dianggap tidak berguna dan perlu dikelola agar tidak membahayakan lingkungan (Wahyuningsih *et al.*, 2023). Berdasarkan data yang diperoleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2022 timbulan sampah di Indonesia mencapai angka sebesar 68,7 juta ton/tahun dengan komposisi sampah yang didominasi oleh sampah organik khususnya sisa-sisa makanan mencakup limbah kulit buah dan sayur yang mencapai 41,27% (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Saat ini masyarakat Indonesia yang mempunyai kesadaran untuk memilah dan memanfaatkan sampah masih tergolong rendah. Kondisi ini menyebabkan penumpukan limbah yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan (Ompusunggu *et al.*, 2025).

Salah satu upaya pengolahan sampah yang bisa dilakukan adalah pembuatan *eco-enzyme*. *Eco-enzyme* merupakan cairan yang dihasilkan melalui proses fermentasi sampah organik, molase, dan air yang dapat dimanfaatkan sebagai penyubur tanaman atau pupuk cair organik (Listiana *et al.*, 2024). Bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan *eco-enzyme* seperti sampah kulit jeruk, kulit semangka, dan kulit nanas (Larasati *et al.*, n.d.). Menurut (Listiana *et al.*, 2024), *eco-enzyme* yang dibuat dari kulit jeruk, kulit semangka, dan kulit nanas mengandung unsur hara makro dan mikro berupa Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalsium (Ca), Kalium (K), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), dan Tembaga (Cu), yang pada dasarnya unsur-unsur tersebut telah diakui sebagai unsur hara esensial yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan (Fatimah Batubara *et al.*, n.d.). Dengan demikian, kandungan unsur hara dalam *eco-enzyme* dari kulit buah jeruk, semangka, dan nanas dijadikan acuan karena unsur hara tersebut memang mendukung proses fisiologis tanaman.

Pada penelitian (Iswari & Astuti, 2024) tentang Potensi *Eco-enzyme* untuk Pertumbuhan Tanaman Kangkung tidak menunjukkan perbedaan hasil yang nyata hal tersebut disebabkan oleh pemberian unsur hara terhadap tanaman kurang seimbang sehingga proses pertumbuhan pada tanaman kurang efektif. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat menggunakan metode pelepasan *eco-enzyme* terkendali (*slow-release method*) yang merupakan proses enkapsulasi, dimana *eco-enzyme* dibungkus atau diberi bahan penyalut dengan lapisan polimer atau biopolimer seperti alginat yang dilarutkan kedalam air kemudian diekstruksi ke dalam larutan CaCl_2 sehingga membentuk butiran (Suyatmo & Nulhakim, 2022). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *eco-enzyme* terenkapsulasi sebagai *biofertilizer* dalam pertumbuhan tanaman.

Tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan dan digemari masyarakat Indonesia karena waktu panennya singkat, mudah dibudidayakan, serta memiliki kandungan gizi yang tinggi seperti vitamin A, B, dan C serta mineral seperti kalsium dan zat besi (Mengwi & Badung, 2017). Selain itu, kangkung juga memiliki potensi ekonomi yang baik karena dapat dibudidayakan pada lahan sempit maupun sistem hidroponik, sehingga cocok dikembangkan di wilayah perkotaan.

Dalam konteks tersebut, penggunaan *eco-enzyme* sebagai sumber pupuk organik cair dapat menjadi alternatif ramah lingkungan yang mampu menyediakan unsur hara makro dan mikro penting bagi pertumbuhan kangkung darat. Berdasarkan penelitian sebelumnya, *eco-enzyme* dari kulit buah (jeruk, nanas, dan semangka) mengandung unsur Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), dan Boron (B) yang berperan dalam proses fisiologis tanaman (Listiana *et al.*, 2024).

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan formulasi *eco-enzyme* dalam bentuk enkapsulasi, dengan tujuan meningkatkan efektivitas pelepasan unsur hara dan memperpanjang ketersediaannya di media tanam tanah. Inovasi ini diharapkan dapat memberikan hasil pertumbuhan vegetatif kangkung yang lebih optimal dibandingkan dengan penggunaan *eco-enzyme* cair konvensional.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas enkapsulasi *eco-enzyme* sebagai biofertilizer terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*). Penelitian dilaksanakan selama enam bulan, mulai dari Desember 2024 hingga Mei 2025, bertempat di Laboratorium Biologi Universitas Pasundan untuk tahap pembuatan *eco-enzyme* dan proses enkapsulasi, serta di rumah kaca Biologi Universitas Pasundan untuk tahap penanaman dan pengamatan pertumbuhan tanaman kangkung.

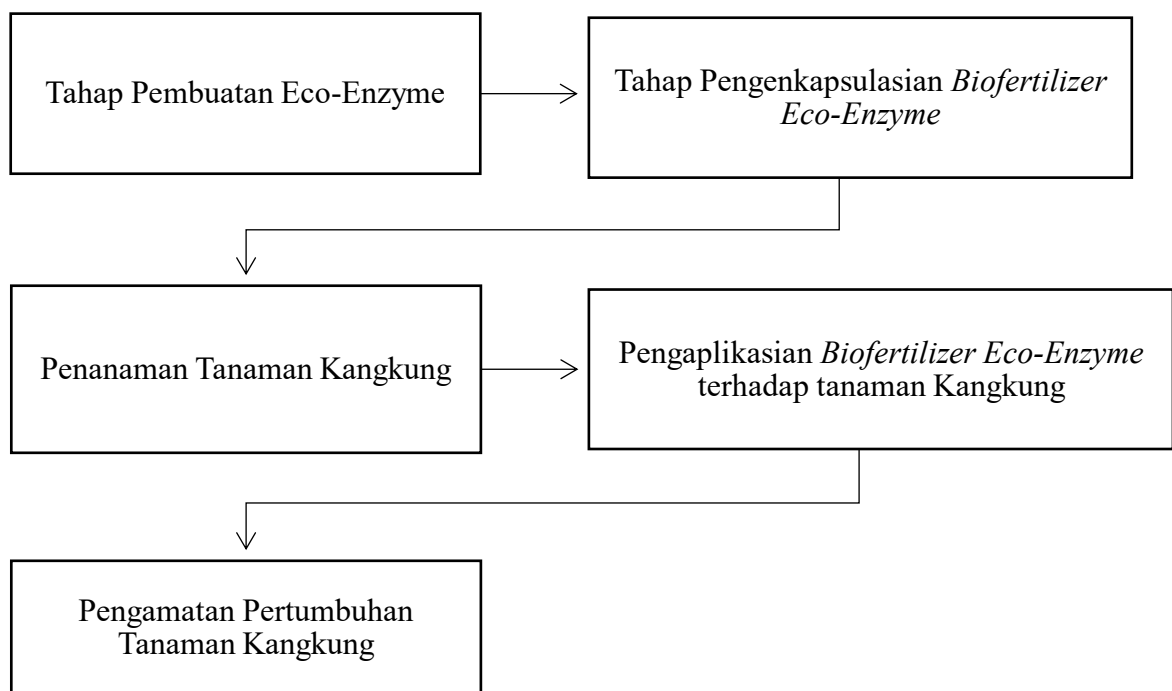
Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) karena kondisi rumah kaca memiliki potensi variasi intensitas cahaya dan suhu antar posisi tanaman. Perlakuan yang diberikan terdiri atas empat kelompok, yaitu:

1. Kontrol positif (P1), tanaman diberi pupuk siap pakai sesuai dosis anjuran;
2. Kontrol negatif (P2), tanaman hanya disiram air tanpa perlakuan tambahan;
3. *Eco-enzyme* cair (P3), tanaman diberi larutan *eco-enzyme* dengan konsentrasi 10% (v/v); dan
4. *Eco-enzyme* terenkapsulasi (P4), tanaman diberi *eco-enzyme* 10% (v/v) yang telah dienkapsulasi menggunakan natrium alginat dan kalsium klorida (CaCl_2).

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali (3 ulangan) sehingga terdapat 12 unit percobaan, di mana satu unit percobaan terdiri atas satu polybag berisi satu tanaman kangkung. Media tanam yang digunakan merupakan campuran tanah, pupuk kandang, dan sekam bakar dengan perbandingan 2 : 1 : 1 berdasarkan volume (Gustia & Rosdiana, 2019). Setiap *polybag* berukuran 20 × 20 cm diisi dengan ±3 liter media tanam. Penanaman dilakukan di rumah kaca dengan kondisi lingkungan terkontrol, yaitu suhu rata-rata kelembapan 60–70%, dan pencahayaan alami dengan durasi ±12 jam per hari. Penyiraman dilakukan secara teratur dua kali sehari (pagi hari dan sore hari) dengan volume air yang sama pada setiap unit percobaan.

Tahapan penelitian terdiri atas beberapa bagian, yaitu (1) pembuatan *eco-enzyme* berbahan dasar limbah kulit buah, (2) proses enkapsulasi, (3) penanaman dan aplikasi biofertilizer, serta (4) pengamatan pertumbuhan tanaman. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian dilaksanakan secara berurutan mulai dari tahap pengumpulan sampah untuk pembuatan *eco-enzyme*, proses enkapsulasi menggunakan natrium alginat dan kalsium

klorida untuk membuat *biofertilizer eco-enzyme* berbentuk butiran, hingga tahap pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman Kangkung. Setiap tahap dilakukan secara sistematis agar hasil penelitian dapat terukur dan mudah direplikasi penelitian selanjutnya. Untuk memperjelas urutan kegiatan, hubungan antar tahap, serta alur kerja penelitian dari persiapan hingga tahap analisis data, alur pelaksanaan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) penelitian. Diagram ini menggambarkan keseluruhan proses mulai dari pembuatan bahan dasar hingga tahap pengumpulan data pertumbuhan tanaman, sehingga memudahkan dalam memahami struktur dan tahapan metodologi penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan *eco-enzyme* dilakukan dengan mencampurkan limbah kulit buah dan sayur, gula aren, dan larutan EM4 dengan perbandingan 3 : 1 : 10 yaitu bahan organik : gula aren : air (Vidalia *et al.*, 2023). Campuran difermentasi dalam wadah galon 5 L yang tertutup rapat selama tiga bulan pada suhu ruang. Setelah fermentasi selesai, cairan hasil fermentasi disaring menggunakan saringan halus untuk memperoleh filtrat *eco-enzyme* yang jernih.

Proses enkapsulasi *eco-enzyme* dilakukan dengan melarutkan 2 g natrium alginat ke dalam 100 mL aquades (konsentrasi 2% w/v) dan diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga larut homogen, ke dalam larutan tersebut ditambahkan *eco-enzyme* sebanyak 10% dari total volume larutan (v/v). Selanjutnya disiapkan larutan CaCl_2 0,1 M (sekitar 1,1% w/v) di dalam gelas kimia 500 mL (Dwi & Sukanto, 2022). Campuran natrium alginat *eco-enzyme* kemudian diteteskan menggunakan pipet tetes ke dalam larutan CaCl_2 hingga terbentuk butiran (beads) dengan diameter sekitar 3 mm. Butiran yang terbentuk didiamkan selama 30 menit untuk proses *crosslinking*, kemudian disaring dan dibilas menggunakan aquades steril. Hasil butiran enkapsulasi disimpan pada suhu 4–8°C hingga digunakan.

Tahap penanaman dilakukan dengan menyemai benih kangkung hingga benih sedikit mengembang, kemudian bibit dipindahkan ke *polybag* berisi media tanam dan ditutup sedikit menggunakan media tanam dibagian atas. Setelah tanaman beradaptasi selama tiga hari, dilakukan aplikasi perlakuan sesuai kelompok masing-masing. Pemberian perlakuan dilakukan setiap 7 hari sekali selama masa pengamatan. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), dan jumlah batang atau cabang primer. Pengamatan dilakukan secara berkala pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12, dan 15 setelah tanam (HST).

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggaris ukur, timbangan analitik, gelas ukur, gelas kimia berbagai ukuran, magnetic stirrer, kamera ponsel untuk dokumentasi visual, serta *tally counter* untuk menghitung jumlah helai daun yang tubuh pada setiap perlakuan tanaman.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) satu arah berdasarkan model Rancangan Acak Kelompok (RAK) pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan, maka dilakukan dengan uji duncan untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Hasil pengamatan ini disajikan dalam bentuk tabel guna untuk memperjelas perbandingan antarperlakuan secara visual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan terhadap tanaman kangkung yang dilakukan dengan empat kontrol, yaitu kontrol positif pupuk, kontrol negatif air, *eco-enzyme* cair, dan enkapsulasi *eco-enzyme*. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali (tiga ulangan), sehingga terdapat total 12 unit percobaan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan percabangan. Data dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan dikarenakan terdapat perbedaan yang signifikan sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel hasil analisis

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) SD	Jumlah Daun SD	Percabangan SD
A0 (Air)	5,6 ± 3,5 ^a	4,6 ± 2,1 ^a	2,2 ± 0,8 ^a
A1 (Pupuk)	10,5 ± 6,5 ^c	5,2 ± 1,1 ^a	2,2 ± 1,1 ^a
A2 (Eco Enzim Cair)	8 ± 14,1 ^b	4,2 ± 2,4 ^a	2 ± 1 ^a
A3 (Enkapsulasi Eco Enzim)	8,9 ± 6,7 ^{bc}	4,4 ± 2,9 ^a	2,2 ± 0,8 ^a

Berdasarkan hasil pada **Tabel 1**, pada parameter tinggi tanaman, perlakuan dengan pupuk (A1) memberikan hasil tertinggi yaitu $10,5 \pm 6,5$ cm, disusul oleh perlakuan enkapsulasi *eco-enzyme* (A3) sebesar $8,9 \pm 6,7$ cm, *eco-enzyme* cair (A2) sebesar $8 \pm 14,1$ cm, dan yang terendah adalah perlakuan air (A0) sebesar $5,6 \pm 3,5$ cm. Adanya notasi huruf yang berbeda (a, b, c) menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda nyata secara statistik ($p < 0,05$). Hal ini menandakan bahwa pemberian pupuk dan enkapsulasi *eco-enzyme* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman dibandingkan perlakuan lainnya. Kandungan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam pupuk berperan langsung dalam proses pembentukan jaringan baru dan pemanjangan batang (Fadila *et al.*, 2021).

Nitrogen khususnya berperan dalam pembentukan klorofil dan sintesis protein yang menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman. Sementara itu, *eco-enzyme* yang berasal dari fermentasi bahan organik mengandung unsur hara dalam jumlah lebih rendah dan memerlukan waktu dekomposisi yang lebih lama sebelum dapat diserap oleh akar tanaman (Khusni *et al.*, 2018). Oleh karena itu, meskipun *eco-enzyme* mampu meningkatkan kesuburan tanah secara bertahap, pengaruhnya terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dalam jangka pendek belum sekuat pupuk kimia.

Perlakuan enkapsulasi *eco-enzyme* (A3) menunjukkan hasil yang cukup baik dengan nilai rata-rata tinggi tanaman sedikit lebih tinggi dibandingkan *eco-enzyme* cair (A2). Hal ini mengindikasikan bahwa proses enkapsulasi mampu menjaga stabilitas senyawa aktif di dalam *eco-enzyme* serta mengatur pelepasan nutrisi secara bertahap (*slow release mechanism*). Dengan demikian, nutrisi dapat tersedia lebih lama dan diserap tanaman secara lebih efisien. Fenomena ini sejalan dengan teori pelepasan bertahap pada pupuk organik terenkapsulasi yang memungkinkan tanaman memperoleh suplai nutrisi dalam jangka waktu lebih panjang tanpa menyebabkan kelebihan unsur hara pada fase awal pertumbuhan (Jayanudin & Lestari, 2020).

Sementara itu, pada parameter jumlah daun, tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan dengan nilai rata-rata berkisar antara 4,2 hingga 5,2 helai daun. Semua perlakuan memiliki notasi huruf yang sama (a), yang berarti perbedaan antar perlakuan tidak signifikan ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk maupun *eco-enzyme* belum memberikan pengaruh kuat terhadap pembentukan daun baru pada pengamatan ini. Kemungkinan lain adalah bahwa fase pertumbuhan tanaman yang diamati masih berfokus pada elongasi batang, sehingga energi hasil fotosintesis lebih banyak dialokasikan untuk pertumbuhan tinggi daripada pembentukan daun (Gustiar *et*

al., n.d.). Selain itu, faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, dan kelembapan yang relatif homogen juga dapat menyebabkan variasi antar perlakuan menjadi kecil (Mardhiana *et al.*, 2022).

Demikian pula pada parameter percabangan, hasil yang diperoleh menunjukkan rata-rata yang relatif sama antarperlakuan, yaitu antara 2 hingga 2,2 cabang, dengan notasi huruf yang sama (a) menandakan tidak adanya perbedaan signifikan ($p > 0,05$). Hal ini dapat dijelaskan bahwa proses pembentukan percabangan pada tanaman memerlukan waktu dan pengaruh hormonal yang kompleks, seperti rasio auksin dan sitokinin, yang tidak serta-merta dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dalam jangka pendek (Rohman *et al.*, 2024). Oleh sebab itu, meskipun perlakuan pupuk dan *eco-enzyme* meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, efeknya terhadap percabangan belum tampak secara nyata.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa parameter tinggi tanaman merupakan indikator yang paling responsif terhadap perlakuan, sedangkan jumlah daun dan percabangan belum menunjukkan pengaruh signifikan. Pupuk memberikan hasil pertumbuhan tertinggi karena kandungan unsur haranya yang lengkap dan mudah diserap. Namun, perlakuan enkapsulasi *eco-enzyme* menunjukkan potensi yang menjanjikan sebagai alternatif pupuk organik yang ramah lingkungan.

Secara ilmiah, mekanisme enkapsulasi bekerja dengan cara melapisi bahan aktif menggunakan bahan penyalut berupa gelatin atau alginat dengan *crosslinker* kalsium klorida (CaCl_2) untuk membentuk suatu matriks atau kapsul mikro. Lapisan ini berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) yang mengontrol kecepatan keluarnya zat aktif ke lingkungan luar (Oktavi *et al.*, 2020). Pelepasan zat tidak terjadi sekaligus, melainkan berlangsung secara bertahap sesuai dengan kemampuan bahan penyalut untuk menyerap air, mengembang, atau terdegradasi oleh faktor lingkungan seperti suhu, pH, atau aktivitas mikroba (Ulumi *et al.*, 2021). Dalam sistem ini, difusi dan degradasi menjadi dua mekanisme utama. Difusi terjadi ketika molekul aktif perlahan bergerak keluar melalui pori-pori atau celah mikroskopis pada dinding kapsul, sedangkan degradasi terjadi ketika dinding penyalut mulai rusak atau terurai sehingga bahan aktif dapat keluar lebih banyak (Suci & Astar, 2022).

Dengan demikian, enkapsulasi dapat mengatur laju pelepasan nutrisi, enzim, atau pestisida agar tersedia bagi tanaman dalam waktu yang lebih lama dan efisien, sekaligus melindungi senyawa aktif dari kerusakan akibat paparan lingkungan seperti panas, oksidasi, dan cahaya. Dalam konteks pertanian, mekanisme ini membantu menurunkan kehilangan unsur hara akibat pencucian dan memberikan suplai hara yang lebih stabil sesuai kebutuhan fisiologis tanaman (Asri *et al.*, 2021). Oleh karena itu, teknologi enkapsulasi tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan bahan organik seperti *eco-enzyme*, tetapi juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) melalui pengurangan limbah, penurunan frekuensi pemupukan, dan perlindungan lingkungan dari pencemaran akibat residu kimia berlebih.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dari empat perlakuan yang diberikan hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa parameter tinggi tanaman merupakan indikator yang paling signifikan terhadap perlakuan dibuktikan dengan parameter tinggi tanaman perlakuan dengan pupuk (A1) memberikan hasil tertinggi yaitu $10,5 \pm 6,5$ cm, dan disusul

oleh perlakuan enkapsulasi *eco-enzyme* (A3) sebesar $8,9 \pm 6,7$ cm, sedangkan jumlah daun dan percabangan belum menunjukkan pengaruh signifikan. Pupuk memberikan hasil pertumbuhan tertinggi karena kandungan unsur haranya yang lengkap dan mudah diserap. Namun, perlakuan enkapsulasi *eco-enzyme* menunjukkan potensi yang menjanjikan sebagai alternatif pupuk organik yang ramah lingkungan. Dapat disimpulkan bahwa enkapsulasi *eco-enzyme* efektif digunakan sebagai *biofertilizer* untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kangkung, serta formulasi ini berpotensi dikembangkan untuk sistem pertanian organik rumah tangga dengan frekuensi aplikasi rendah, karena kemampuannya melepaskan nutrisi secara bertahap dan memperbaiki struktur tanah tanpa menyebabkan penumpukan residu kimia.

Untuk mendukung keberlanjutan dan validitas hasil, disarankan agar penelitian serupa dilakukan dengan uji variasi konsentrasi enkapsulan, ketahanan penyimpanan *eco-enzyme* terenkapsulasi, dan analisis kandungan nutrisi makro dan mikro setelah enkapsulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri, D., Dan, A., & Wibowo, A. A. (2021). Teknologi Enkapsulasi: Teknik Dan Aplikasinya. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, 2021(2), 202–209. [Http://Distilat.Polinema.Ac.Id](http://Distilat.Polinema.Ac.Id)
- Dwi, *, & Sukanto, S. (2022). Cocoa Artificial Seed Encapsulation With Na-Alginat. *Jurnal Biologi & Konservasi*, 4(1).
- Fadila, A. N., Rugayah, R., Widagdo, S., & Hendarto, K. (2021). Pengaruh Dosis Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* Var. Alboglabra) Pada Pertanaman Kedua. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3), 473. <https://doi.org/10.23960/Jat.V9i3.5304>
- Fatimah Batubara, S., Sri Ulina, E., Chairuman, N., Maryanti Tobing, J., Aryati, V., Delina Manurung, E., Ferianson Purba, H., Dorkas Parhusip, Dan, Riset Tanaman Pangan, P., Riset Pertanian Dan Pangan, O., Riset Dan Inovasi Nasional, B., Raya Jakarta-Bogor, J., Riset Agroindustri, P., Puspipetek Serpong Tangerang Selatan, K., & Riset Hortikultura, P. (N.D.). Evaluasi Status Hara Makro Nitrogen, Fosfor Dan Kalium Di Lahan Sawah Irigasi Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Jurnal Agrikultura*, 2024(1), 59–70.
- Gustia, H., & Rosdiana, D. (2019). Artikel Dipublikasi Oleh Jurnal Agrosains Dan Teknologi Kombinasi Media Tanam Dan Penambahan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabe. 4(2).
- Gustiar, F., Punama Ria, R., Budianta, D., Yeni Anggraini, Dan, Raya Palembang-Prabumulih Km, J., & Ogan Ilir, I. (N.D.). Pengaruh Naungan Berlebih Pada Pertumbuhan Dan Hasil Varietas Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Jurnal Agrikultura*, 2024(3), 426–434.
- Iswari, Z., & Astuti, R. (2024). Potensi Eco Enzyme Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir). *Agroteknika*, 7(3), 403–410. <https://doi.org/10.55043/Agroteknika.V7i3.262>
- Jayanudin, J., & Lestari, R. S. D. (2020). Enkapsulasi Dan Karakterisasi Pelepasan Terkendali Pupuk Npk Menggunakan Kitosan Yang Ditaut Silang Dengan Glutaraldehid. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 16(1), 110. <https://doi.org/10.20961/Alchemy.16.1.34711.110-125>

- Khusni, L., Hastuti, R. B., Prihastanti, E., & Soedarto, J. (2018). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi Volume 3 Nomor 1 Februari 2018 Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Dan Aktivitas Antioksidan Pada Bayam Merah (Alternanthera Amoena Voss.) The Impact Of Shade To The Growth And The Antioxidant Activity Of Red Spinach (Alternanthera Amoena Voss.)*.
- Larasati, D., Puji Astuti, A., & Triwahyuni Maharani, E. (N.D.). *Seminar Nasional Edusainstek Fmipa Unimus 2020 Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme Dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus Di Kota Semarang)*.
- Listiana, I., Ayuni, T., Saputri, D. A., & Amelia, I. (2024). Utilization Of Eco-Enzyme On Land Spinach (*Ipomoea reptans* Poir.) With Wick Hydroponic System. *Biospecies*, 17(2), 22–28. <https://doi.org/10.22437/Biospecies.V17i2.35787>
- Mardhiana, D., Hamid, A., & Farhan, A. (2022). Pengaruh Suhu Media Tanam Terhadap Waktu Perkecambahan Kacang Hijau. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 3(2). <https://doi.org/10.29303/Jppfi.V3i2.132>
- Mengwi, K., & Badung, K. (2017). *E-Jurnal Agribisnis Dan Agrowisata Profil Dan Kinerja Usahatani Kangkung Darat (Ipomoea reptans) Dalam Pola Diversifikasi Dengan Padi Ciherang Di Desa Abianbase*. 6(1). <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jaa>
- Oktavi, R. A., Cahyono, B., & Suzery, M. (2020). Enkapsulasi Ekstrak Antosianin Dari Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) Dengan Variasi Penyalut. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 86. <https://doi.org/10.12962/J25493736.V5i2.7841>
- Ompusunggu, A. R. I., Safinatunnaja, E. N., Ridwan, R. M., Khaerina Ramdani, T. C., Ana, A., & Achdiani, Y. (2025). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Keluarga. *Health & Medical Sciences*, 2(3), 10. <https://doi.org/10.47134/Phms.V2i3.431>
- Rohman, F., Sukri, M. Z., Firgiyanto, R., Rohman, H. F., & Robbi, M. N. F. (2024). Pengaruh Iaa Dan Bap Pada Pertumbuhan Eskplan Pisang Cavendish (*Musa Acuminata* L.) Melalui Kultur In Vitro. *Vegetalika*, 13(3), 281. <https://doi.org/10.22146/Veg.83613>
- Suci, I. A., & Astar, I. (2022). Enkapsulasi Urea Menggunakan Biokomposit Zeolit Alam-Alginat-Pati Sagu Sebagai Model Pupuk Lepas Lambat (*Slow Release Fertilizer*). *Al-Kimia*, 10(1). <https://doi.org/10.24252/Al-Kimia.V10i1.23739>
- Suyatmo, R. I. D., & Nulhakim, L. (2022). Kinetika *Slow-Released* Pupuk Urea Terenkapsulasi Dalam Alginat. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(3), 421–427. <https://doi.org/10.35965/Eco.V22i3.1830>
- Ulumi, M. L. N. N., Wirandhani, D. S., Ardhani, R. F., Andhani, C. O., & Putri, D. N. (2021). Mikroenkapsulasi Pigmen Beta-Karoten Dengan Metode Foam Mat Drying Menggunakan Gelatin Tulang Ikan Kakap Merah Sebagai Bahan Penyalut. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 1183–1195. <https://doi.org/10.21107/Agrointek.V15i4.11689>
- Vidalia, C., Angelina, E., Hans, J., Field, L. H., Santo, N. C., & Rukmini, E. (2023). Eco-Enzyme As Disinfectant: A Systematic Literature Review. *International Journal Of Public Health Science*, 12(3), 1171–1180. <https://doi.org/10.11591/Ijphs.V12i3.22131>
- Wahyuningsih, S., Widiati, B., Melinda, T., & Abdullah, T. (2023). Sosialisasi Pemilahan Sampah Organik Dan Non-Organik Serta Pengadaan Tempat Sampah Organik Dan

Non-Organik. *Dedikasi Saintek Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 7–15.
<https://doi.org/10.58545/Djpm.V2i1.103>