

RESPONS PERTUMBUHAN VEGETATIF CABAI RAWIT (*capsicum frutescens* L.) TERHADAP APLIKASI *ECO-ENZYME* LIMBAH KULIT BUAH

Katarina Kresensia Jemian¹, Ernesta Wae², Yohana Maria Vianey Ue³

Politeknik St Wilhelmus^{1,2,3}

e-mail: katarinakj2995@gmail.com

Diterima: 12/9/2026; Direvisi: 17/9/2026; Diterbitkan: 22/9/2026

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah kulit buah melalui *eco-enzyme* menawarkan pendekatan pengelolaan bahan organik yang sekaligus dapat dimanfaatkan sebagai input pendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan menganalisis respons pertumbuhan vegetatif cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap aplikasi *eco-enzyme* limbah kulit buah serta menentukan perlakuan yang memberikan respons paling konsisten. Penelitian menggunakan empat perlakuan, yaitu P0 (0 ml/L), P1 (10 ml/L), P2 (20 ml/L), dan P3 (30 ml/L), dengan lima ulangan pada setiap perlakuan dan pengamatan selama delapan minggu. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun. Data dianalisis menggunakan *Repeated Measures Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji perbandingan berpasangan menggunakan koreksi Bonferroni pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun ($p < 0,001$). P3 (30 ml/L) memberikan respons paling konsisten, terutama pada tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan P2 tidak berbeda nyata dengan P3 pada tinggi tanaman. Pada lebar daun, P0 memiliki rata-rata tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan P3. Temuan ini menegaskan bahwa respons vegetatif cabai rawit terhadap *eco-enzyme* berbeda menurut karakter pertumbuhan, sehingga P3 dapat dipertimbangkan sebagai perlakuan paling konsisten pada kondisi penelitian.

Kata Kunci: Cabai Rawit, *Eco-Enzyme*, Limbah Kulit Buah, Pertumbuhan Vegetatif, Pupuk Organik

ABSTRACT

The utilization of fruit peel waste through *eco-enzyme* offers an approach to organic waste management that can also be used as an input to support plant growth. This study aimed to analyze the vegetative growth response of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) to the application of *eco-enzyme* derived from fruit peel waste and to determine the treatment that produced the most consistent growth response. The study employed four treatments, namely P0 (0 ml/L), P1 (10 ml/L), P2 (20 ml/L), and P3 (30 ml/L), with five replications for each treatment and observations conducted over eight weeks. The observed parameters included plant height, number of leaves, and leaf width. The data were analyzed using *Repeated Measures Analysis of Variance* (ANOVA), followed by pairwise comparisons with Bonferroni correction at a 5% significance level. The results showed that the treatments significantly affected plant height, number of leaves, and leaf width ($p < 0.001$). P3 (30 ml/L) produced the most consistent vegetative response, particularly in plant height and number of leaves, whereas P2 was not significantly different from P3 in plant height. For leaf width, P0 had the highest mean and was not significantly different from P3. These findings confirm that the vegetative response of chili

pepper to *eco-enzyme* varies according to the growth characteristics evaluated; therefore, P3 can be considered the most consistent treatment under the conditions of this study.

Keywords: *Bird's Eye Chili, Eco-Enzyme, Fruit Peel Waste, Vegetative Growth, Organic Fertilizer*

PENDAHULUAN

Sektor pertanian menghadapi tuntutan untuk meningkatkan produktivitas tanaman sekaligus mengurangi ketergantungan pada input yang berpotensi menambah beban lingkungan. Salah satu pendekatan yang relevan adalah mengembalikan sumber daya organik ke dalam sistem budidaya melalui pengolahan limbah yang memiliki nilai guna. Kulit buah merupakan salah satu fraksi limbah organik yang dapat dimanfaatkan kembali karena masih mengandung komponen yang berpotensi digunakan sebagai bahan dasar produk organik untuk pertanian. Pengolahan limbah tersebut melalui fermentasi menjadi *eco-enzyme* menawarkan pendekatan yang menghubungkan pengurangan limbah dengan pemanfaatan sumber daya organik dalam kegiatan budidaya. Langsa et al. (2024) menunjukkan bahwa pengolahan limbah kulit buah melalui *eco-enzyme* dapat dikembangkan sebagai salah satu pendekatan dalam pengelolaan limbah organik yang berorientasi pada keberlanjutan. Dengan demikian, pemanfaatan limbah kulit buah tidak hanya berkaitan dengan pengurangan volume limbah, tetapi juga membuka peluang untuk menghasilkan bahan yang dapat dimanfaatkan kembali dalam sistem pertanian.

Eco-enzyme merupakan produk hasil fermentasi bahan organik yang penggunaannya dalam budidaya tanaman telah diteliti pada berbagai komoditas. Potensi pemanfaatannya sebagai input organik berkaitan dengan karakter bahan hasil fermentasi serta konsentrasi larutan yang diberikan kepada tanaman. Sinaga et al. (2024) melaporkan pembuatan *eco-enzyme* dari limbah organik buah dan sayur sebagai bahan pupuk organik cair, sedangkan Wahyuningsih et al. (2024) menunjukkan bahwa limbah kulit buah dapat dioptimalkan menjadi pupuk organik cair melalui pengolahan dengan bahan pendukung tertentu. Kedua penelitian tersebut memberikan dasar bahwa limbah organik buah dapat diarahkan menjadi bahan yang memiliki nilai guna bagi kegiatan pertanian. Akan tetapi, keberadaan potensi tersebut tidak serta-merta menunjukkan bahwa semua konsentrasi atau bentuk aplikasi akan memberikan respons pertumbuhan yang sama pada setiap tanaman. Respons tanaman tetap perlu diuji secara empiris karena karakter bahan, konsentrasi, jenis tanaman, dan kondisi budidaya dapat memengaruhi hasil aplikasi.

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan tanaman hortikultura yang pertumbuhannya dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya selama fase vegetatif. Pembentukan batang dan daun pada fase tersebut menjadi bagian penting dari perkembangan tanaman karena perubahan ukuran dan jumlah organ vegetatif mencerminkan respons tanaman terhadap lingkungan tumbuh dan perlakuan budidaya. Pemanfaatan bahan organik cair sebagai sumber input alternatif telah menunjukkan adanya respons pada tanaman cabai rawit. Sugianto et al. (2022) melaporkan adanya respons pertumbuhan dan hasil cabai rawit terhadap pemberian pupuk organik cair berbahan limbah buah pisang, sedangkan Rahayu et al. (2022) menunjukkan bahwa jenis dan tingkat konsentrasi pupuk organik cair berkaitan dengan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa limbah organik dapat diarahkan menjadi input cair untuk budidaya cabai, tetapi efektivitasnya tidak dapat dilepaskan dari jenis bahan dan tingkat konsentrasi yang digunakan.

Bukti yang lebih spesifik mengenai *eco-enzyme* juga menunjukkan bahwa respons tanaman dapat berbeda menurut konsentrasi dan karakter tanaman yang diuji. Sidqi (2022) mengkaji penggunaan pupuk kandang ayam dan *eco-enzyme* terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman kailan, sementara Hastuti dan Titiaryanti (2022) menguji respons bibit kelapa sawit terhadap berbagai konsentrasi *eco-enzyme* dan dosis NPK. Salsabila (2023) juga melaporkan pengaruh pemberian *eco-enzyme* sebagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan sawi pakcoy. Pada penelitian Soverda et al. (2024), konsentrasi dan interval aplikasi *eco-enzyme* menghasilkan respons pertumbuhan yang berbeda pada pakcoy. Rangkaian temuan tersebut memperlihatkan bahwa efektivitas *eco-enzyme* tidak tepat dipahami hanya berdasarkan ada atau tidaknya pemberian, melainkan perlu dilihat dari tingkat aplikasi dan karakter respons tanaman yang diamati.

Pada tanaman cabai rawit, Nelvia et al. (2024) melaporkan bahwa pemberian *eco-enzyme* yang berasal dari limbah kulit jeruk memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, dengan konsentrasi 30 ml/L air menghasilkan tinggi tanaman terbaik, sementara beberapa parameter lainnya tidak menunjukkan respons yang sama. Hasil tersebut menjadi penting karena menunjukkan bahwa satu konsentrasi dapat memberikan respons berbeda pada karakter pertumbuhan yang berbeda. Di sisi lain, penelitian mengenai pupuk organik cair berbahan limbah buah pada cabai rawit oleh Sugianto et al. (2022) dan Rahayu et al. (2022) menunjukkan bahwa sumber bahan dan tingkat konsentrasi merupakan aspek yang perlu diperhitungkan ketika mengevaluasi respons tanaman. Temuan dari komoditas lain juga memperlihatkan pola yang tidak selalu seragam; Howeidi et al. (2023) melaporkan pengaruh *bio-fertilizer* dan ekstrak kulit pisang terhadap karakter vegetatif serta hasil tanaman wortel. Perbedaan respons antarpelelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik berbasis limbah masih menyisakan pertanyaan mengenai konsentrasi yang menghasilkan respons vegetatif paling konsisten pada tanaman dan kondisi budidaya tertentu.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, terdapat kesenjangan yang perlu diperjelas. Penelitian Nelvia et al. (2024) telah menguji *eco-enzyme* dari limbah kulit jeruk pada cabai rawit, tetapi hasilnya menunjukkan bahwa respons tanaman tidak seragam pada seluruh parameter pertumbuhan. Sementara itu, penelitian mengenai pupuk organik cair limbah buah pada cabai rawit lebih banyak memberikan gambaran mengenai pengaruh bahan organik cair secara umum, sedangkan kajian *eco-enzyme* pada berbagai tanaman menunjukkan bahwa konsentrasi dan pola aplikasi dapat menghasilkan respons yang berbeda. Dengan demikian, masih diperlukan informasi empiris mengenai pola respons tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun secara bersamaan pada cabai rawit yang diberi *eco-enzyme* limbah kulit buah pada beberapa tingkat konsentrasi. Kesenjangan tersebut penting dikaji karena penilaian efektivitas perlakuan tidak cukup hanya didasarkan pada satu indikator pertumbuhan. Perbedaan respons antarkomponen vegetatif justru dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai konsentrasi yang menghasilkan pertumbuhan relatif konsisten.

Penelitian ini menawarkan kebaruan pada evaluasi respons tiga karakter vegetatif cabai rawit secara simultan terhadap beberapa tingkat konsentrasi *eco-enzyme* berbahan limbah kulit buah, sehingga tidak hanya berfokus pada satu indikator pertumbuhan. Perlakuan yang digunakan terdiri atas kontrol tanpa *eco-enzyme* serta konsentrasi 10, 20, dan 30 ml/L air untuk melihat pola perubahan respons pada rentang aplikasi tersebut. Tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun diamati selama fase vegetatif untuk memperoleh gambaran mengenai karakter pertumbuhan yang paling responsif terhadap perlakuan. Pendekatan tersebut memungkinkan penelitian mengidentifikasi apakah peningkatan konsentrasi menghasilkan respons yang

konsisten pada seluruh karakter atau justru menunjukkan pola yang berbeda antarparameter. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis respons pertumbuhan vegetatif cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap aplikasi *eco-enzyme* limbah kulit buah pada berbagai konsentrasi serta mengidentifikasi perlakuan yang menghasilkan respons pertumbuhan paling konsisten. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya informasi mengenai pemanfaatan limbah kulit buah sebagai input organik sekaligus memberikan dasar empiris bagi pengembangan praktik budidaya cabai rawit yang lebih berorientasi pada pemanfaatan sumber daya organik secara berkelanjutan..

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada 17 Maret sampai 14 Juni 2026 di UPT Pertanian Politeknik St Wilhelmus, Boawae, Kabupaten Nagekeo, Nusa Tenggara Timur. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu aplikasi *eco-enzyme* berbahan limbah kulit buah pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Perlakuan terdiri atas empat taraf konsentrasi, yaitu P0 = 0 ml/L sebagai kontrol, P1 = 10 ml/L, P2 = 20 ml/L, dan P3 = 30 ml/L, dengan masing-masing perlakuan terdiri atas lima ulangan sehingga terdapat 20 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas satu tanaman yang ditanam dalam polibag berukuran 30 × 30 cm. Media tanam dibuat menggunakan tanah lapisan atas, pupuk kandang matang, dan sekam bakar dengan perbandingan 2:1:1, kemudian dimasukkan ke dalam polibag sebanyak kurang lebih 2 kg atau sekitar 80% kapasitas polibag dan didiamkan selama 5–7 hari sebelum penanaman. Bahan yang digunakan terdiri atas bibit cabai rawit, *eco-enzyme* limbah kulit buah, tanah lapisan atas, pupuk kandang matang, sekam bakar, dan air, sedangkan peralatan yang digunakan disesuaikan dengan kegiatan persiapan media, penanaman, pemberian perlakuan, pemeliharaan, dan pengamatan tanaman. Bibit yang digunakan berumur sekitar 21 hari dengan kondisi memiliki 4–5 daun sejati, kemudian dipilih berdasarkan keseragaman pertumbuhan dan kondisi tanaman yang sehat.

Pemberian *eco-enzyme* dilakukan setelah tanaman berada pada media percobaan yang telah dipersiapkan. Larutan perlakuan dibuat dengan mengencerkan *eco-enzyme* menggunakan air sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan, kemudian diaplikasikan pada area sekitar perakaran tanaman. Perlakuan diberikan setiap tujuh hari sekali selama enam minggu, sedangkan seluruh tanaman memperoleh perlakuan pemeliharaan yang sama selama penelitian berlangsung. Aplikasi dilakukan pada waktu pagi atau sore hari untuk menjaga keseragaman waktu pemberian perlakuan antarsatuan percobaan. Perlu dibedakan bahwa enam minggu merupakan periode pemberian perlakuan, sedangkan delapan minggu merupakan keseluruhan periode pengamatan pertumbuhan, sehingga pengukuran tetap dilakukan sampai akhir periode pengamatan meskipun pemberian *eco-enzyme* telah selesai. Tiga parameter pertumbuhan vegetatif digunakan sebagai variabel respons, yaitu tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun. Tinggi tanaman diukur dari permukaan media tanam hingga titik tumbuh tanaman, lebar daun diukur pada bagian helaian daun dengan ukuran terlebar, sedangkan jumlah daun dihitung berdasarkan daun yang telah membuka sempurna. Pengukuran dilakukan setiap minggu pada tanaman yang sama selama delapan minggu dengan prosedur pengukuran yang dibuat seragam pada seluruh perlakuan.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis *repeated-measures* untuk memperhitungkan pengukuran yang dilakukan secara berulang pada tanaman yang sama selama periode penelitian. Analisis digunakan untuk mengevaluasi perbedaan respons berdasarkan perlakuan serta perubahan nilai parameter selama waktu pengamatan, termasuk

interaksi antara perlakuan dan waktu apabila data pengamatan mingguan dianalisis secara lengkap. Sebelum analisis utama dilakukan, data diperiksa berdasarkan asumsi statistik yang diperlukan melalui pengujian normalitas residual dan homogenitas. Taraf signifikansi ditetapkan sebesar 5% ($\alpha = 0,05$), sehingga nilai $p < 0,05$ digunakan sebagai dasar untuk menyatakan adanya perbedaan yang signifikan antarkelompok perlakuan. Apabila hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji perbandingan berpasangan menggunakan koreksi Bonferroni pada $\alpha = 0,05$. Nilai hasil analisis selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel untuk memperlihatkan perbandingan respons antarkonsentrasi *eco-enzyme*, sedangkan perkembangan parameter pertumbuhan selama periode pengamatan disajikan dalam bentuk grafik apabila data pengamatan mingguan digunakan. Pendekatan analisis tersebut memungkinkan hasil penelitian disajikan berdasarkan perbedaan antarkonsentrasi sekaligus perubahan pertumbuhan tanaman selama periode pengamatan tanpa mencampurkan prosedur analisis dengan interpretasi biologis yang seharusnya ditempatkan pada bagian Pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Analisis Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Rawit

Data pertumbuhan vegetatif tanaman cabai rawit dianalisis berdasarkan tiga parameter, yaitu tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun. Perlakuan *eco-enzyme* terdiri atas empat tingkat konsentrasi, yaitu P0 sebagai kontrol tanpa aplikasi *eco-enzyme*, P1 sebesar 10 ml/L, P2 sebesar 20 ml/L, dan P3 sebesar 30 ml/L. Setiap perlakuan terdiri atas lima ulangan sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Nilai yang disajikan merupakan *estimated marginal means*, sedangkan perbedaan antarrataan ditentukan berdasarkan hasil uji perbandingan berpasangan dengan koreksi Bonferroni pada taraf signifikansi 5%. Hasil pengukuran ketiga parameter pertumbuhan vegetatif pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Rawit Berdasarkan Konsentrasi *Eco-Enzyme*

Perlakuan	Konsentrasi <i>Eco-Enzyme</i> (ml/L)	Tinggi Tanaman	Lebar Daun	Jumlah Daun
P0	0	8,630 c	5,015 a	11,925 c
P1	10	16,038 b	3,143 c	12,650 bc
P2	20	19,625 a	4,415 b	13,150 b
P3	30	20,853 a	4,910 a	15,878 a

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kelompok perlakuan membentuk pola yang berbeda pada ketiga parameter yang diamati. Pada tinggi tanaman, kelompok P2 dan P3 berada pada kelompok statistik yang sama, sedangkan P0 dan P1 berada pada kelompok yang berbeda. Pada lebar daun, P0 dan P3 berada dalam kelompok statistik yang sama, sementara P1 dan P2 masing-masing menunjukkan kelompok yang berbeda. Pada jumlah daun, P3 berada dalam kelompok statistik tersendiri, sedangkan P1 memiliki kelompok yang beririsan dengan P0 dan P2. Dengan demikian, hasil uji perbandingan menunjukkan bahwa pengelompokan statistik antarkonsentrasi tidak sama untuk setiap parameter pertumbuhan.

Hasil Uji Statistik Pertumbuhan Vegetatif

Selain membandingkan nilai rata-rata antarperlakuan, analisis statistik dilakukan untuk

mengetahui keberadaan perbedaan pertumbuhan berdasarkan perlakuan *eco-enzyme*. Pengujian dilakukan terhadap tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun sebagai tiga variabel respons penelitian. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga parameter memiliki nilai statistik uji yang signifikan pada taraf 5%. Ringkasan hasil pengujian statistik tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Statistik Pengaruh Perlakuan *Eco-Enzyme* terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Rawit

Parameter	F	df	<i>p-value</i>	Keputusan
Tinggi tanaman	55,585	3;16	< 0,001	Berbeda nyata
Lebar daun	229,865	3;16	< 0,001	Berbeda nyata
Jumlah daun	73,178	3;16	< 0,001	Berbeda nyata

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan *eco-enzyme* menghasilkan perbedaan yang signifikan pada seluruh parameter pertumbuhan yang dianalisis. Nilai statistik F terbesar terdapat pada parameter lebar daun, sedangkan nilai F pada tinggi tanaman dan jumlah daun juga menunjukkan hasil pengujian yang signifikan. Ketiga parameter memiliki derajat bebas yang sama karena dianalisis berdasarkan empat kelompok perlakuan dengan lima ulangan. Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian pada taraf $\alpha = 0,05$, hipotesis yang menyatakan tidak terdapat perbedaan antarperlakuan ditolak untuk tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun.

Pembahasan

Respons *Eco-Enzyme* terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Rawit

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa aplikasi *eco-enzyme* menghasilkan respons yang berbeda pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun cabai rawit. Perbedaan tersebut terlihat dari hasil pengujian yang menunjukkan adanya pengaruh perlakuan pada ketiga parameter, tetapi pola respons antarkarakter tidak berlangsung dengan arah yang sama. Pada tinggi tanaman, P2 dan P3 berada dalam kelompok statistik yang sama, sedangkan pada jumlah daun P3 membentuk kelompok tersendiri dan berbeda dari perlakuan lainnya. Sementara itu, lebar daun menunjukkan pola yang berbeda karena P0 dan P3 berada dalam kelompok statistik yang sama. Pola tersebut menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap *eco-enzyme* perlu dibaca berdasarkan karakter pertumbuhan secara individual, bukan dengan mengasumsikan bahwa peningkatan konsentrasi selalu menghasilkan peningkatan yang seragam. Temuan ini memiliki keterkaitan dengan Al-afif dan Damaiyanti (2023) yang menguji konsentrasi *eco-enzyme* pada pacar air dengan beberapa ukuran pot dan menunjukkan bahwa respons tanaman perlu dilihat bersama kondisi budidaya yang menyertainya. Dengan demikian, perbedaan respons yang ditemukan pada penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai karakter spesifik tanaman dan parameter yang diamati pada rentang konsentrasi yang diuji.

Pada parameter tinggi tanaman, peningkatan konsentrasi dari kontrol hingga perlakuan P2 diikuti peningkatan nilai pertumbuhan, sedangkan P2 dan P3 tidak menunjukkan perbedaan statistik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi dari 20 menjadi 30 ml/L belum memberikan tambahan respons tinggi tanaman yang cukup besar untuk menghasilkan perbedaan nyata. Pola ini penting karena memperlihatkan bahwa hubungan antara konsentrasi bahan organik cair dan pertumbuhan tanaman tidak selalu bersifat linear. Prasetiawati et al. (2023) melaporkan bahwa aplikasi *eco-enzyme* melalui teknik *spray* daun dapat memengaruhi pertumbuhan dan bobot basah pakcoy, sedangkan Novianto dan Bahri

(2023) menunjukkan adanya respons pertumbuhan dan produksi sawi terhadap pemberian pupuk organik cair *eco-enzyme*. Kedua penelitian tersebut menggunakan tanaman dan metode aplikasi yang berbeda, tetapi memberikan dasar bahwa respons terhadap *eco-enzyme* dapat dipengaruhi oleh karakter tanaman dan cara pemberiannya. Pada cabai rawit, Prasetyo et al. (2025) juga menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik cair berbahan batang pisang bersama pupuk kandang ayam berkaitan dengan pertumbuhan dan produksi tanaman. Oleh karena itu, kesamaan statistik antara P2 dan P3 pada penelitian ini tidak seharusnya ditafsirkan sebagai bukti bahwa 30 ml/L merupakan konsentrasi optimum, melainkan menunjukkan bahwa pada rentang yang diuji peningkatan konsentrasi belum menghasilkan perbedaan tinggi tanaman yang nyata.

Respons jumlah daun menunjukkan pola yang lebih tegas dibandingkan tinggi tanaman karena P3 berbeda nyata dari seluruh perlakuan lainnya. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa karakter jumlah daun memberikan pemisahan respons antarkonsentrasi yang lebih jelas dalam penelitian ini. Perkembangan jumlah daun berkaitan dengan pembentukan tajuk tanaman dan kapasitas pembentukan organ fotosintetik, sehingga parameter tersebut relevan untuk menggambarkan perkembangan vegetatif. Suryani dan Utami (2025) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair dan NPK pada tanaman cabai dapat dikaji dalam kaitannya dengan pertumbuhan dan hasil, yang memperlihatkan pentingnya ketersediaan nutrisi dalam mendukung perkembangan tanaman. Ikhwanudin et al. (2026) juga menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak bawang merah sebagai *plant growth regulator* alami dapat memberikan respons terhadap pertumbuhan cabai rawit. Meskipun bahan perlakuannya berbeda, kedua penelitian tersebut memperkuat bahwa perkembangan vegetatif cabai dapat memberikan respons yang spesifik terhadap jenis input yang diberikan. Dalam penelitian ini, respons P3 yang paling jelas pada jumlah daun menunjukkan bahwa parameter tersebut lebih sensitif dalam membedakan perlakuan dibandingkan tinggi tanaman, tetapi temuan tersebut tetap terbatas pada kondisi percobaan dan belum dapat digunakan untuk menyimpulkan peningkatan produktivitas pada fase generatif.

Perbedaan pola semakin terlihat pada parameter lebar daun karena perlakuan kontrol P0 memiliki nilai rata-rata tertinggi, sedangkan P3 secara statistik berada pada kelompok yang sama dengan P0. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan *eco-enzyme* tidak menghasilkan pola peningkatan lebar daun yang mengikuti peningkatan konsentrasi. Kondisi ini tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai adanya efek negatif *eco-enzyme*, karena lebar daun merupakan karakter yang dapat merespons kondisi lingkungan dan ketersediaan sumber daya secara berbeda dari tinggi tanaman maupun jumlah daun. Rachman et al. (2025) memberikan dukungan terhadap pola tersebut melalui temuan bahwa aplikasi *eco-enzyme* dapat memberikan pengaruh pada sebagian karakter tanaman dan status hara tanah, tetapi tidak semua parameter pertumbuhan menunjukkan respons yang sama. Temuan Zebua et al. (2026) pada tanaman cabai juga menunjukkan bahwa respons beberapa karakter morfologi daun tidak selalu identik dengan respons tinggi tanaman atau biomassa ketika tanaman menghadapi kondisi lingkungan berbeda. Dengan demikian, kesamaan statistik antara P0 dan P3 pada lebar daun perlu dipertahankan sebagai hasil empiris penelitian, bukan dipaksakan untuk mendukung asumsi bahwa konsentrasi yang lebih tinggi selalu menghasilkan daun yang lebih lebar. Perbedaan tersebut justru memperkuat alasan untuk menggunakan lebih dari satu parameter ketika mengevaluasi respons vegetatif tanaman terhadap *eco-enzyme*.

Respons yang tidak seragam antarkarakter juga dapat dipahami dalam konteks interaksi antara bahan organik, media tumbuh, metode aplikasi, dan kondisi tanaman. Pujiastuti et al.

(2023) meneliti efek sisaan *eco-enzyme* dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan serta produksi selada dan menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap *eco-enzyme* dapat diamati dalam konteks perlakuan dan kondisi budidaya tertentu. Hasil tersebut relevan untuk penelitian ini karena *eco-enzyme* diberikan pada media yang juga mengandung tanah, pupuk kandang matang, dan sekam bakar, sehingga respons tanaman tidak dapat dipisahkan sepenuhnya dari lingkungan perakaran. Al-afif dan Damaiyanti (2023) juga menempatkan konsentrasi *eco-enzyme* bersama diameter pot sebagai faktor dalam mengevaluasi pertumbuhan dan pembungaan, sehingga kondisi ruang tumbuh merupakan aspek yang perlu diperhitungkan dalam interpretasi hasil. Radenta et al. (2026) secara khusus menunjukkan bahwa macam dan konsentrasi POC limbah pasar merupakan faktor yang dapat diuji pada pertumbuhan cabai rawit, dengan rancangan yang membedakan jenis bahan dan tingkat konsentrasinya. Temuan tersebut memperkuat bahwa respons cabai rawit terhadap input organik tidak dapat dilepaskan dari karakter bahan dan tingkat aplikasi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu dipahami sebagai respons terhadap *eco-enzyme* limbah kulit buah pada kondisi media, konsentrasi, dan teknik aplikasi yang digunakan, bukan sebagai pola yang otomatis berlaku pada seluruh sistem budidaya cabai.

Dari perspektif pemanfaatan sumber daya, penggunaan *eco-enzyme* limbah kulit buah memberikan peluang untuk menghubungkan pengelolaan limbah organik dengan penggunaan input alternatif dalam budidaya tanaman. Zaini et al. (2025) menunjukkan bahwa limbah pertanian seperti kulit pisang dapat dikembangkan sebagai bahan *biofertilizer* untuk mendukung sistem produksi yang lebih berkelanjutan. Temuan tersebut memberikan konteks bahwa limbah pertanian tidak harus diposisikan hanya sebagai material buangan, tetapi dapat dikaji kembali berdasarkan potensi kandungan dan fungsi agronomisnya. Namun, potensi pemanfaatan tersebut tetap membutuhkan pengujian berdasarkan bahan baku, proses pengolahan, konsentrasi, dan metode aplikasi karena karakter produk akhir dapat berbeda. Novianto dan Bahri (2023) serta Prasetiawati et al. (2023) menunjukkan bahwa aplikasi *eco-enzyme* pada komoditas lain dapat memberikan respons pertumbuhan, tetapi perbedaan tanaman dan teknik pemberian membuat hasil tersebut tidak dapat langsung disamakan dengan cabai rawit. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan tambahan bukti empiris bahwa *eco-enzyme* berbahan limbah kulit buah dapat dikaji sebagai input organik pada cabai rawit, sekaligus menunjukkan perlunya pengujian lebih lanjut terhadap karakter bahan dan efisiensi penggunaannya. Perspektif tersebut memperkuat nilai penelitian bukan hanya dari sisi respons pertumbuhan, tetapi juga dari upaya mengembangkan pemanfaatan limbah organik dalam sistem pertanian.

Jika ketiga karakter vegetatif dipertimbangkan secara bersamaan, P3 dapat dikategorikan sebagai perlakuan yang memberikan respons paling konsisten pada kondisi penelitian ini. Keunggulan P3 terutama terlihat pada tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan pada lebar daun perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan P0. Dengan demikian, istilah “perlakuan terbaik” perlu digunakan secara hati-hati karena masing-masing parameter menghasilkan pola statistik yang tidak sepenuhnya sama. Radenta et al. (2026) menunjukkan pentingnya mengevaluasi macam dan konsentrasi POC secara spesifik pada cabai rawit, sementara Suryani dan Utami (2025) memperlihatkan bahwa evaluasi pupuk organik dapat dikaitkan dengan beberapa komponen pertumbuhan dan hasil. Jika dibandingkan dengan temuan tersebut, penelitian ini memberikan fokus yang lebih spesifik pada respons tiga karakter vegetatif terhadap *eco-enzyme* limbah kulit buah pada satu rentang konsentrasi. Kebaruan hasil penelitian terletak pada pengamatan simultan tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun

sehingga respons perlakuan dapat dinilai secara lebih menyeluruh, termasuk ketika satu parameter tidak mengikuti pola dua parameter lainnya. Berdasarkan keseluruhan pola tersebut, P3 sebesar 30 ml/L merupakan perlakuan yang paling konsisten dalam kondisi penelitian ini, tetapi hasil tersebut belum cukup untuk menyatakan bahwa 30 ml/L merupakan konsentrasi optimum secara universal. Penelitian selanjutnya perlu memperluas rentang konsentrasi, menguji interval aplikasi, mengidentifikasi karakter kimia *eco-enzyme*, serta mengamati fase generatif dan hasil tanaman agar hubungan antara perlakuan dan produktivitas cabai rawit dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Pemanfaatan *eco-enzyme* berbahan limbah kulit buah menunjukkan bahwa bahan organik tersebut memiliki potensi untuk mendukung pertumbuhan vegetatif cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), tetapi respons tanaman bergantung pada karakter pertumbuhan yang digunakan sebagai indikator. Hasil penelitian menegaskan bahwa peningkatan konsentrasi *eco-enzyme* tidak menghasilkan pola yang seragam pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun, sehingga efektivitas perlakuan perlu dinilai berdasarkan keterpaduan beberapa karakter vegetatif. Konsentrasi 30 ml/L merupakan perlakuan yang memberikan respons paling konsisten pada kondisi penelitian, terutama pada pertumbuhan tinggi tanaman dan pembentukan jumlah daun, sedangkan karakter lebar daun menunjukkan pola yang berbeda dan tidak memberikan keunggulan statistik dibandingkan kontrol. Temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan penggunaan *eco-enzyme* tidak semata-mata ditentukan oleh semakin tingginya konsentrasi, melainkan oleh kesesuaian tingkat aplikasi dengan karakter pertumbuhan tanaman yang menjadi sasaran. Dengan demikian, penelitian ini memberikan bukti bahwa pemanfaatan limbah kulit buah melalui *eco-enzyme* dapat menjadi salah satu pendekatan dalam pengembangan input organik sekaligus mendukung pemanfaatan kembali limbah organik dalam budidaya cabai rawit.

Pengembangan hasil penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada pengujian rentang konsentrasi yang lebih luas untuk memperoleh pola respons yang lebih lengkap, termasuk konsentrasi di bawah dan di atas rentang yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian interval pemberian yang berbeda juga diperlukan untuk mengetahui keterkaitan antara frekuensi aplikasi dan respons pertumbuhan tanaman secara lebih terukur. Selain itu, karakteristik kimia *eco-enzyme* dan media tanam perlu dianalisis agar hubungan antara sifat bahan, kondisi media, dan respons tanaman dapat dijelaskan dengan lebih kuat. Penelitian berikutnya juga perlu memperluas pengamatan hingga fase generatif dengan memasukkan komponen produktivitas dan kualitas hasil, sehingga efektivitas *eco-enzyme* tidak hanya dinilai berdasarkan pertumbuhan vegetatif. Pendekatan tersebut dapat memberikan dasar yang lebih komprehensif untuk menentukan strategi pemanfaatan *eco-enzyme* yang efisien, sesuai kondisi budidaya, dan mendukung pengembangan sistem pertanian cabai rawit yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-afif, D. M., & Damaiyanti, D. R. R. (2023, June). Pengaruh konsentrasi *eco-enzyme* dan perbedaan diameter pot terhadap pertumbuhan dan pembungaan tanaman pacar air (*Impatiens hawkeri* Bull). *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia*, 1(01). <https://epros.perhorti.id/index.php/epros/article/view/49>

- Hastuti, P. B., & Titiaryanti, N. M. (2022). Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre nursery dengan berbagai konsentrasi eco enzyme dan dosis NPK. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 598–606.
<https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/1953/0>
- Howeidi, M. A. R., Manea, A. I., & Slomy, A. K. (2023, April). Effect of bio-fertilizer and banana peel extract on the vegetative traits and yield of carrot plants. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1158(4), 042035. IOP Publishing.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1158/4/042035/meta>
- Ikhwanudin, T., Tyas, W., & Utami, D. T. (2026, July). Pengaruh aplikasi ekstrak bawang merah sebagai ZPT alami terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). In *PROSISI: Prosiding Seminar Nasional Saintek*, 1(1), 292–299.
<https://proceeding.unuha.ac.id/index.php/saintek/article/view/12>
- Langsa, T. A., Dhaifullah, M. D., Fatekhah, P. N., Namira, Sitogasa, A. M. R. N., & Ardisty, P. S. (2024). Pemanfaatan limbah organik kulit buah melalui eco enzyme sebagai solusi berkelanjutan di Mlaja Madura. *Environmental Engineering Journal of Community Dedication*, 4(1), 1–7.
<https://environation.upnjatim.ac.id/index.php/environation/article/view/12>
- Nelvia, Repi, Rahmadina, R., & Idris, M. (2024). Pengaruh pemberian ekoenzim dari limbah kulit jeruk terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *BIO-CONS: Jurnal Biologi dan Konservasi*, 6(1), 695–710.
<https://doi.org/10.31537/biocons.v6i1.1744>
<https://jurnal.unipar.ac.id/index.php/biocons/article/view/1744>
- Novianto, N., & Bahri, S. (2023). Respon pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) terhadap pemberian pupuk organik cair eco enzim. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(1), 1–5. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JA/article/view/5773>
- Prasetiawati, E. T., Nugroho, A. S., & Prasetyo, P. (2023). Pengaruh pemberian eco enzyme melalui teknik spray daun terhadap pertumbuhan dan bobot basah pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem hidroponik. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 7(2), 105–115.
<https://ejournal.gunadarma.ac.id/archive/index.php/jpp/article/view/8998>
- Prasetyo, A., Suriyanti, S., & Robbo, A. (2025). Pengaruh penggunaan pupuk kandang ayam dan pupuk organik cair batang pisang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 6(1), 21–28.
<https://jurnal.fp.umi.ac.id/index.php/agrotekmas/article/view/720>
- Pujiastuti, E. S., Tampubolon, Y. R., Trina, S. T., Tarigan, J. R., & Siahaan, F. R. (2023). Pengaruh efek sisaan eco enzyme dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi selada. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1), 33–41.
<https://journal.unwim.ac.id/index.php/paspalum/article/view/488>
- Rachman, I. A., Umasugi, B., Aji, K., & Hakim, N. F. A. (2025). Effect of eco-enzyme application on soil nutrient and plant productivity of green mustard-peanut in inceptisol. *Jurnal Kultivasi*, 24(2), 9. <https://journal.unpad.ac.id/kultivasi/vol24/iss2/9/>
- Rahayu, N. Y., Djawartiningih, R., & Sulistyono, A. (2022). Pengaruh jenis dan tingkat konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*). *Jurnal Agrium*, 19(3), 197–206.
<https://ojs.unimal.ac.id/agrium/article/view/8717>



- Radenta, M. Y. S., Rahayu, E., & Syah, R. F. (2026). Pengaruh macam dan konsentrasi pupuk organik cair limbah pasar terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *AGROFORETECH*, 4(1), 47–56. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/2359>
- Salsabila, R. K. (2023). Pengaruh pemberian ekoenzim sebagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(1), 50–59. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/17456>
- Sidqi, I. F. (2022). Pengaruh pupuk kandang ayam dan eco enzyme terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Muria Jurnal Agroteknologi (MJ-Agroteknologi)*, 1(2), 13–21. <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/mjagrotek/article/view/9103>
- Sinaga, C. O., Fahmi, M. N., Andari, S., Harefa, M. S., & Hidayat, S. (2024). The pembuatan eco-enzyme dari limbah organik buah dan sayur sebagai pupuk organik cair: Studi kasus Pasar Raya Medan Mega Trade Centre (MMTC). *Jurnal Masyarakat Mengabdikan Nusantara*, 3(2), 30–35. <https://ejurnal.stipas.ac.id/index.php/jmmn/article/view/230>
- Soverda, N., Swari, E., Neliyati, N., Putri, D., & Wahyuni, D. (2024). Growth response of pak choi (*Brassica rapa* L.) on different concentrations and intervals of eco-enzyme applications. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 52(1), 82–91. <https://journal.ipb.ac.id/jurnalagronomi/article/view/53868>
- Sugianto, D., Sulistyono, A., & Triani, N. (2022). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap pemberian konsentrasi paclobutrazol dan dosis pupuk organik cair limbah buah pisang. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 939–945. <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/2079>
- Suryani, R., & Utami, R. S. (2025). Efektivitas pupuk organik cair dan pupuk NPK pada pertumbuhan dan hasil tanaman cabai. *PUCUK: Jurnal Ilmu Tanaman*, 5(2), 215–230. <https://www.jurnal.faperta-unras.ac.id/index.php/pucuk/article/view/544>
- Wahyuningsih, D. R., Cundari, L., Komariah, L. N., Arita, S., Alisan, C. P., Andini, H. P., ... & Sinta, E. C. (2024). Pengoptimalan limbah kulit buah sebagai pupuk organik cair dengan molase dan bioaktivator EM4 untuk peningkatan produktivitas pertanian. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, 7(2), 389–398. <https://riset.unisma.ac.id/index.php/jipemas/article/view/20971>
- Zaini, N. S. M., Zainuddin, N., Fauzi, N. A. S. A., Nor-Khaizura, M. A. R., & Abd Rahim, M. H. (2025). Agricultural waste-derived biofertilizers for sustainable mushroom cultivation: A case study using banana peel. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 21(5), 2747–2758. <https://mjfas.utm.my/index.php/mjfas/article/view/3517>
- Zebua, H. P., Halawa, H. J., Hulu, S. A. K., Zebua, S. N., & Mendrofa, P. Z. (2026). Pengaruh naungan terhadap aktivitas fotosintesis dan hasil produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Ilmu Agroteknologi Indonesia*, 2(1), 33–38. <https://sihojournal.com/index.php/jigrona/article/view/1309>