



PENGARUH EKO-ENZIM TERHADAP HASIL DAN MUTU BENIH KEDELAI (*Glycine Max L.*)

Elly Indra Swari¹, Jasminarni², Herni Dwinta Pebrianti³, Gusniwati⁴
^{1,2,3,4}Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email penulis korespondensi: hernipebrianti@unja.ac.id

Abstract

*This study aimed to examine the effect of eco-enzyme application on the growth, yield, and seed quality of soybean (*Glycine max L.*), as well as to determine the optimal concentration for promoting optimal growth. The research was conducted at the Teaching and Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Jambi, using a one-factor randomized complete block design (RCBD) consisting of five eco-enzyme concentration treatments (P0: 0 ml/L, P1: 10 ml/L, P2: 20 ml/L, P3: 7 ml/L + 3 ml/L foliar spray, P4: 14 ml/L + 6 ml/L foliar spray) with five replications. The results showed that eco-enzyme application had a significant effect on plant height, stem diameter, number of branches, and flowering time. Treatment P3 yielded the best results, with a plant height of 58.1 cm, stem diameter of 4.73 mm, and accelerated flowering time to 29.8 days compared to the control. Meanwhile, the highest number of branches was observed in treatment P4, with an average of 4.97 branches per plant. These findings demonstrate that eco-enzyme can function as an environmentally friendly organic biostimulant to support the enhancement of growth and seed quality in soybean.*

Keywords: *Biostimulant, Eco-enzyme, Plant growth, Seed quality*

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max L.*) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang penting di Indonesia sebagai sumber utama dari protein nabati, serta memiliki nilai penting karena mampu menyuplai kebutuhan gizi masyarakat dan sebagai sumber pendapatan bagi petani. Kedelai juga merupakan sumber lemak, vitamin dan mineral. Kadar protein biji kedelai kurang lebih 35%, karbohidrat 35%, dan lemak 15%. Kedelai banyak dikonsumsi dalam bentuk olahan seperti tempe, tahu, kecap, susu kedelai dan dalam bentuk makanan lainnya (Rohmah dan Saputro, 2016).

Kedelai menjadi komoditas strategis ketiga setelah padi dan jagung. Kebutuhan kedelai akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan juga kebutuhan bahan baku industri olahan pangan. Kebutuhan kedelai yang tinggi tidak berbanding lurus dengan produksi kedelai di Indonesia karena produksi kedelai di dalam negeri belum cukup memenuhi kebutuhan kedelai tersebut. Produksi kedelai nasional pada tahun 2022 yaitu sebanyak 594.629 ton dengan luas panen 344.455 ha dan produktivitasnya 1,72 ton *ha*⁻¹. Hal ini mengindikasikan bahwa Indonesia harus mengimpor kedelai dalam jumlah yang banyak guna untuk memenuhi kebutuhan kedelai di dalam negeri (BPS, 2022).

Salah satu penyebab rendahnya produktivitas kedelai adalah mutu benih yang digunakan. Benih yang bermutu akan menentukan keberhasilan pertumbuhan dan perkembangan serta produksi yang optimal. Oleh karena itu ketersediaan benih kedelai yang unggul pada waktu yang tepat sangat diperlukan. Penggunaan benih kedelai bermutu tinggi merupakan kunci utama dalam memperoleh hasil yang tinggi. Agar diperoleh tanaman yang seragam dengan populasi optimal harus menggunakan benih yang bermutu tinggi. Sifat-sifat benih kedelai yang bermutu tinggi

diantaranya mempunyai vigor yang baik dan mempunyai daya kecambah yang baik (Lamina, 2009).

Teknik budidaya kedelai di lapangan akan menentukan mutu benih kedelai yang dihasilkan. Salah satu komponen teknik budidaya adalah pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Hal yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai adalah ketersediaan unsur hara, kesuburan tanah, ketersediaan air, hama dan penyakit. Kesuburan tanah berperan penting dalam pertumbuhan tanaman yang akan berpengaruh pada produksi tanaman. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah sehingga akan meningkatkan produksi tanaman kedelai (Tamba, *et al.*, 2017).

Salah satu jenis bahan organik yang bisa digunakan yaitu eko-enzim. Eko-enzim adalah larutan hasil fermentasi senyawa organik kompleks yang berasal dari sampah organik seperti sayuran dan kulit buah-buahan dengan campuran gula dan air (Hemalatha dan Visantini, 2020). Produk eko-enzim dapat disemprotkan ke tanaman atau dikocor ke tanah karena mengandung sejumlah enzim seperti tripsin, amilase, asam organik seperti asam asetat (H_3COOH), dan sejumlah mineral hara tanaman seperti N, P, dan K, serta mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, dan sebagai agen pengendali hama dan penyakit tanaman (Susilowati, *et al.*, 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa eko-enzim dapat meningkatkan total nitrogen dan bahan organik dalam tanah karena adanya enzim aktif, bahan organik dan flora mikro didalamnya (Tong dan Liu, 2020).

Eko-enzim dapat berperan sebagai bioaktivator dan biostimulan. Bioaktivator adalah bahan yang mengandung mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi bahan organik yang mengandung selulosa, yang berperan dalam meningkatkan proses pengomposan (Sutrisno *et al.*, 2020). Eko enzim dapat berperan sebagai bioaktivator karena eko-enzim mengandung enzim alami seperti protease, lipase dan amilase yang mempercepat proses pengomposan bahan organik, selain itu eko-enzim juga meningkatkan kesuburan tanah karena mengandung mikroba baik yang membantu aktivitas mikroorganisme tanah serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, hama serta nematoda (lerner *et al.*, 2021). Selain itu, eko-enzim juga berperan sebagai biostimulan, Biostimulan adalah campuran senyawa bioaktif dari tanaman atau mikroorganisme yang digunakan pada tanaman untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, toleransi terhadap tekanan lingkungan non-hidup, serta untuk meningkatkan kualitas tanaman (Du Jardin, 2015). Eko-enzim dapat berperan sebagai biostimulan karena eko-enzim mengandung hormon alami seperti auksin dan sitokinin yang dapat merangsang pertumbuhan daun, batang, dan juga polong pada kedelai. Kandungan asam organik dan enzim pada eko-enzim dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis dan penyerapan karbon dioksida (CO_2) sehingga tanaman lebih produktif. Kandungan eko-enzim yang berasal dari sisa buah dan sayuran yang telah terurai akan menghasilkan nitrogen yang bermanfaat meningkatkan organisme dan mikroorganisme tanah sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan tinggi tanaman (Hasanah, *et al.*, 2020).

Eco enzym dapat meningkatkan produktivitas tanaman kacang kedelai edamame, dengan perlakuan terbaik adalah pada perbandingan 1 : 100 (eco enzim : air) (Lubis *et al.*, 2022). Hal ini dapat dilihat dari jumlah polong yang diperoleh dari hasil penelitian lebih besar (32-34 polong/tanaman) daripada deskripsi jumlah polong pada benih edamame komersil (13 polong/tanaman). Hasil penelitian menunjukkan pemberian *eco enzyme* dengan konsentrasi 20mL L^{-1} air memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi per tanaman, jumlah cabang primer, bobot 100 biji dan hasil per hektar namun tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga (Soverda, *et al.*, 2023). Hingga saat ini, penelitian tentang pengaruh eko-enzim terhadap mutu benih belum ada sehingga perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari eko-enzim terhadap mutu benih kedelai.

METODE

Desain Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian, Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan (*Teaching and Research Farm*) Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Desa Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi. Waktu penelitian adalah Bulan Juni sampai dengan Desember 2025.

Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan yaitu pemberian eko-enzim dalam 5 taraf perlakuan yaitu:

P0 : konsentrasi eko-enzim 0 ml L⁻¹

P1 : konsentrasi eko-enzim 10 ml L⁻¹ dikocor

P2 : konsentrasi eko-enzim 20 ml L⁻¹ dikocor

P3 : konsentrasi eko-enzim 7 ml L⁻¹ dikocor + 3 ml L⁻¹ disemprot

P4 : konsentrasi eko-enzim 14 ml L⁻¹ dikocor + 6 ml L⁻¹ disemprot

Percobaan ini terdiri dari 5 taraf perlakuan dengan kali 5 ulangan sehingga didapatkan 25 petakan dengan ukuran setiap petakan 3 meter × 2 meter. Jarak antar ulangan 100 cm dan jarak antar perlakuan 50 cm. Jarak tanam yang digunakan dalam petakan adalah 35 cm × 20 cm sehingga dalam satu petakan terdapat 40 tanaman. Pada setiap petak percobaan diambil 5 tanaman sampel sehingga jumlah tanaman sampel seluruhnya berjumlah 125 tanaman sampel.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Eko-Enzim

Eko-Enzim yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah kulit buah dan sayur dan difermentasi di wadah kedap udara selama 3 bulan. Eko-enzim yang siap dipanen memiliki ciri-ciri berwarna kecoklatan dan beraroma asam segar.

Persiapan Lahan

Tanah dicangkul dan digemburkan, lalu dibuat petak percobaan sebanyak 25 petakan dengan ukuran masing-masing petak 3m x 2m dengan ukuran tinggi petakan 25 cm.

Pemberian Pupuk Kotoran Ayam

Pemberian pupuk kotoran ayam pada penelitian ini adalah sebagai pupuk dasar. Pemberian pupuk kotoran ayam dilakukan seminggu sebelum tanam dengan cara disebar disetiap petakan lalu diaduk merata. Rekomendasi pupuk kotoran ayam yang digunakan pada tanaman kedelai adalah 10 ton.ha-1 (Zahrotun *et al.*, 2019).

Penanaman

Penanaman benih kedelai dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman ± 3 cm dan jarak tanam 35 cm x 25 cm, dengan menanam 3 benih kedelai pada setiap lubang. Kemudian ditutup kembali dengan tanah dan disiram.

Pemberian Perlakuan

Eko-enzim diberikan setelah 2 minggu setelah tanam. Untuk pemberian selanjutnya dilakukan seminggu sekali, pengaplikasian dilakukan sebanyak 9 kali selama penelitian berlangsung. Sebelum diaplikasikan, eko-enzim terlebih dahulu diencerkan dengan air sesuai dengan perlakuan. Pemberian perlakuan dilakukan dengan cara disemprotkan ke daun dan juga dikocor. Penyemprotan dilakukan menggunakan hand sprayer ke seluruh daun tanaman sampai basah, penyemprotan dilakukan pada sore hari.

Pemanenan

Pemanenan dilakukan pada saat polong kedelai sudah masak, untuk kedelai Varietas Detap-1 umur polong yang masak berkisar pada umur 78 hari. Kedelai yang siap dipanen memiliki ciri-ciri yaitu kulit polong berwarna kecoklatan, polong berisi penuh, batang berwarna kecoklatan, daun menguning dan berguguran. Pemanenan ini dilakukan dengan cara mencabut tanaman dengan menggunakan tangan.

Pengujian Mutu Benih

Setelah dilakukan pemanenan dan dikeringkan, kemudian kedelai diuji mutu benihnya untuk mengetahui apakah memiliki mutu yang baik sehingga bisa digunakan sebagai benih untuk ditanam kembali. Pengujian mutu benih meliputi pengujian vigor dan viabilitas dari benih kedelai dengan metode UKDdp (Uji Kertas Digulung dalam plastik) yang dihitung pada hari ke-3 dan ke-5. Benih sebanyak 25 butir setiap perlakuan dikecambahkan pada kertas stensil lembab, tiga lembar untuk lapisan bawah dan dua

lembar untuk lapisan atas. Benih yang sudah diletakkan di dalam kertas stensil kemudian digulung dalam plastik dan disimpan dalam germinator dengan suhu 27-30 °C. Kemudian diamati benih yang mengalami kecambah normal, abnormal dan juga kecambah yang mati..

Variabel Pengamatan

Tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang.

Teknik analisis data

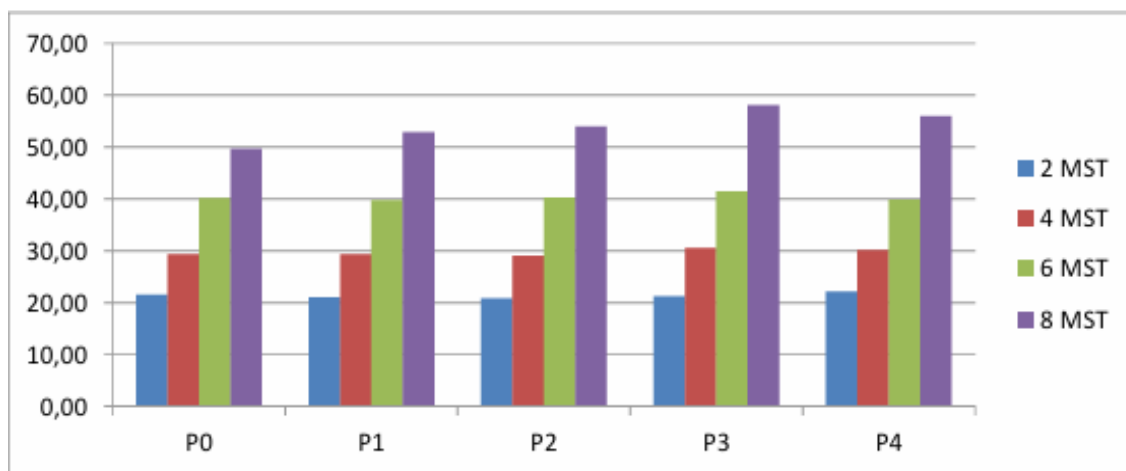
Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati, maka data hasil pengamatan dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Sedangkan untuk melihat perbedaan antara perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian eko-enzim berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman kedelai. Tinggi tanaman pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.

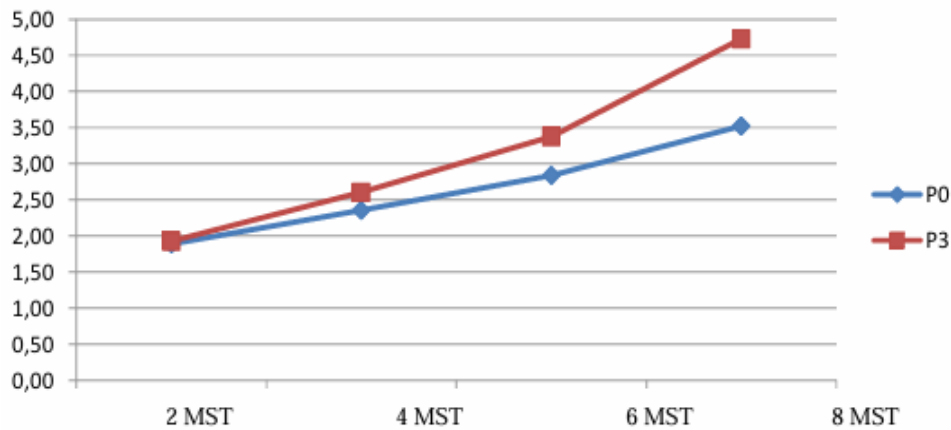


Gambar 1. Diagram Tinggi Tanaman Umur 8 MST

Berdasarkan gambar 1 tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan P3 memberikan hasil tinggi tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada setiap minggunya. Pada umur 6 MST dapat dilihat bahwa tinggi tanaman kedelai terlihat sama dan seragam, tetapi pada 8 MST perlakuan P3 mengalami peningkatan tinggi yang lebih signifikan dibandingkan perlakuannya lainnya.

Diameter Batang

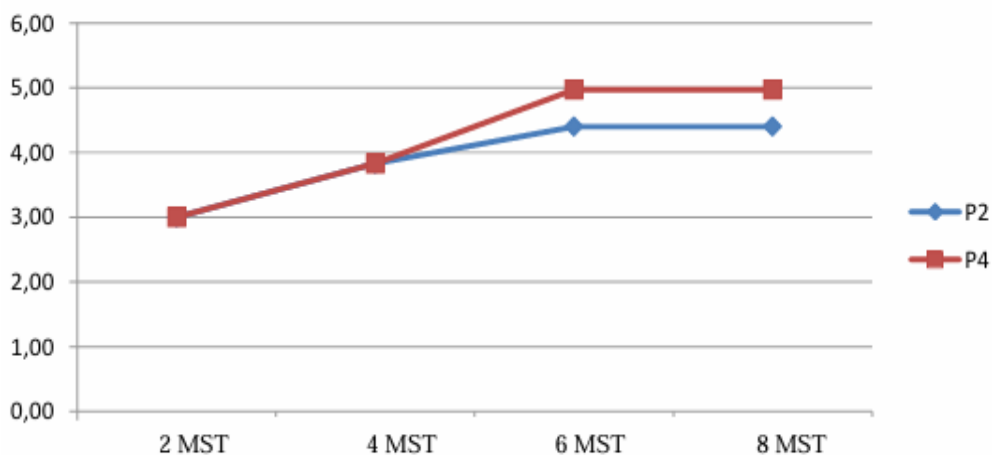
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian eko-enzim berpengaruh terhadap diameter batang tanaman kedelai. Berdasarkan grafik 2 menjelaskan bahwa pemberian eko-enzim dengan dosis 7 mL-1 dikocor + 3 mL-1 disemprot mengalami peningkatan diameter batang yang lebih signifikan setiap minggunya daripada tanpa pemberian eko enzim. Pada minggu ke 4, diameter batang tanaman kedelai pada perlakuan P3 mengalami peningkatan sebesar 0,68 mm, sedangkan pada perlakuan P0 mengalami peningkatan sebesar 0,47 mm. Namun, pada minggu ke 8 perlakuan P3 mengalami peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan perlakuan P0, yaitu sebesar 1,35 mm : 0,68 mm.



Gambar 2. Grafik Diameter Batang Tanaman Kedelai Umur 8 MST

Jumlah Cabang

Berdasarkan hasil analisis ragam, pemberian eko-enzim berpengaruh terhadap jumlah cabang tanaman kedelai. Grafik 3 menjelaskan bahwa pada umur 4 MST pemberian eko-enzim yang berbeda konsentrasi menunjukkan pertumbuhan jumlah cabang yang berbeda pula. pemberian eko-enzim dengan konsentrasi 14 ml L^{-1} dikocor + 6 ml L^{-1} disemprot menghasilkan jumlah cabang lebih banyak dibandingkan dengan pemberian eko-enzim dengan konsentrasi 20 ml L^{-1} dikocor.



Gambar 3. Grafik Jumlah Cabang pada Perlakuan P2 dan P4

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian eko-enzim berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif dan fase generatif tanaman kedelai, terutama pada parameter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, dan umur berbunga. Pemberian eko-enzim dengan dosis 7 ML.L^{-1} dikocor + 3 mL.L^{-1} disemprot (P3) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 58,1 cm, berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol tanpa eko-enzim dengan rata-rata. Tinggi tanaman yang lebih baik pada perlakuan ini menunjukkan bahwa aplikasi eko enzim mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel (Fernández & Brown, 2013). Hal ini sejalan dengan laporan Yuliana *et al.*, (2020) bahwa aplikasi pupuk organik cair meningkatkan tinggi tanaman kedelai melalui

perbaiki status nutrisi daun.

Diameter batang tanaman juga mengalami peningkatan nyata pada perlakuan P3 (4,73 mm) dibandingkan kontrol (3,52 mm). Peningkatan diameter batang ini menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang lebih kokoh, yang berfungsi menopang tajuk tanaman sekaligus mendukung proses translokasi asimilat (Gardner *et al.*, 2016). Menurut Putri *et al.*, (2022), pemberian pupuk organik cair berbasis bahan fermentasi dapat memperkaya unsur N, P, dan K, yang berperan penting dalam pembentukan jaringan batang. Hal ini juga diperkuat oleh temuan Sosnowski *et al.*, (2023), bahwa keseimbangan hormon auksin dan sitokinin yang didukung pasokan nutrisi memadai mendorong pembelahan sel meristematis, sehingga batang tumbuh lebih tebal dan kuat. Pada parameter diameter batang, hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P3 menghasilkan diameter batang sebesar 4,73 mm. Walaupun deskripsi varietas DETAP-1 tidak mencantumkan data diameter batang, hasil penelitian ini membuktikan bahwa aplikasi eko-enzim dapat memperkuat pertumbuhan batang kedelai. Hal ini disebabkan kandungan kalium yang tinggi dalam bahan penyusun eko-enzim, seperti kulit pisang, yang berperan dalam pembentukan jaringan penguat tanaman (Suprpto, 2017). Kalium diketahui berfungsi mempertebal dinding sel dan memperkuat batang sehingga tanaman mampu menopang tajuknya dengan lebih baik (Gardner *et al.*, 2016).

Jumlah cabang terbanyak diperoleh pada perlakuan P4 (14 mL L⁻¹ dikocor + 6 mL L⁻¹ disemprot), yaitu rata-rata 4,97 cabang per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi eko-enzim dalam batas tertentu dapat merangsang pertumbuhan cabang melalui aktivasi meristem aksilar (Taiz *et al.*, 2018). Menurut Suprpto (2017), cabang yang lebih banyak berpotensi meningkatkan jumlah titik tumbuh generatif yang pada akhirnya dapat menambah jumlah polong. Namun, pada dosis lebih tinggi (20 mL L⁻¹ dikocor; P2), jumlah cabang justru menurun, yang mengindikasikan adanya batas optimum konsentrasi. Fenomena ini sesuai dengan temuan Prasetyo *et al.*, (2019) bahwa dosis pupuk organik cair yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres fisiologis dan menurunkan efisiensi penyerapan hara.

Berdasarkan penelitian Nerty Soverda *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa pemberian eko-enzim pada kedelai memang dapat memengaruhi karakteristik morfologi dan hasil, meskipun pada beberapa parameter perbedaannya tidak signifikan karena pengaruh faktor lingkungan, termasuk gulma. Dalam penelitian lanjutan, Soverda *et al.*, (2024) juga menegaskan bahwa efektivitas eko-enzim sangat ditentukan oleh konsentrasi dan metode aplikasinya, sehingga pemilihan dosis optimum menjadi hal penting dalam budidaya kedelai.

Secara keseluruhan, pemberian eko-enzim dosis sedang dengan kombinasi aplikasi akar dan daun (P3) memberikan hasil terbaik karena mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif (tinggi dan diameter batang) sekaligus mempercepat fase generatif (umur berbunga), sementara dosis lebih tinggi (P4) lebih berperan pada percabangan. Hal ini menegaskan bahwa respons tanaman kedelai terhadap eko-enzim bersifat dosis-spesifik, konsisten dengan prinsip bahwa input biostimulan organik tidak selalu linier terhadap pertumbuhan, melainkan memiliki titik optimum yang berbeda sesuai kondisi lingkungan dan genetik tanaman (Fernández & Brown, 2013) (Soverda *et al.*, 2023).

Secara keseluruhan, kombinasi kandungan bioaktif dari bahan penyusun eko-enzim terbukti mendukung pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang) dan generatif (umur berbunga) tanaman. Temuan ini menegaskan bahwa mekanisme kerja eko-enzim sangat terkait dengan kandungan masing-masing bahan, di mana dosis optimum (P3) mampu menghasilkan pertumbuhan terbaik pada kedelai. Aplikasi eko-enzim dalam penelitian dilakukan dengan dua cara, yaitu dikocor ke tanah dan disemprotkan ke daun. Cara pengaplikasian ini sangat mempengaruhi efektivitas penyerapan unsur hara oleh tanaman kedelai. Aplikasi dikocor ke tanah memungkinkan nutrisi dan senyawa bioaktif hasil fermentasi, seperti asam organik, enzim, serta mineral dari kulit buah dan daun, langsung masuk ke dalam tanah dan memperbaiki ketersediaan unsur hara di sekitar perakaran. Hal ini mendukung pertumbuhan akar yang sehat serta suplai nitrogen, fosfor, dan kalium yang lebih optimal,

sehingga tanaman tumbuh lebih tinggi dan batang menjadi lebih kokoh. Hasil ini sejalan dengan penelitian, di mana perlakuan P3 (7 mL L⁻¹ dikocor + 3 mL L⁻¹ disemprot) menghasilkan tinggi tanaman dan diameter batang terbaik.

Sementara itu, aplikasi disemprot ke daun (foliar application) berfungsi mempercepat penyerapan unsur hara dan senyawa bioaktif melalui stomata dan permukaan daun. Nutrisi yang langsung masuk ke jaringan daun dapat segera digunakan dalam proses fotosintesis, meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman, dan mempercepat transisi dari fase vegetatif ke fase generatif (Fernández & Brown, 2013). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa perlakuan P3 mampu mempercepat umur berbunga tanaman (29,8 hari), lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Kombinasi kedua cara aplikasi tersebut memberikan efek sinergis, dikocor memperbaiki ketersediaan hara dalam tanah dan mendukung pertumbuhan vegetatif (tinggi dan diameter batang), sementara disemprot mempercepat suplai nutrisi langsung ke daun sehingga meningkatkan fotosintesis dan mempercepat fase berbunga. Mekanisme ganda ini menjelaskan mengapa perlakuan P3 yang menggunakan kombinasi aplikasi menghasilkan pertumbuhan dan perkembangan terbaik dibandingkan perlakuan lain.

KESIMPULAN

Pemberian eko-enzim berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kedelai, dengan perlakuan terbaik pada dosis 7 mL L⁻¹ dikocor + 3 mL L⁻¹ disemprot (P3) yang meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, dan mempercepat umur berbunga

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih atas pendanaan untuk penelitian ini. Pekerjaan ini didukung oleh Dana PNBPFakultas Pertanian Tahun 2025.

REFERENSI

- BPS. (2022). *Statistik kedelai Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik.
- Du Jardin, P. (2015). Biostimulan tanaman: Definisi, konsep, kategori utama, dan regulasi. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Fernández, V., & Brown, PH (2013). Dari nutrisi tanaman menuju nutrisi tanaman: Jalur metabolisme dan konsep multinutrisi pemupukan daun. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32 (6), 401–420. <https://doi.org/10.1080/07352689.2013.799403>
- Gardner, FP, Pearce, RB, & Mitchell, RL (2016). *Fisiologi tanaman budidaya*. Pers UI.
- Hasanah, Y., Mawarni, L., Hanum, H. 2020. Eco-enzyme and its benefits for organic rice production and disinfectant. *Journal of Saintech Transfer (JST)*, 8(2): 119-128
- Hemalatha, M., & Visantini, P. 2020. Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal based effluent. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 716, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
- Lamina, 2009. *Kedelai dan Pengembangannya*, CV. Simplex. Jakarta.
- Lerner, A. W., Guimarães, V. F., Brito, T. S., Röske, V. M., Cecatto Junior, R., Silva, A. S. L., & Weizenmann, J. C. (2021). Inoculation methods of *Azospirillum brasilense* associated to the application of soil bioactivator in the maize crop. *Communications in Plant Sciences*, 11(2021), 67–75.
- Lubis N, Wasito M, Leni M, Siti T, daln Hasril, W. 2022. Potensi Eko enzyme dari Limbah Organik Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman. ISBN : 978-979-1230-74-2. Universitas Pembangunan Panca Budi. Medan.
- Putri, R., Soverda, N., & Swari, D. (2022). Aplikasi eko-enzim dalam peningkatan pertumbuhan tanaman pangan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 14 (1), 22–31.
- Rohmah, E. A., dan T. B. Saputro. 2016. Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobongan Pada Kondisi Cekaman Genangan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2):29-30.

- Soverda, N., & Swari, D. (2023). Pengaruh aplikasi eko-enzim terhadap morfologi dan hasil kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 51 (2), 112–120.
- Soverda, N., Swari, D., & Putri, R. (2024). Respons kedelai edamame terhadap aplikasi eko-enzim pada berbagai konsentrasi. *Jurnal Ilmu Tanaman Tropis*, 41 (1), 77–86.
- Sosnowski, J., Nowak, K., & Kowalska, M. (2023). Pengendalian pertumbuhan tunas aksiler pada legum yang dimediasi sitokinin. *Regulasi Pertumbuhan Tanaman*, 100 (1), 15–28. <https://doi.org/10.1007/s10725-023-00894-7>
- Suprpto, H. (2017). Kalium dan memasukkannya ke dalam pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 19 (1), 23–29.
- Susilowati, L. E., Ma'Shum, M., & Arifin, Z. 2021. Pembelajaran tentang pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai bahan baku eko-enzim. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(4), 356-362.
- Sutrisno, E., Wahyuni, S., & Hartati, R. (2020). Peranan bioaktivator dalam percepatan pengomposan bahan organik. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 9 (2), 55–63.
- Tamba, H., T. Irmansyah, Y. Hasanah. 2017. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap Aplikasi Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Organik Cair. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(2):308-309.
- Tong, Y., & Liu, B. 2020. Test research of different material made garbage enzyme's effect to soil total nitrogen and organic matter. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 510, No. 4p. 042015). IOP Publishing.
- Yuliana, L., Hasanah, N., & Sari, D. (2020). Aplikasi biostimulan alami terhadap pertumbuhan kedelai. *Jurnal Biologi dan Pertanian*, 8 (2), 55–62.