



Respon pertumbuhan dan hasil Kedelai (*Glycine max L. Merr.*) dengan pemberian NPK dan ekoenzim

*Growth and Yield Response of Soybean (*Glycine max L. Merr.*) to NPK and Eco-Enzyme Application*

Ediwirman¹⁾, Syaifrudin Islami²⁾, Indah Permata Sari²⁾

¹⁾Program Studi Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa Padang, Indonesia

²⁾Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa Padang, Indonesia

*corresponding author: ediwirman_tamsis@yahoo.co.id

Article History:

Received : 01-06-2025
Revised : 05-07-2025
Accepted : 09-07-2025
Online : 10-07-2025

Keywords:

eco-enzyme;
NPK;
Soybean.

Kata Kunci:

Ekoenzim;
NPK;
Kedelai.

Abstract: The study aimed to obtain the interaction of NPK and ecoenzymes on the growth and yield of soybean plants, thus reducing the use of NPK. The experiment was conducted on dry land in Kuranji-Padang, at an altitude of 10 m above sea level, from May to August 2023. The study used a factorial completely randomized design (CRD) (4 x 3) with 3 replications. The first factor was ecoenzyme consisting of 3 levels; 0, 5, 10, and 15 ml/l water. The second factor is NPK which consists of 3 levels, namely; 100, 200, and 250 kg/ha. Parameters observed; plant height, number of primary branches, number of leaves, number of effective root nodules, number of pods per plant, number of empty pods, pod length, 100 seed weight, and dry weight of seeds/plot. Data were investigated for variance, if the effect was significant, it was followed by the 5% level of Honest Real Difference (BNJ) test. Data were analyzed using Statistix software ver. 8. The results showed a significant interaction between NPK 200 kg/ha with 0 ml/l ecoenzyme on the growth of soybean plant height. NPK at 200 kg/ha significantly affected the number of primary branches, the number of pods, and the dry weight of seeds/plot. Ecoenzyme was not significant on the number of primary branches, number of leaves, number of root nodules, or pod length of soybean plants. Optimization of ecoenzymes needs to be done by reducing the rate of NPK fertilizer given.

Abstrak: Penelitian bertujuan mendapatkan interaksi NPK dan ekoenzim terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, sehingga mengurangi penggunaan NPK. Percobaan dilakukan pada lahan kering di Kuranji-Padang, dengan ketinggian 10 m dpl, mulai bulan Mei sampai Agustus 2023. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial (4 x 3) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah ekoenzim yang terdiri 3 taraf; 0, 5, 10, dan 15 ml/l air. Faktor kedua adalah NPK yang terdiri dari 3 taraf, yaitu; 100, 200, dan 250 kg/ha. Parameter diamati; tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif, jumlah polong bernas per tanaman, jumlah polong hampa, panjang polong, bobot 100 biji, dan bobot kering biji/plot. Data disidik ragam, apabila berpengaruh nyata dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%. Data dianalisis menggunakan software Statistix ver. 8. Hasil penelitian menunjukkan interaksi signifikan antara NPK 200 kg/ha dengan ekoenzim 0 ml/l terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kedelai. NPK sebanyak 200 kg/ha berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang primer, jumlah polong bernas, serta bobot kering biji/plot. Ekoenzim tidak signifikan terhadap jumlah cabang primer, jumlah daun, jumlah bintil akar, maupun panjang polong tanaman kedelai. Optimasi ekoenzim perlu dilakukan dengan penurunan takaran pupuk NPK yang diberikan.



A. LATAR BELAKANG

Kedelai merupakan salah satu komoditi pangan yang memiliki nilai ekonomi. Kedelai tidak hanya sumber protein utama, tetapi juga lemak bagi kepentingan hidup manusia (Liu et al., 2020). Kedelai juga dijadikan sebagai pakan ternak dan minyak goreng, dan bahan baku sebagai sumber energi (Kodadinne Narayana et al., 2024). Oleh sebab itu berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan produksi Kedelai, sehingga menjamin kebutuhan kedelai.

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap kedelai dengan produksi rendah, sehingga untuk memenuhi kebutuhan kedelai dilakukan impor. Kedelai diimpor dari negara produsen kedelai seperti Amerika. (Badan Pusat Statistika, 2024) Badan Pusat Statistik (2024) melaporkan bahwa, volume impor kedelai selama periode 2020 sampai 2023 rata-rata mencapai 2,36 juta ton dan ada tren peningkatan. (Pratiwi et al., 2025) menyatakan bahwa, produksi kedelai dalam negeri hanya mencukupi 25 – 30% dari kebutuhan nasional. Oleh sebab itu berbagai strategi dan upaya peningkatan produksi kedelai perlu terus dilakukan. (Leng et al., 2023); (Qu et al., 2020), beberapa faktor yang berkontribusi positif terhadap peningkatan produksi kedelai adalah ketersediaan lahan, penggunaan pupuk yang optimal, dan benih unggul bermutu yang digunakan. Meskipun demikian pengembangan kedelai masih dihadapkan pada tantangan utama diantaranya produktivitas kedelai yang rendah (Zikri et al., 2020), dan keterbatasan lahan subur yang tersedia, umumnya dinominasi lahan marginal (Arif & Aloysius, 2024).

Optimalisasi dalam pengembangan Kedelai pada lahan marginal dilakukan melalui perbaikan perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pemupukan salah satu strategi yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kemampuan lahan. (Ediwirman et al., 2025); Karges et al., (2022) menyatakan bahwa, produksi tanaman dapat dicapai dengan memperhatikan berbagai aspek diantaranya ; irigasi, perlindungan tanaman dan pemupukan. Lestari et al., (2024) menjelaskan bahwa, pupuk merupakan salah satu faktor penting yang menentukan pertumbuhan dan hasil kedelai. (Syaifu et al., 2025), membagi jenis pupuk ke dalam dua kategori utama, yakni pupuk kimia dan organik (biologis). Pupuk yang diberikan tidak hanya tergantung pada pupuk kimia, tetapi juga dapat mengandalkan berbagai sumber bahan organik yang berasal dari limbah pertanian, seperti ekeonzim.

Ekoenzim merupakan salah satu alternatif sumber bahan organik yang diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan. Ekoenzim selain berperan penting dalam menyediakan hara esensial, juga hormon yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. (Benny et al., 2023) menyatakan bahwa ekoenzim merupakan produk organik yang dihasilkan melalui fermentasi bahan organik secara anaerob. Efektivitas ekoenzim bagi pertumbuhan dan peningkatan hasil tanaman telah dibuktikan pada tanaman sayuran seperti seledri (Elisabet & Titisari, 2023) dan buncis (Narang et al., 2024).

Selain penggunaan ekoenzim sebagai pupuk organik, pupuk kimia yang mengandung hara esensial seperti N, P, dan K tetap dibutuhkan tanaman. Hal ini sebabkan ekoenzim, belum mampu secara optimal memenuhi kebutuhan hara tanaman kedelai. (Al-Tamimi et al., 2025) menegaskan bahwa pupuk kimia selain hara esensial juga mudah diserap dan tersedia bagi tanaman. Hara cepat tersedia bagi tanaman dibandingkan dengan pupuk organik. (Syaifu et al., 2025) menjelaskan bahwa hara N, P dan K berkaitan erat dengan pembelahan dan diferensiasi sel, kandungannya cukup tinggi

dalam jaringan tanaman kedelai. Oleh sebab itu pemberian NPK menjadi landasan dalam peningkatan produktivitas tanaman kedelai. (Bayyani Roswy & Sudiarso, 2022) menyatakan bahwa, NPK sebanyak 250 kg/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai pada variatas Grobangan dan Gepak Kuning. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan interaksi NPK dan ekoenzim terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pemberian ekoenzim diharapkan mampu mengurangi kebutuhan NPK bagi tanaman kedelai.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada lahan kering di Kelurahan Kalumbuk, Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Sumatera Barat dengan ketinggian ± 10 mdpl. Percobaan penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2023.

Bahan yang digunakan adalah benih kedelai Varietas Devon, NPK (16:16:16), ekoenzim (buah-buahan, sayuran, air, gula merah, NPK, dan Lannate 25 WP). Alat yang digunakan adalah cangkul, meteran, tali plastik, ember, timbangan, pisau, gunting, label, dan, hand sprayer, gembor, dan alat tulis.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 ulangan.. Faktor pertama adalah ekoenzim (ml/l air dan faktor kedua NPK (kg/ha), kedua faktor disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Faktor perlakuan yang diberikan

Ekoenzim (ml/l air)	NPK (kg/ha)
0	100
5	200
10	250
15	

Kedua faktor tersebut menghasilkan perlakuan kombinasi sebanyak 12, sehingga dengan 3 ulangan dibutuhkan 36 plot. Setiap plot terdiri dari 10 tanaman dan 2 tanaman dijadikan sebagai sampel.

Ekoenzim dibuat menurut metode yang dikembangkan oleh (Lubis et al., 2025). Bahan yang dibutuhkan pembuatan ekoenzim antara lain: air bersih 4 liter, bahan organik (buah atau sayuran), 0,81 kg, gula merah 0,27 kg, dan alat yang digunakan wadah berukuran 4 liter, pisau, dan lain sebagainya.

Lahan tempat penelitian terlebih dahulu dibersihkan dari tumbuhan pengganggu (gulma) dan ataupun batuan yang terdapat disekitar areal sambil meratakan tanah dengan menggunakan cangkul memudahkan dalam membuat plot. Kemudian sampah dan sisa gulma dibuang ke luar areal. Pengolahan tanah pertama dilakukan mencangkul tanah pada lapisan top soil sedalam 30 cm dan dibiarkan selama seminggu. Pengolahan tanah kedua, dengan mencincang bongkahan tanah yang telah digaru selanjutnya tanah digemburkan dan diratakan. Plot dibuat berukuran 100 x 200 cm sebanyak 36 plot dengan jarak antar plot 50 cm. Plot selanjutnya diberi kapur dolomit sebanyak 3,4 ton per ha atau setara dengan 0,68 kg/plot.

Penanaman tanaman kedelai dilakukan dengan jarak tanam 25 x 25 cm sebanyak 2 benih per lobang yang dilakukan secara tugal dengan sedalam 5 cm selanjutnya benih ditimbun kembali dengan tanah. Pemasangan label dilakukan sebelum penanaman dengan tujuan tidak keliru dalam penempatan perlakuan. Ajir dipasang sedalam 10-15 cm pada ketinggian 10 cm di atas permukaan tanah pada setiap tanaman sampel sebagai dasar pengukuran dan jarak label 5 cm dari tanaman sampel

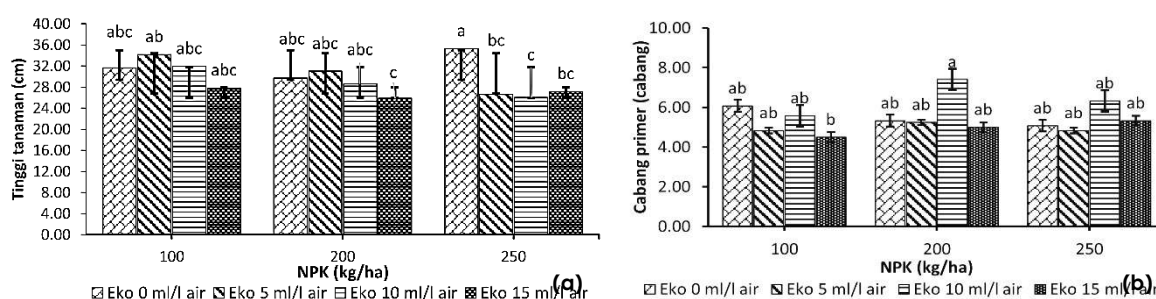
Pemberian ekoenzim dilakukan sesuai dengan konsentrasi yang sudah ditetapkan. Ekoenzim diberikan pada minggu ke 2, 3, 4, dan 5 minggu setelah tanam (mst) dengan cara disemprotkan dengan volume sebanyak 1 l/plot dengan konsentrasi yang sesuai perlakuan. NPK diberikan pada umur 7 hari setelah tanam (hst) sesuai perlakuan yang sudah ditetapkan, yaitu ; 100 kg/ha atau setara 14,4 g/plot, 200 kg/ha atau setara dengan 28,8 g/plot, 300 kg/ha setara 60 g/plot. Pupuk diberikan dengan cara ditabur pada barisan tanaman dalam plot. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari, kecuali hari hujan. Penyiraman dilakukan hingga permukaan tanah di sekitar tanaman menjadi lembab. Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh diareal penelitian pada 3 dan 6 mst, dilanjutkan dengan pembumbunan. Penjarangan tanaman kedelai dengan meninggalkan satu tanaman yang sehat pada setiap plot dilakukan 2 minggu setelah tanam (mst). Pengendalian hama ulat grayak, ulat penggulung, kepik hijau, dan penggerek polong dilakukan menggunakan insektisida Lannate 25 WP dengan konsentrasi pengaplikasian 2 ml/l air.

Panen kedelai dilakukan jika 90% dari populasi tanam telah memenuhi kriteria panen diantaranya; polong kering kecoklatan, daun sudah menguning, polong mulai rontok, dan batang mulai kering. Panen dilakukan secara manual, polong selanjutnya dijemur selama 2 hari.

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif, jumlah cabang primer, panjang polong, jumlah polong hampa, jumlah polong bernas, jumlah biji/tanaman, bobot 100 biji, dan bobot kering biji per/plot. Data pengamatan dianalisis dengan uji F, jika berbeda nyata dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Data dianalisis menggunakan software Statistix ver 8.0.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam, terdapat interaksi signifikan antara NPK dan ekoenzim terhadap tinggi tanaman. Interaksi NPK dan ekoenzim tidak signifikan pada jumlah cabang primer, dan pengaruh utama NPK signifikan, sedangkan ekoenzim tidak signifikan. Hasil uji lanjut tinggi tanaman dan jumlah cabang primer disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman (cm) pada umur 4 mst dan jumlah cabang primer (cabang) tanaman kedelai dengan pemberian NPK dan ekoenzim. Notasi dengan huruf kecil yang sama berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf nyata 5%

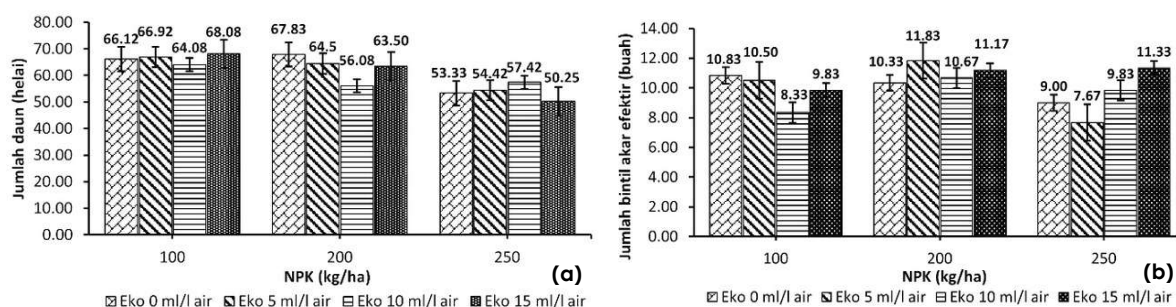
Gambar 1a menunjukkan interaksi antara NPK dan ekoenzim terhadap tinggi tanaman kedelai. Pemberian NPK 250 kg/ha dengan ekoenzim 0 ml/l air menghasilkan pertumbuhan tertinggi yang mencapai 35,28 cm, namun cenderung lebih rendah dengan pemberian ekoenzim 5 sampai 10 ml. Pemberian NPK 100 sampai 200 kg/ha dan ekoenzim 0 sampai 15 ml/l air pertumbuhan lebih rendah, berkisar 26,95 sampai 32,22 cm. Jumlah cabang primer kedelai pada Gambar (1b) menunjukkan bahwa pemberian NPK 100 kg/ha menghasilkan 6,08 cabang primer, selanjutnya NPK 200 kg/ha

jumlah cabang primer yang terbentuk lebih banyak yang mencapai 7,41 cabang, sedangkan pemberian NPK 250 kg/ha cabang primer yang terbentuk paling sedikit, yaitu 4,83 cabang. Ekoenzim yang diberikan menghasilkan cabang primer kedelai yang relatif sama berkisar 4,94 sampai 6,44 cabang.

Tinggi tanaman merupakan organ vegetatif kedelai yang meristematik. NPK dan ekoenzim yang diberikan secara simultan berperan bagi pertumbuhan tinggi tanaman kedelai. (Fadlilla et al., 2023); dan (Jiang et al., 2024) menjelaskan bahwa, nitrogen hara makro penting bagi pertumbuhan tunas, batang, dan daun. Nitrogen sebagai penyusun protein, asam nukleat, fosfolipid, dan klorofil yang penting dalam proses fotosintesis. Nitrogen yang tersedia sangat tergantung pada takaran NPK yang diberikan. Ekoenzim secara simultan juga mempengaruhi ketersediaan nitrogen bagi tanaman kedelai. Menurut (Fadlilla et al., 2023), limbah sayuran mengandung zat organik seperti nitrogen yang dapat merangsang pertumbuhan batang, cabang, dan daun.

Cabang primer yang dihasilkan lebih dipengaruhi NPK dibandingkan dengan ekoenzim. Cabang primer yang terbentuk juga dipengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman. Cabang primer tumbuh pada batang utama, semakin tinggi batang cabang primer yang terbentuk juga lebih banyak. Cabang primer yang terbentuk sangat tergantung pada hara yang dibutuhkan tanaman kedelai. NPK yang diberikan dapat memenuhi kebutuhan hara N, P dan K bagi tanaman, namun sangat ditentukan oleh takaran yang diberikan. Pemberian ekoenzim tidak berpengaruh langsung pada cabang primer kedelai. Hal ini disebabkan ekoenzim tidak menjamin kebutuhan hara N, P dan K bagi tanaman karena kandungan yang rendah. Menurut (Fadlilla et al., 2023), dalam 1 ml/ l ekoenzim terdapat N 0,01%, P 0,08 ppm P, K 0,08 ppm, dan 0,01% C-organik.

Hasil sidik ragam jumlah daun dan jumlah bintil akar efektif tanaman kedelai dengan pemberian NPK dan ekoenzim berinteraksi tidak nyata. Pengaruh utama NPK dan ekoenzim juga tidak nyata. Jumlah daun per tanaman dan jumlah bintil akar efektif tanaman kedelai disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Jumlah daun (helai) pada umur 4 mst dan jumlah bintil akar efektif (bintil) pada umur 6 mst tanaman kedelai dengan pemberian NPK dan ekoenzim.

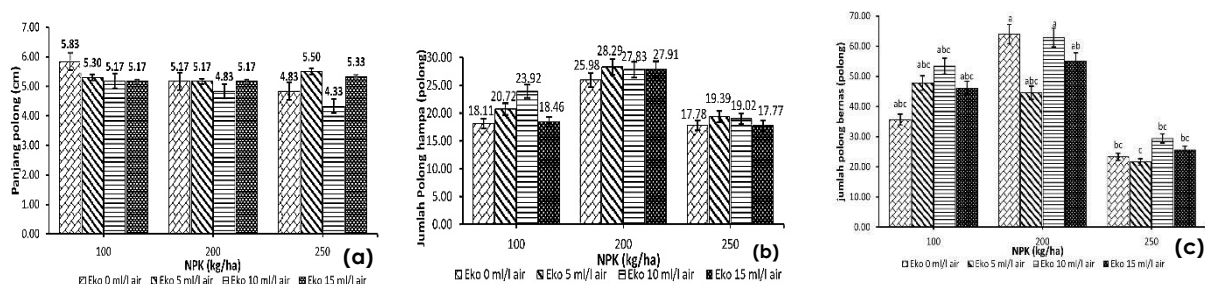
Gambar 2a menunjukkan, jumlah daun yang dihasilkan dengan pemberian NPK dan ekoenzim berkisar 50,25 sampai 66,09 helai/tanaman. NPK dan ekoenzim yang diberikan juga memiliki pengaruh sama juga terhadap bintil akar (Gambar 2b). Jumlah bintil akar efektif kedelai yang dihasilkan berkisar 7,67 sampai 11,83 bintil/tanaman.

Daun adalah organ tanaman yang pertumbuhannya terbatas baik dari ukuran dan jumlahnya. (Coen & Prusinkiewicz, 2024); Menurut (Saha et al., 2024) menjelaskan bahwa daun adalah organ meristematik yang memiliki durasi, ukuran, jumlah yang terbatas, dan tipe pertumbuhan yang berbeda. Tipe determinat, pertumbuhan berhenti setelah mencapai ukuran tertentu, sedangkan tipe indeterminat tanaman tetap tumbuh seperti batang, cabang, dan daun. Varietas Devon 2 termasuk

determinat pertumbuhan batang, cabang dan daun tidak lagi bertambah saat tanaman memasuki fase generatif.

Bintil akar efektif salah satu bentuk simbiosis tanaman kedelai rhizobium dalam fiksasi nitrogen. Efektifitas fiksasi nitrogen sangat tergantung pada beberapa faktor, seperti kesesuaian strain rhizobium dengan tanaman inang, kondisi lingkungan, dan ketersediaan nutrisi tanah. (Abd-Alla et al., 2023) menjelaskan bahwa fiksasi nitrogen oleh rhizobium mengurangi ketergantungan pada pupuk nitrogen. Nitrogen yang berlebihan di dalam tanah membatasi perkembangan bintil akar. NPK dapat menyebabkan perkembangan bintil menjadi terhambat, sehingga bintil akar efektif yang dihasilkan juga lebih sedikit.

Panjang polong dan jumlah polong hampa tanaman kedelai yang dihasilkan dengan pemberian NPK dan ekoenzim setelah dianalisis ragam berinteraksi tidak nyata begitu juga dilihat dari pengaruh utama kedua faktor. Jumlah polong bernas juga berinteraksi tidak nyata, tetapi pengaruh utama NPK dan ekoenzim berpengaruh nyata. Panjang polong, jumlah polong hampa dan jumlah polong bernas disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Panjang polong (cm), jumlah polong hampa (polong), dan jumlah polong bernas (polong) tanaman kedelai dengan pemberian NPK dan ekoenzim. Notasi dengan huruf kecil yang sama berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf nyata 5%

Panjang polong (Gambar 3a) dan jumlah polong hampa (Gambar 3b) yang dihasilkan berinteraksi tidak nyata dengan pemberian NPK dan ekoenzim. Panjang polong kedelai yang dihasilkan 4,33 sampai 5,83 cm, dengan jumlah polong hampa 17,77 sampai 28,29 polong/tanaman. NPK dan ekoenzim yang diberikan mampu meningkatkan jumlah polong bernas tanaman kedelai (Gambar 3c). Pemberian NPK 100 kg/ha menghasilkan 43,73 polong bernas/tanaman, dengan NPK 200 kg/ha terjadi peningkatan menjadi 63,97 polong bernas/tanaman, namun NPK 100 kg/ha turun menjadi 25,61 polong bernas/tanaman. Ekoenzim 0 dan 10 ml/l air menghasilkan polong yang cukup nyata, berturut-turut adalah 40,99 dan 48,53 polong bernas/tanaman, tetapi pemberian ekoenzim 5 dan 15 ml/l air polong yang lebih sedikit berturut-turut 38 dan 42,25 polong bernas/tanaman.

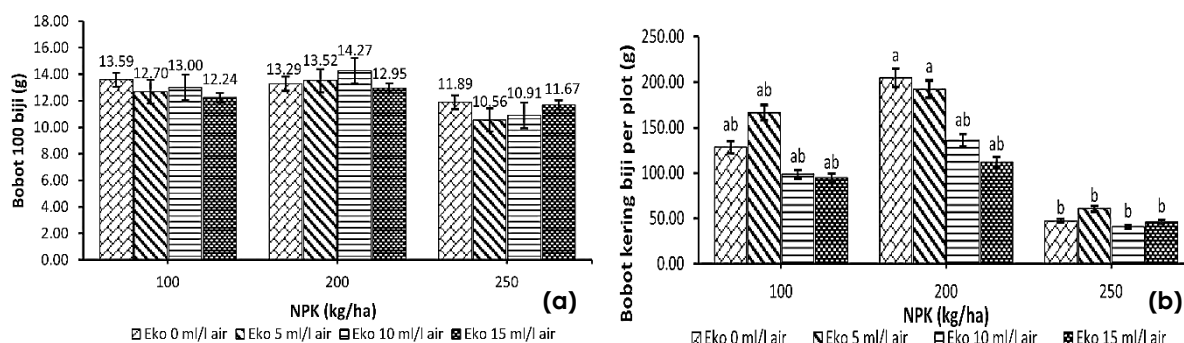
Panjang polong kedelai tidak tergantung pada NPK dan ekoenzim. Ukuran polong adalah faktor genetik. (Karyawati et al., 2025), perbedaan genetik menentukan karakteristik morfologi, termasuk juga panjang dan lebar polong serta ukuran biji tanaman Kedelai. (Badiaraja et al., 2021) menjelaskan bahwa panjang polong kedelai rata-rata adalah 4,54 cm.

Jumlah polong hampa cukup tinggi kedelai varietas Devan2. Hal ini disebabkan NPK dan ekoenzim bukan merupakan salah satu faktor yang menentukan pengisian polong. (Anggraeni et al., 2024) menjelaskan bahwa polong hampa dipengaruhi faktor lain di luar perlakuan, seperti penggunaan varietas dan faktor lingkungan.

Jumlah polong bernas dipengaruhi oleh proses pengisian biji. NPK dan ekoenzim dapat meningkatkan polong bernas. (Syaifu et al., 2025) menjelaskan bahwa, hara N, P dan K terdapat

dalam kadar yang tinggi pada kedelai. Ekoenzim juga berperan dalam pengisian biji kedelai. Menurut (Lubis et al., 2025), ekoenzim mampu menghasilkan persentase polong bernas kedelai lebih tinggi, namun peningkatan konsentrasi ekoenzim tidak bersinergi dengan tersedianya pemberian NPK.

Bobot 100 biji dan bobot kering biji kedelai berdasarkan analisis ragam berinteraksi tidak nyata. Dilihat dari pengaruh utama, pemberian NPK dan ekoenzim berpengaruh tidak nyata terhadap bobot 100 biji. Pemberian NPK berpengaruh nyata dan ekoenzim berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering polong kedelai. Bobot 100 biji dan bobot kering biji kedelai disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bobot 100 biji (g) dan bobot kering biji (kg/plot) kedelai dengan pemberian NPK dan ekoenzim. Notasi dengan huruf kecil yang sama berbeda nyata menurut uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf nyata 5%

Bobot 100 biji kedelai yang disajikan pada Gambar 4a, menunjukkan respon yang berbeda tidak nyata dengan pemberian NPK maupun ekoenzim. Bobot 100 biji kedelai yang dihasilkan berkisar 10,56 g sampai 14,27 g. Bobot kering biji kedelai (Gambar 4b) yang dihasilkan berbeda nyata terhadap peningkatan takaran NPK yang diberikan. Pemberian NPK 100 kg/ha menghasilkan bobot kering biji mencapai 122 g/plot, dengan pemberian 200 kg/ha bobot kering biji kedelai meningkatkan secara nyata menjadi 161,25 g/plot, tetapi dengan pemberian NPK 250 kg/ha bobot kering biji mengalami penurunan menjadi 48,75 g/plot. Ekoenzim yang diberikan 0 sampai 15 ml/l air menghasilkan bobot kering biji kedelai yang berkisar 84,33 sampai 139,78 g/plot.

Bobot 100 biji kedelai merupakan salah satu komponen agronomi yang dijadikan sebagai indikator dalam menentukan produktivitas tanaman kedelai. NPK dan ekoenzim yang diberikan belum memberikan berperan optimal terhadap peningkatan bobot 100 biji kedelai. Hal ini disebabkan NPK dan ekoenzim yang diberikan tidak berpengaruh langsung terhadap pembentukan dan pengisian biji kedelai, hal ini disebabkan bobot 100 biji dipengaruhi juga oleh faktor genetik. (Bheemanahalli et al., 2022) menjelaskan bahwa, bobot 100 biji tanaman kedelai disebabkan oleh perbedaan ukuran biji kedelai. Biji kedelai berdasarkan ukuran terdapat dua tipe, yaitu biji yang berukuran kecil dan besar. (Zhang et al., 2024) dan (Karyawati et al., 2025) menjelaskan bahwa, perbedaan ukuran biji kedelai dipengaruhi oleh faktor genetik yang sangat kompleks. Bobot 100 biji dijadikan sebagai pembeda diantara varietas kedelai. Kedelai varietas Devon 2 memiliki potensi bobot 100 biji 17,03 g. Hal ini menunjukkan bobot 100 biji bila dibandingkan dengan hasil yang masih rendah.

Bobot biji kering kedelai sebagai komponen agronomi yang berhubungan langsung dengan produktivitas kedelai. Bobot kering yang dihasilkan juga berhubungan dengan komponen hasil seperti tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah polong kedelai. (Chen et al., 2023) menjelaskan

bahwa, bobot biji kedelai berhubungan dengan komponen agronomi diantaranya adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, ukuran polong, dan jumlah biji kedelai. NPK yang diberikan mempengaruhi bobot kering biji kedelai, tetapi efektif dan efisiensinya sangat tergantung pada takaran yang diberikan. NPK 200 kg/ha adalah takaran yang mampu menghasilkan bobot kering biji secara optimal, sehingga dengan pemberian 250 kg/ha cenderung menghasilkan bobot kering biji kedelai yang lebih rendah. NPK yang diberikan tidak hanya penting pertumbuhan tanaman kedelai, tetapi juga penting bagi pembentukan dan pengisian polong. (Nget et al., 2022) menyatakan bahwa, nitrogen selain berperan bagi pertumbuhan tanaman kedelai, juga penting pada fase pembentukan polong dan pengisian biji pada kedelai. Kebutuhan nitrogen tanaman kedelai selain berasal dari pupuk, juga adanya rhizobium yang bersimbiosis dengan perakaran kedelai dalam mengfiksasi N bebas dari udara. Aktivitas rhizobium sangat dipengaruhi oleh tersedianya N di dalam tanah. Takaran NPK yang tinggi, N yang tersedia dalam tanah juga menyebabkan aktivitas rhizobium menjadi rendah.

Selain peranan nitrogen, NPK yang diberikan juga meningkatkan ketersediaan fosfor yang juga memiliki peranan dalam pembentukan polong dan pengisian biji kedelai. (Dabesa & Tana, 2021) menjelaskan bahwa, fosfor berperan dalam berbagai proses fisiologis termasuk fotosintesis, transfer energi (melalui ATP/ADP), pergerakan hara, serta metabolisme karbohidrat. Tanaman kedelai membutuhkan fosfor pada fase pembentukan polong dan pengisian biji, lebih dari 60% total fosfor dalam tanaman kedelai terakumulasi di dalam polong dan biji. (Malhotra et al., 2018), fosfor tidak hanya dalam mengoptimalkan pengisian polong dengan nutrisi, tetapi juga dalam mendukung pertumbuhan batang dan cabang tanaman.

Ekoenzim juga memiliki peranan penting bagi peningkatan bobot kering biji kedelai, tetapi belum bersinergi dengan NPK yang diberikan. Bobot kering biji kedelai yang dihasilkan cenderung lebih rendah dengan meningkatnya konsentrasi ekoenzim yang diberikan. Hal ini disebabkan ekoenzim sebagai bahan organik lebih berperan dalam memperbaiki sifat biologi tanah, meskipun memiliki kandungan hara NP dan K yang rendah. (Lubis et al., 2025) menjelaskan bahwa, ekoenzim sebagai bahan organik mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan organisme tanah lainnya yang dapat menstimulasi proses penguraian.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi signifikan NPK 200 kg/ha dengan ekoenzim 0 ml/l terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kedelai. NPK sebanyak 200 kg/ha berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, yakni jumlah cabang primer, jumlah polong bernas, serta bobot kering biji/plot. Ekoenzim tidak signifikan terhadap jumlah cabang primer, jumlah daun, jumlah bintil akar, maupun panjang polong tanaman kedelai. Optimasi ekoenzim perlu dilakukan dengan penurunan takaran pupuk NPK yang diberikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Abd-Alla, M. H., Al-Amri, S. M., & El-Enany, A. W. E. (2023). Enhancing Rhizobium–Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change. *Agriculture (Switzerland)*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture13112092>
- Al-Tamimi, M. S. A. W., Al-Tamimi, I. G. I., Jatb, K. O., Mohammed, L. S., & Najm, W. S. (2025). Effect of Fertilization with Locally Manufactured Nano-Iron and Chemical Fertilization NPK on the Growth and Yield of Soybean Plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1487(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1487/1/012090>
- Anggraeni, L., Anwar, N. A., & Zubaidi, T. (2024). Pengaruh Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah dan Daun Sebagai Substitusi Pupuk Kimia Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai. *Vegetalika*, 13(2), 145–157.
- Badan Pusat Statistika. (2024). *Impor Kedelai Menurut Negara Asal Utama*. Badan Pusat Statistika.

- <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNSMx/impor-kedelai-menurut-negara-asal-utama--2017-2023.html>
- Badiaraja, P. H., Zubaidah, S., & Kuswantoro, H. (2021). Maternal effect of agronomic and morphological characters on cluster structure of F3 soybean lines. *Biodiversitas*, 22(2), 969–982. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220253>
- Bayyani Roswy, Z., & Sudiarso, S. (2022). Pengaruh Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Produksi Tanaman*, 10(1), 60–68. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2022.010.01.08>
- Benny, N., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., & Bashir, O. (2023). Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>
- Bheemanahalli, R., Poudel, S., Alsajri, F. A., & Reddy, K. R. (2022). Phenotyping of Southern United States Soybean Cultivars for Potential Seed Weight and Seed Quality Compositions. *Agronomy*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy12040839>
- Chen, Y., Xiong, Y., Hong, H., Li, G., Gao, J., Guo, Q., Sun, R., Ren, H., Zhang, F., Wang, J., Song, J., & Qiu, L. (2023). Genetic dissection of and genomic selection for seed weight, pod length, and pod width in soybean. *Crop Journal*, 11(3), 832–841. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2022.11.006>
- Coen, E., & Prusinkiewicz, P. (2024). Developmental timing in plants. *Nature Communications*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46941-1>
- Dabesa, A., & Tana, T. (2021). Response of Soybean (*Glycine max* L. (Merrill)) to Bradyrhizobium Inoculation, Lime, and Phosphorus Applications at Bako, Western Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6686957>
- Ediwirman, E. E., Ermawati, E. E., & Andini, D. D. (2025). The growth and yield response of several maize (*Zea mays* L.) genotypes against the application of bioslurry liquid fertilizer. *Jurnal Agrotek Ummat*, 12(1), 9. <https://doi.org/10.31764/jau.v12i1.28336>
- Elisabet, & Titisari, P. W. (2023). Eco-enzyme and mushroom bag-logs waste stimulate production and nutrients content of celery microgreen (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 51(3), 334–345. <https://doi.org/10.24831/jai.v51i3.49588>
- Fadlilla, T., Budiastuti, Mt. S., & Rosariastuti, M. R. (2023). Potential of Fruit and Vegetable Waste as Eco-enzyme Fertilizer for Plants. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2191–2200. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.3010>
- Jiang, H., Qi, C. H., Gao, H. N., Feng, Z. Q., Wu, Y. T., Xu, X. X., Cui, J. Y., Wang, X. F., Lv, Y. H., Gao, W. S., Jiang, Y. M., You, C. X., & Li, Y. Y. (2024). MdBT2 regulates nitrogen-mediated cuticular wax biosynthesis via a MdMYB106-MdCER2L1 signalling pathway in apple. *Nature Plants*, 10(1), 131–144. <https://doi.org/10.1038/s41477-023-01587-7>
- Karges, K., Bellingrath-Kimura, S. D., Watson, C. A., Stoddard, F. L., Halwani, M., & Reckling, M. (2022). Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126415>
- Karyawati, A. S., Larasati, A., Ghina, S., Sumarsono, S., & Ula, V. M. (2025). Quantitative analysis of morphometric traits affecting yield performance in diverse soybean lines (*Glycine max* L. Merr). *Cogent Food and Agriculture*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2514580>
- Kodadinne Narayana, N., Wijewardana, C., Alsajri, F. A., Reddy, K. R., Stetina, S. R., & Bheemanahalli, R. (2024). Resilience of soybean genotypes to drought stress during the early vegetative stage. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67930-w>
- Leng, P., Jin, F., Li, S., Huang, Y., Zhang, C., Shan, Z., Yang, Z., Chen, L., Cao, D., Hao, Q., Guo, W., Yang, H., Chen, S., Zhou, X., Yuan, S., & Chen, H. (2023). High efficient broad-spectrum Bradyrhizobium elkanii Y63-1. *Oil Crop Science*, 8(4), 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2023.09.006>
- Lestari, P. G., Sinaga, A. O. Y., Marpaung, D. S. S., Nurhayu, W., & Oktaviani, I. (2024). Application of organic fertilizer for improving soybean production under acidic stress. *Oil Crop Science*, 9(1), 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2024.02.001>
- Liu, S., Zhang, M., Feng, F., & Tian, Z. (2020). Toward a “Green Revolution” for Soybean. *Molecular Plant*, 13(5), 688–697. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.03.002>
- Lubis, A. Z., Zuyasna, Nura, Mayani, N., Marliah, A., & Zuraida. (2025). The effect of ecoenzyme from various combinations of fruit peel waste on the growth and yield of several mutant lines of Kipas Putih soybean. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1476(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1476/1/012047>
- Malhotra, H., Vandana, Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: Plant growth in response to deficiency and excess. *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, 171–190. https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7
- Mohammad Fadhil Arif, & Suyitno Aloysius. (2024). Pengaruh Perlakuan PEG (Polyethylene Glycol) Pada Media Kultur In Vitro Terhadap Anatomi Akar, Kandungan Katalase dan Akumulasi Malondialdehid Kedelai Varietas Deja 2 (*Glycine max* cv. “deja 2”). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 58–66. <https://doi.org/10.24002/biota.v9i1.7346>
- Narang, N., Hussain, A., & Madan, S. (2024). A comparative study on compost preparation using lab prepared eco-enzyme and its effect on growth of plant species *Phaseolus vulgaris*. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(25), 36230–36240. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27168-x>
- Nget, R., Aguilar, E. A., Cruz, P. C. S., Reaño, C. E., Sanchez, P. B., Reyes, M. R., & Prasad, P. V. V. (2022). Responses

- of Soybean Genotypes to Different Nitrogen and Phosphorus Sources: Impacts on Yield Components, Seed Yield, and Seed Protein. *Plants*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/plants11030298>
- Pratiwi, I., Sutrisno, J., & Antriandarti, E. (2025). Analisis Tren Produksi, Konsumsi, dan Impor Kedelai di Indonesia. *Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 9(1), 426–431. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v9i1.7976>
- Qu, Y., Wang, K., Kang, J., & Liang, F. (2020). Effects of rainfall, temperature and illumination on outcrossing rate of male sterile line in soybean. *Oil Crop Science*, 5(1), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2020.03.003>
- Saha, M., Chavan, M., Onkarappa, T., Ravikumar, R. L., & Das, U. (2024). *Pheno-Morphological Characterization and Genetic Diversity Assessment of Grain and Vegetable Soybean (Glycine max. (L.) Merrill) Lines for Breeding Advancements*. <https://doi.org/10.1101/2024.12.01.626274>
- Syaifu, S. A., Anshori, M. F., & Fadhillah, A. N. (2025). Interaction of banana hump liquid organic fertilizer and N:P: K doses in supporting the agronomic potential of soybeans based on multivariate analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 19(1), 76–83. <https://doi.org/10.21475/ajcs.25.19.01.p195>
- Zhang, Y., Bhat, J. A., Zhang, Y., & Yang, S. (2024). Understanding the Molecular Regulatory Networks of Seed Size in Soybean. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3). <https://doi.org/10.3390/ijms25031441>
- Zikri, I., Safrida, S., Susanti, E., & Putri, R. A. (2020). Analysis of trend and determinant factors of imported soybean in the period of 2003-2022. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 3(1), 17–24. <https://doi.org/10.21776/ub.afssae.2020.003.01.3>