



ANALISIS PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KEDELAI (*Glycine Max L. Merr.*) SEBAGAI RESPON PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR DAN NPK

ANALYSIS OF GROWTH AND YIELD OF SOYBEAN (*Glycine max L. Merr.*) IN RESPONSE TO LIQUID ORGANIC FERTILIZER AND NPK APPLICATION

Ediwirman^{1*}, Ermawati², Anggi Julian Julian²

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

²Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa Padang, Indonesia

*corresponding author: ediwirman_tamsis@yahoo.co.id

Article History:

Received : 25-12-2025
Revised : 03-01-2026
Accepted : 12-01-2026
Online : 13-01-2026

Keywords:

C. glomerata;
LOF;
NPK;
Root nodule;

Kata Kunci:

Bintil akar;
C. glomerata;
NPK;
POC;

Abstract: Soybean is a strategic commodity in the national food system; however, its productivity remains low. The application of liquid organic fertilizer (LOF) and NPK fertilizer is considered an effort to improve soybean productivity. This study aimed to evaluate the effects of LOF and NPK fertilizer on the growth and yield of soybean. The research was conducted on dryland from April to July 2024 using a factorial Randomized Block Design with three replications. The first factor was LOF concentration (0, 25, and 50 mL L⁻¹), and the second factor was NPK rate (0, 150, and 300 kg ha⁻¹). Observed variables included plant height, number of primary branches, number of effective root nodules, number of filled pods, percentage of filled pods, percentage of empty pods, 100-seed weight, dry seed weight per plant, and dry seed weight per plot. Data were analyzed using analysis of variance followed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level. The results showed no significant interaction between LOF and NPK for all observed variables. Application of NPK at 150 kg ha⁻¹ was the optimal rate for increasing plant height, number of effective root nodules, and dry seed weight per plant, whereas LOF derived from *Cladophora glomerata* had no significant effect. Therefore, application of NPK at 150 kg ha⁻¹ is recommended to improve soybean productivity on dryland, and further studies are needed to evaluate the effectiveness of LOF under various soil conditions with reduced NPK rates..

Abstrak Kedelai merupakan komoditas strategis dalam sistem pangan nasional, namun produktivitas masih rendah. Pupuk organik cair (POC) dan NPK sebagai upaya meningkatkan produktivitas tanaman kedelai. Penelitian bertujuan mengevaluasi pengaruh POC dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Penelitian dilaksanakan di lahan kering pada April sampai Juli 2024. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah POC (mL L⁻¹) yaitu; 0, 25, dan 50, dan faktor kedua adalah NPK (kg ha⁻¹), yaitu; 0, 150, dan 300. Variabel yang diamati meliputi; tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah bintil akar efektif, jumlah polong bernas, persentase polong bernas, persentase polong hampa, bobot 100 biji, bobot biji kering per tanaman, dan bobot biji kering per plot. Data dianalisis dengan anova dan dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil pada taraf 5%. Penelitian menunjukkan interaksi tidak nyata antara POC dan NPK pada seluruh variabel. NPK dosis 150 kg ha⁻¹ merupakan takaran optimal dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah bintil akar efektif, dan bobot biji kering per tanaman, sedangkan POC berbahan *C. glomerata* berpengaruh tidak nyata. NPK yang diberikan 150 kg ha⁻¹ disarankan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan kering, serta diperlukan penelitian lanjutan terkait efektivitas POC pada berbagai kondisi tanah dengan NPK yang rendah.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan yang sangat strategis dalam menjaga stabilitas pangan Indonesia. Kedelai menjadi sumber protein (35–40%), lemak esensial, vitamin B kompleks, asam folat, isoflavon, dan mineral yang berperan penting bagi manusia (Li et al., 2024). Kedelai dijadikan dalam industri seperti tahu, tempe, kecap, minyak kedelai, bahan baku kosmetik dan farmasi. Sisa biomassa kedelai juga dijadikan sebagai pakan ternak dengan kandungan protein kasar yang relatif tinggi (Luo et al., 2023).

Produksi kedelai masih rendah dan berfluktuasi dalam memenuhi kebutuhan kedelai secara nasional. Badan Pusat Statistik (2024) melaporkan produksi kedelai tahun 2020 sebesar 546,58 ribu ton, tahun 2021 meningkat menjadi 613,32 ribu ton, tahun 2022 turun menjadi 301 ribu ton, tahun 2023 naik menjadi menjadi 340 ribu ton, bahkan tahun 2024 diproyeksikan hanya 370 ribu ton. Hal ini menjadikan Indonesia memiliki ketergantungan terhadap impor kedelai. Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2024) melaporkan bahwa, impor kedelai cenderung meningkat. Tahun 2021 mencapai 2,6 juta ton, tahun 2022 menurun menjadi 2,4 juta ton, namun tahun 2023 kembali meningkat 2,7 juta ton. Kedelai di impor dari negara produsen kedelai seperti; Amerika Serikat, Brasil, dan Kanada. Produktivitas kedelai nasional hanya 1,4 sampai 1,6 ton.ha⁻¹, masih jauh di bawah potensi hasil varietas unggul bisa mencapai 2,5 sampai 3,0 ton.ha⁻¹.

Rendahnya produksi kedelai akibat produktivitas yang rendah, selain itu juga akibat pengembangan kedelai di Indonesia yang masih terbatas. Oleh sebab itu perlu dilakukan berbagai strategi untuk meningkatkan produktivitas kedelai, diantaranya pengembangan varietas unggul, penerapan teknologi budidaya berkelanjutan, serta pemanfaatan lahan marginal secara lebih optimal (Tiwari et al., 2024; Li et al., 2024).

Kesuburan tanah yang rendah menjadi salah satu kendala utama dalam pengembangan tanaman kedelai. Setyaningrum et al., (2024) menyatakan bahwa, lahan yang tersedia bagi tanaman kedelai umumnya lahan marginal dengan berbagai faktor pembatas, seperti kandungan bahan organik rendah, reaksi tanah masam (pH rendah) yang dapat menghambat penyerapan hara dan pertumbuhan akar. Hal ini menyebabkan efisiensi pemupukan cenderung menurun, sehingga meningkatkan biaya produksi kedelai. Menurut (Ediwirman et al., 2025), penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dalam jangka panjang tidak hanya menurunkan kesuburan tanah, tetapi juga mengurangi keuntungan petani akibat meningkatnya biaya produksi.

Pupuk anorganik merupakan salah satu sumber hara yang penting bagi tanaman kedelai. Pupuk anorganik mampu menyediakan hara bagi tanaman secara cepat, namun efisiensinya sangat rendah pada tanah marginal. Pemupukan yang berlebihan dan tidak seimbang dapat menurunkan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah serta mengurangi efisiensi penyerapan hara dalam jangka panjang (Havlin et al., 2020; Li et al., 2024). Pupuk anorganik selain menurunkan kesuburan tanah juga menyebabkan tingginya biaya produksi, sehingga kurang memberikan keuntungan bagi petani.

Salah satu strategi yang dapat dilakukan melalui pemanfaatan pupuk organik cair (POC). Pupuk organik cair dikembangkan berbasis biomassa seperti alga. *Cladophora glomerata* merupakan alga hijau berfilamen yang banyak dijumpai di perairan tawar, seperti sungai, danau, serta saluran irigasi. Alga *C. glomerata* memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro,

senyawa fenolik, serta fitohormon alami yang berperan sebagai biostimulan dalam memperbaiki lingkungan rizosfer serta mendukung pertumbuhan tanaman (Ahmed et al., 2023); (Rahman et al., 2023). POC berbasis alga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik, memperbaiki sifat tanah, serta menekan degradasi lahan marginal (Zhong & Zhong, 2024b); Li et al., 2024). *C. glomerata* yang dijadikan sebagai bahan dasar POC memiliki potensi yang mampu mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik serta mendukung peningkatan produktivitas kedelai secara berkelanjutan (Ahmed et al., 2023; Setyaningrum et al., 2024). Penelitian bertujuan mendapatkan pupuk organik cair *C. glomerata* dan pupuk NPK yang baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lahan kering Kelurahan Kalumbuk, Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, pada ketinggian ± 10 m di atas permukaan laut (dpl). Penelitian dilakukan dari bulan April sampai Juli 2024.

Bahan yang digunakan dalam penelitian; kedelai varietas Anjosmoro, pupuk NPK 15:15:15), pupuk kandang, POC, Matador 25 EC. Peralatan yang digunakan; hand sprayer, gembor, cangkul, meteran, timbangan digital, dan alat tulis.

Rancangan penelitian yang digunakan berupa Rancangan Acak Kelompok (RAK) berpola faktorial dengan tiga kelompok. Faktor pertama adalah konsentrasi POC (ml L^{-1}) terdiri dari; 0, 25, dan 50 ml.l air^{-1} dan faktor kedua pupuk NPK (kg.ha^{-1}) terdiri dari; 0, 150, dan 300 kg.ha^{-1} . Kedua faktor menghasilkan 9 kombinasi perlakuan.

Pupuk organik cair (POC) dibuat menurut metode Jamilah et al. (2024). Bahan yang digunakan meliputi *C. glomerata* (1 kg), air (15 L), air kelapa (1 L), bawang merah (100 g), madu (100 mL), monosodium glutamat (MSG) (100 g), kapur sirih (100 g), dan garam (100 g). Alga *C. glomerata* dan bawang merah dicincang halus, dicampur dengan seluruh bahan tambahan dan diaduk selama ± 30 menit. Larutan difermentasi selama 1 minggu dalam wadah transparan untuk penjemuran selama 1 minggu hingga POC berwarna kuning keemasan dan siap digunakan.

Lahan penelitian dibersihkan dan diolah hingga kedalaman ± 30 cm, kemudian dibuat 27 plot berukuran 100×200 cm dengan jarak antarplot 50 cm. Tanah diratakan dan diberi kapur dolomit setara 3.400 kg ha^{-1} atau $0,68 \text{ kg plot}^{-1}$. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 50×40 cm menggunakan dua benih per lubang tanam sedalam ± 3 cm, kemudian dilakukan penjarangan dengan menyisakan satu tanaman sehat per lubang.

Pupuk kandang sapi diberikan sebagai pupuk dasar dengan dosis 10 ton ha^{-1} atau 2 kg plot^{-1} . Perlakuan POC diberikan pada konsentrasi 0, 25, dan 50 mL L^{-1} , diaplikasikan mulai 1 minggu setelah tanam (MST) dengan interval satu minggu sekali hingga fase pembungaan, sehingga POC diberikan sebanyak 6–8 kali. POC diaplikasikan dengan cara disemprotkan secara merata pada tajuk tanaman pada pagi hari. Pupuk NPK Phonska diberikan dengan dosis 0, 150, dan 300 kg ha^{-1} atau setara dengan 0, 30, dan 60 g plot^{-1} , diaplikasikan dua kali yaitu pada 1 MST dan 30 hari setelah tanam (HST), masing-masing diberikan setengah dosis pada setiap waktu aplikasi. Pupuk NPK diaplikasikan dengan cara ditaburkan pada barisan tanaman dalam plot.

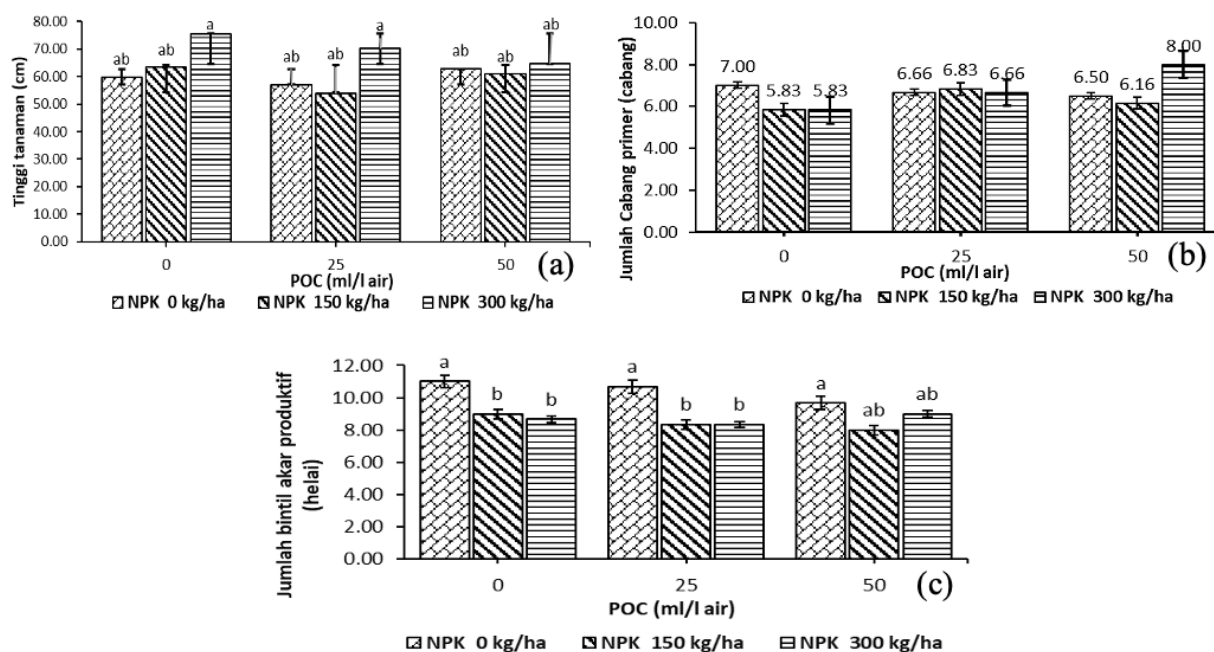
Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman sesuai kondisi lingkungan, penyiangan gulma secara manual, serta pengendalian hama dan penyakit secara mekanis dan kimiawi menggunakan insektisida Matador 25 EC dengan konsentrasi 2 mL L^{-1} . Panen dilakukan pada

umur ± 85 hari setelah tanam, ketika $\pm 95\%$ polong telah masak, dan hasil panen dijemur hingga mencapai kondisi kering panen.

Variabel yang diamati dalam penelitian dibagi komponen pertumbuhan (tinggi tanaman cm pada 30, 60, dan 85 hst; jumlah cabang primer; jumlah bintil akar efektif pada 45 hst) dan hasil (jumlah polong per tanaman; persentase polong bernas, persentase polong hampa; bobot biji kering per tanaman g; bobot 100 biji g; bobot biji kering per plot g). Data yang diperoleh dianalisis ANOVA dan dilanjutkan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Data dianalisis menggunakan software Statistix ver. 8.0.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidik ragam tinggi tanaman, jumlah cabang primer dan jumlah bintil akar produktif tanaman kedelai berinteraksi tidak nyata dengan pemberian POC dan NPK. Pengaruh utama pemberian POC juga tidak berpengaruh nyata, tetapi pengaruh utama dari pemberian NPK berpengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah bintil akar produktif tanaman kedelai. Data disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tinggi tanaman (a), jumlah cabang primer (b), dan jumlah bintil akar produktif (c) tanaman kedelai dengan pemberian POC dan pupuk NPK

Gambar 1 menunjukkan bahwa, interaksi pemberian NPK dan POC belum mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi, jumlah cabang primer dan jumlah bintil akar efektif yang terbentuk, begitu juga dengan POC juga belum memberikan kontribusi. NPK yang diberikan memiliki peranan yang lebih bagi pertumbuhan tanaman kedelai. NPK yang diberikan 0 sampai 150 kg.ha⁻¹ mampu menghasilkan pertumbuhan tinggi yang lebih baik, tetapi dengan peningkatan pemberian NPK 300 kg ha⁻¹ menghasilkan pertumbuhan tinggi yang lebih rendah. NPK yang diberikan 0 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan jumlah bintil akar efektif yang terbentuk dibandingkan dengan pemberian NPK 150 sampai 300 kg ha⁻¹. Jumlah cabang primer yang

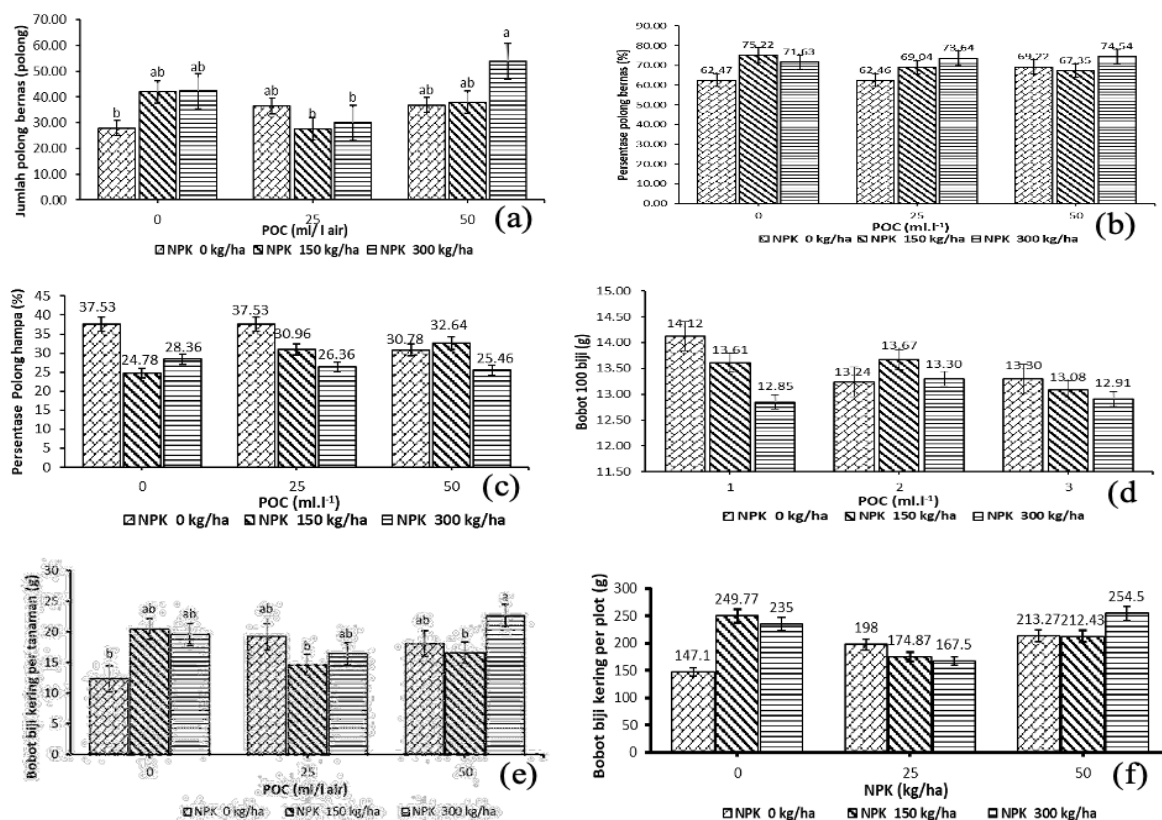
terbentuk dengan pemberian NPK 0 sampai 300 kg ha⁻¹, cabang primer yang terbentuk relatif sama.

NPK dan POC yang diberikan pada tanaman kedelai belum mampu bersinergi bagi pertumbuhan kedelai. Hal ini terjadi karena perbedaan sifat, mekanisme kerja, dan peran fisiologis. NPK memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan dengan POC yang diberikan (Li et al., 2024). NPK memiliki kandungan hara N, P, dan K yang dapat diserap langsung oleh akar, sehingga nampak pada pertumbuhan batang, cabang dan daun tanaman kedelai. Fase awal pertumbuhan, kedelai sangat bergantung pada ketersediaan nitrogen anorganik untuk mendukung pembentukan daun dan batang secara optimal (Havlin et al., 2020; Fageria & Baligar, 2020). POC berfungsi sebagai sumber hara pelepas lambat sebagai biostimulan tanaman dalam memperbaiki lingkungan rizosfer, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, dan memperbaiki efisiensi serapan hara oleh akar (Ahmed et al., 2023; Rahman et al., 2023).

NPK yang diberikan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai, tetapi pada takaran yang tinggi juga dapat menghambat dan menekan pembentukan dan aktivitas bintil akar pada tanaman kedelai. Kedelai adalah salah satu tanaman yang memiliki kemampuan dalam fiksasi N dari udara, sehingga NPK yang diberikan menghasilkan bintil akar efektif yang lebih sedikit. Samekto et al., (2020) ; Li et al., (2024) menyatakan bahwa, nitrogen yang diberikan dosis tinggi dapat menurunkan jumlah dan bobot bintil akar, menghambat aktivitas nitrogenase, serta mempercepat senesens bintil akibat terganggunya keseimbangan fisiologis, termasuk homeostasis besi pada jaringan bintil akar. Lebih lanjut Adjei-Nsiah et al., (2022) menjelaskan bahwa, tanaman mengurangi ketergantungannya terhadap fiksasi nitrogen biologis bila N tersedia dalam jumlah cukup di dalam tanah.

POC atau ekstrak alga tidak selalu meningkatkan pertumbuhan, nodulasi, maupun hasil kedelai, ketika hara sudah relatif mencukupi di dalam tanah. Menurut Zhong & Zhong, (2024a); Krawczuk et al., 2023), tersedianya hara di dalam tanah yang cukup tanaman tidak lagi memberikan respons tambahan terhadap biostimulan karena faktor pembatas utama pertumbuhan telah terpenuhi. POC lebih berperan dalam perbaikan kualitas tanah jangka panjang.

Sidik ragam jumlah polong bernas, persentase polong bernas, persentase polong hampa, bobot 100 biji, bobot biji kering per tanaman, dan bobot biji kering per plot tanaman kedelai akibat pemberian NPK dan POC berinteraksi tidak nyata. Pengaruh utama NPK yang diberikan berpengaruh nyata terhadap jumlah polong bernas dan bobot biji kering per tanaman berpengaruh nyata. Pengaruh utama POC yang diberikan berpengaruh tidak nyata terhadap persentase polong bernas, polong hampa, bobot 100 biji, dan bobot biji kering per plot. Data disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Jumlah polong bernas (a), persentase polong bernas (b), persentase polong hampa (c), bobot 100 biji (d), bobot biji kering per tanaman (e), dan bobot biji kering per plot (f) tanaman kedelai dengan pemberian POC dan NPK

Gambar 2 menunjukkan bahwa, respons tanaman kedelai terhadap POC dan NPK yang diberikan berinteraksi tidak nyata terhadap jumlah polong bernas (a), persentase polong bernas (b), persentase polong hampa (c), bobot 100 biji (d), bobot biji kering per tanaman (e), dan bobot biji kering per plot (f). POC yang diberikan juga belum mampu menunjukkan peningkatan terhadap semua variabel yang diamati. NPK yang diberikan juga belum memberikan peranan yang nyata terhadap persentase polong bernas, persentase polong hampa, bobot 100 biji, dan bobot biji kering per plot, namun NPK yang diberikan 150 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan jumlah polong bernas dan bobot biji kering per tanaman, namun bila ditingkatkan 300 kg ha⁻¹ terjadi penurunan.

Jumlah polong bernas yang disajikan pada Gambar 2a menunjukkan bahwa, ketersediaan hara N, P, dan K telah dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman kedelai pada pemberian NPK 150 kg ha⁻¹. Nitrogen berperan penting bagi pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai seperti luas dan umur daun, sehingga fotosintesis yang terjadi selama fase pembentukan dan pengisian polong lebih optimal Salvagiotti, et al. (2020); Hawkesford et al. (2021). Selain nitrogen, fosfor juga penting bagi pembentukan dan pengisian polong kedelai. Menurut Wang et al., (2020) fosfor memiliki peranan dalam pembelahan sel dan diferensiasi jaringan pada fase awal generatif seperti pembungaan dan pembentukan bakal polong. Pembentukan dan pengisian polong selain dipengaruhi oleh hara nitrogen dan fosfor, juga tidak terlepas dari peranan kalium. Menurut Zörb et al., (2021), kalium penting dalam meningkatkan aktivasi enzim dan pengangkutan asimilat dari daun menuju polong dan biji selama proses pengisian. NPK yang diberikan 300 kg ha⁻¹

terjadinya penurunan jumlah polong bernas. Hal ini disebabkan, kebutuhan kedelai dalam pembentukan dan pengisian polong juga ditentukan oleh kebutuhan tanaman, sehingga pada takaran yang optimal tidak lagi meningkatkan pengisian polong. Fageria & Baligar (2020) menyatakan bahwa, batas optimum pemupukan yang telah tercapai, peningkatan hara yang diberikan tidak lagi diikuti dengan peningkatan hasil tanaman.

Persentase polong bernas pada Gambar 2b juga tidak dipengaruhi oleh POC dan NPK yang diberikan. Polong bernas sebagai indikator pengisian biji berlangsung secara optimal. Optimalnya pengisian biji kedelai juga ditentukan oleh faktor lingkungan, seperti ketersediaan air dan faktor genetik. Menurut Fitriani et al. (2020) dan Sinaga et al. (2020), persentase pengisian biji kedelai secara optimal jika kebutuhan air selama proses pengisian biji dapat dipenuhi. Fernandes et al., (2025) menyatakan bahwa persentase polong lebih banyak ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan mikro tanaman dibandingkan dengan ketersediaan hara.

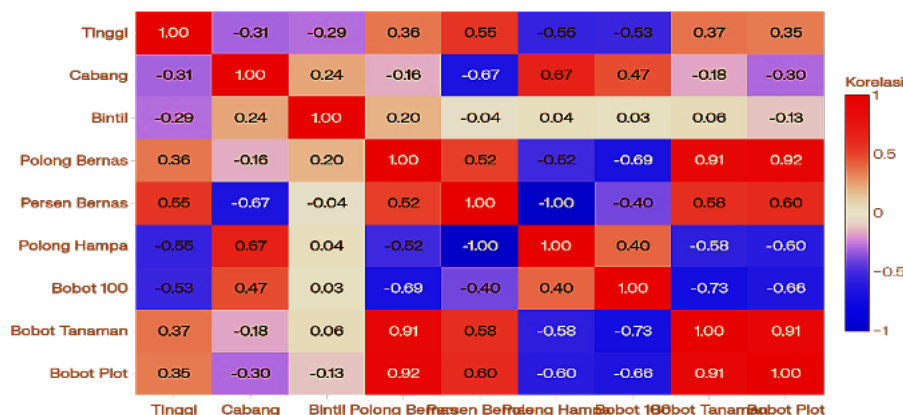
Persentase polong hampa pada Gambar 2c yang dihasilkan juga relatif sama. Persentase polong hampa sebagai salah satu indikator penting yang mempengaruhi produktivitas kedelai. Namun perbedaan persentase polong hampa yang dihasilkan tidak dipengaruhi secara langsung oleh perbedaan POC dan NPK yang diberikan. Menurut Salvagiotti, et al., (2020) dan Kumar et al., (2023), selama proses fotosintesis dan suplai asimilat ketersediaan air dapat dipertahankan, persentase polong hampa tidak mengalami perubahan yang nyata, meskipun terjadi perbedaan takaran pupuk yang diberikan.

Bobot 100 biji yang disajikan pada Gambar 2d menunjukkan bahwa, bobot 100 biji yang dihasilkan relatif sama meskipun POC dan NPK yang diberikan berbeda. Hal ini disebabkan bobot 100 biji lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan oleh ketersediaan hara. Hal ini sesuai menurut Wang et al. (2020) bahwa, aktivitas enzim dalam pembentukan pati dan protein dalam proses pengisian biji lebih dominan dikendalikan oleh faktor genetik, perbedaan bobot biji kedelai yang dihasilkan ditentukan faktor genetik. Lebih lanjut Taiz et al. (2022) menegaskan bahwa, selama kebutuhan hara dalam pembentukan dan pengisian biji telah terpenuhi, peningkatan takaran pupuk tidak selalu diikuti oleh peningkatan bobot biji.

Gambar 2e menunjukkan bahwa, bobot biji kering per tanaman kedelai yang dihasilkan dipengaruhi oleh NPK yang diberikan. Peningkatan NPK yang diberikan cenderung menghasilkan peningkatan bobot biji kering hingga dosis NPK 150 kg ha⁻¹, namun mengalami penurunan pada dosis 300 kg ha⁻¹. Salah satu faktor penting dalam pembentukan dan pengisian biji kedelai dipengaruhi oleh NPK, sehingga juga mempengaruhi jumlah polong bernas dan efisiensi pengisian biji. Menurut Marschner (2020) dan Havlin et al. (2020), hara N, P, dan K yang mudah larut dapat diserap dengan cepat oleh tanaman, sehingga proses fotosintesis dan pengisian biji dapat berlangsung lebih efisien. Lebih lanjut (Fageria & Baligar, 2020) menjelaskan bahwa, efisiensi hara yang diberikan semakin rendah apabila diberikan melebihi kebutuhan tanaman, yang dapat mengakibatkan terhambatnya akumulasi asimilat dalam pembentukan dan pengisian biji.

Gambar 2f juga menunjukkan bahwa, bobot biji kering per plot kedelai yang dihasilkan relatif sama. Hal ini disebabkan bobot biji kering yang dihasilkan merupakan akumulasi dari berbagai variabel yang diamati, selain itu juga dipengaruhi oleh faktor genetik, populasi tanaman, dan kondisi lingkungan. Menurut Salvagiotti, et al. (2020), Taiz et al., (2022); dan Kumar et al. (2023), faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan ketersediaan air berperan lebih dominan dalam menentukan hasil total, sehingga peningkatan pemupukan tidak selalu diikuti oleh peningkatan hasil per plot. Hubungan antara persentase polong bernas, persentase polong hampa,

bobot 100 biji, bobot biji kering per tanaman, dan bobot biji kering per plot berdasarkan matrik korelasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Matrik korelasi variabel pengamatan tanaman kedelai pada pemberian POC dan NPK

Gambar 3. menunjukkan bahwa, korelasi sangat kuat antara jumlah polong bernas ($r=0.92$) dan bobot biji per tanaman ($r=0.91$) dengan bobot biji per plot menjadikan kedua variabel ini sebagai penentu utama hasil kedelai. Persentase polong bernas ($r=0.60$) memberikan kontribusi positif dan persentase polong hampa (-0.60) serta bobot 100 biji (-0.66) berperan sebagai faktor pembatas yang kuat. Jumlah polong bernas dan bobot biji kering per tanaman juga berkorelasi sangat kuat dengan bobot biji per plot.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian menunjukkan interaksi tidak nyata antara POC dan NPK pada seluruh variabel. NPK dosis 150 kg ha^{-1} merupakan takaran optimal dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah bintil akar efektif, dan bobot biji kering per tanaman, sedangkan POC berbahan *C. glomerata* berpengaruh tidak nyata. NPK yang diberikan 150 kg ha^{-1} disarankan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan kering, serta diperlukan penelitian lanjutan terkait efektivitas POC pada berbagai kondisi tanah dengan NPK yang rendah..

DAFTAR RUJUKAN

- Adjei-Nsiah, S., Frimpong, F., Owusu Danquah, E., & Abaidoo, R. C. (2022). Nitrogen fertilization effects on nodulation, nitrogen fixation, and yield of soybean (*Glycine max* L.). *Rhizosphere*, 22, 100520. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100520>
- Ahmed, M., Hasan, M., Rahman, M. M., & Islam, M. R. (2023). Algal biomass-derived biofertilizers: Composition, soil interaction, and crop productivity enhancement. *Journal of Applied Phycology*, 35(4), 2149–2163. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-02941-7>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Tanaman Pangan Indonesia 2020--2024*. BPS Republik Indonesia.
- 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>
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (2020). Nitrogen management in crop production. *Advances in Agronomy*, 163, 1–46.
- Fernandes, A. R., Silva, E. C., & Costa, L. M. (2025). Nutrient management strategies to improve legume productivity under marginal soils. *Field Crops Research*, 312, 109456. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109456>
- Fitriani, R., Nurhayati, & Suryadi, A. (2020). Pengaruh pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman

- kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(2), 123–130.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2020). *Soil Fertility and Fertilizers*. Pearson.
- Hawkesford, M. J., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J. K., Møller, I. M., & White, P. J. (2021). Functions of macronutrients. *Annual Review of Plant Biology*, 72, 557–587.
- Jamilah, Aguswanto, Ediwirman, Sunadi, & Novia, P. (2024). The application of organic liquid fertilizer C. glomerata and NPK Phonska to enhance agronomic efficiency in maize cultivation on Alluvial soil. *Sains Tanah*, 21(1), 74–82. <https://doi.org/10.20961/stjssa.v21i1.73667>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2024). *Outlook Kedelai Nasional*.
- Krawczuk, A., Wójcik-Gront, E., & Cichy-Szydłowska, K. (2023). Organic fertilizers and soil microorganisms: Implications for nutrient availability and sustainable agriculture. *Soil Systems*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7010018>
- Kumar, A., Singh, R., Sharma, P., & Verma, S. (2023). Effects of nutrient management on crop productivity and soil properties. *Agronomy*, 13(5), 1234–1246. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051234>
- Li, X., & others. (2024). Nutrition and utilization of soybean as a protein source and for industry. *Journal of Soybean Research*, XX(XX), XX--XX.
- Li, X., Zhang, Y., Wang, J., & Chen, L. (2024). Integrated nutrient management improves soybean productivity and soil health under marginal land conditions. *Field Crops Research*, 302, 109137. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109137>
- Luo, S., Yu, H., Liu, W., & Zhang, D. (2023). Intercropping systems enhance land use efficiency and yield stability of soybean-based cropping systems. *Agricultural Systems*, 217, 103433. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103433>
- Marschner, P. (2020). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (4th ed.). Academic Press.
- Rahman, M. M., Ahmed, M., Hasan, M., & Hossain, M. A. (2023). Seaweed- and algae-based biostimulants: Mechanisms and agronomic benefits. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1189421. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1189421>
- Salvagiotti, Fernando and Cassman, Kenneth G. and Specht, James E. and Walters, Daniel T. and Weiss, Albert and Dobermann, A. (2020). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilization in soybean. *Field Crops Research*, 256, 107912.
- Samekto, R., Widyastuti, S. M., & Kushendarto. (2020). Nitrogen uptake and nodulation response of soybean to inorganic fertilization. *Biodiversitas*, 21(4), 1537–1543. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210421>
- Setyaningrum, R., Prasetyo, B., & Hidayat, R. (2024). Soil fertility constraints and sustainable nutrient management for soybean production in tropical dryland. *Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 21(1), 45–56. <https://doi.org/10.20961/stjssa.v21i1.74123>
- Sinaga, D., Sitompul, S. M., & Heddy, Y. B. S. (2020). Respons tanaman kedelai terhadap pemupukan nitrogen dan fosfor. *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(6), 612–620.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2022). *Plant Physiology and Development* (7th ed.). Sinauer Associates.
- Tiwari, P., Singh, R., & Kumar, S. (2024). *Precision agriculture technologies for sustainable legume production under climate variability*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46864-6_1
- Wang, Y., Lu, J., Ren, T., Hussain, S., Guo, C., Wang, S., Cong, R., & Li, X. (2020). Effects of nitrogen fertilizer on growth, yield and nitrogen use efficiency of soybean. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(6), 1510–1523. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62860-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62860-5)
- Zhong, Y., & Zhong, X. (2024a). Algal-based fertilizers and biostimulants: Advances, challenges, and future prospects. *Journal of Cleaner Production*, 437, 140588. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140588>
- Zhong, Y., & Zhong, Z. (2024b). Effects of algal-based liquid organic fertilizer on fertilizer efficiency and land degradation. *Sustainable Agriculture*, XX(XX), XX--XX.
- Zörb, C., Senbayram, M., & Peiter, E. (2021). Potassium in agriculture--status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, 258--259, 153390.