

Pengaruh Pupuk P dan Frekuensi Penyiraman terhadap Nodulasi dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*)

Afalia Andrasari*), Herry Wirianata, Pauliz Budi Hastuti

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian INSTIPER Yogyakarta

*)Email Korespondensi: afaliya8@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis pupuk fosfor (P) dan frekuensi penyiraman yang tepat untuk mendukung proses nodulasi dan hasil tanaman kedelai. Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Jati, Banaran, Galur, Kulon Progo, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah pemberian dosis pupuk P yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0 g, 0,2 g, 0,3 g, dan 0,4 g per tanaman. Faktor kedua adalah frekuensi penyiraman yang terdiri dari 3 taraf yaitu penyiraman setiap 1 hari, 3 hari, dan 5 hari. Dengan volume penyiraman 500 ml. Berdasarkan perlakuan kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan, dengan setiap perlakuan di ulang sebanyak 7 kali, sehingga diperoleh 84 sampel tanaman, dengan pengamatan bintil akar dilakukan sebanyak 36 sampel tanaman dan pengamatan hasil tanam dilakukan sebanyak 48 sampel tanaman. Data hasil pengamatan di analisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*) Anova pada jenjang nyata 5%. Jika terdapat interaksi signifikan antara perlakuan, maka dilakukan uji lanjut dengan uji (*Duncan's Multiple Range Test*) DMRT pada jenjang 5%. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi signifikan antara dosis pupuk P dan frekuensi penyiraman terhadap berat 100 biji, di mana kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada pemberian pupuk P sebanyak 0,4 g per tanaman dengan frekuensi penyiraman setiap 1 hari.

Kata Kunci: kedelai, pupuk fosfor, penyiraman, nodulasi

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max L.*) merupakan salah satu jenis tanaman palawija yang termasuk dalam famili *Leguminosae* dan telah lama dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Kedelai termasuk salah satu komoditas pangan yang tergolong strategis karena berkontribusi besar dalam mencukupi kebutuhan gizi masyarakat di Indonesia. Sebagai sumber utama protein nabati, kedelai menempati posisi ketiga dalam struktur konsumsi pangan nasional, setelah padi dan jagung (Tanjung *et al.*, 2022). Selain kandungan gizinya yang tinggi, kedelai dimanfaatkan sebagai bahan dasar utama di berbagai industri pengolahan pangan, seperti tempe, tahu, kecap, dan susu kedelai. Namun, meskipun permintaan terhadap kedelai mengalami kenaikan sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan sektor industri pengolahan pangan, tingkat produktivitas kedelai di dalam negeri masih belum mencukupi kebutuhan nasional. Akibatnya, Indonesia masih harus mengandalkan impor untuk memenuhi kekurangan pasokan kedelai tersebut (Jayasumarta, 2012).

Produktivitas kedelai yang rendah di tingkat petani yang rata-rata hanya berkisar 1,2–1,5 ton per hektare dibandingkan potensi hasil varietas unggul yang bisa mencapai 2,5 ton per hektare disebabkan oleh berbagai faktor. Di antaranya adalah penggunaan varietas yang kurang sesuai dengan agroekosistem setempat, teknik budidaya yang belum optimal, serta kurangnya pemupukan dan pengairan yang tepat (Suryadi *et al.*, 2020). Oleh karena itu, perbaikan teknik budidaya melalui pengelolaan air serta unsur hara secara tepat menjadi sangat penting dalam upaya peningkatan produktivitas tanaman kedelai.

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang memiliki peran dalam mendukung proses pertumbuhan tanaman kedelai. Unsur ini memiliki fungsi utama dalam pembentukan dan transfer energi (ATP), perkembangan sistem perakaran, dan pembentukan bunga dan biji. Di wilayah tropis seperti Indonesia, ketersediaan fosfor di tanah sering kali menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman setelah nitrogen dan air (Sipayung *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penambahan fosfor melalui pemupukan menjadi sangat penting, terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman. Dalam upaya mencukupi kebutuhan fosfor, pupuk SP-36 sering dijadikan pilihan karena kandungan hara yang sesuai bagi tanaman, yang mengandung fosfor sebanyak 36% dan direkomendasikan untuk digunakan dengan dosis antara 50–100 kg/ha, tergantung pada tingkat kesuburan tanah dan kebutuhan tanaman *Rhizobium* (Iswiyanto *et al.*, 2022).

Selain pemupukan anorganik, penggunaan pupuk organik seperti pupuk kandang juga penting dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Pupuk kandang kambing, khususnya, dikenal memiliki kandungan hara yang cukup lengkap. Kandungan unsur makro dalam pupuk kandang kambing meliputi nitrogen (0,6–1,5%), fosfor (0,4–0,9%), kalium (0,5–1,0%), kalsium (0,3–0,6%), dan magnesium (0,2–0,4%). Selain itu, pupuk ini juga mengandung unsur mikro antara lain seng, besi, mangan, tembaga, boron, dan molibdenum yang berperan dalam berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk aktivitas enzim dan sintesis klorofil tanaman (Sanjaya *et al.*, 2020). Dalam praktik budidaya, pupuk kandang kambing biasanya diberikan dengan dosis sekitar 15–20 ton/ha atau setara dengan 0,5–1 kg per tanaman tergantung kondisi lahan dan ukuran media tanam.

Air merupakan komponen vital lainnya yang sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Tanaman memerlukan air tidak hanya sebagai pelarut dan media transportasi unsur hara, tetapi juga sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis. Ketersediaan air yang cukup sangat diperlukan terutama pada fase pembungaan hingga pengisian biji, sehingga tanaman sangat rentan terhadap kekeringan. Defisiensi air pada tahap generatif berpotensi menurunkan tingkat produksi tanaman mencapai 34%–46% (Taufiq & Sundar, 2012). Pengaturan frekuensi penyiraman menjadi salah satu upaya agronomis untuk menjaga ketersediaan air di sekitar zona perakaran. Hasil penelitian oleh Nugroho *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman setiap dua hari sekali paling efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan perlakuan penyiraman setiap tiga atau lima hari sekali.

Tanaman kedelai juga memiliki keunikan dalam sistem perakarannya karena mampu membentuk bintil akar (nodul) akibat simbiosis dengan bakteri *Rhizobium japonicum*. *Rhizobium* memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen dari atmosfer dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Proses tersebut tidak hanya membantu mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman, tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah secara alami (Kumalasari *et al.*, 2013). Proses terbentuknya bintil akar dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kecukupan unsur fosfor, tingkat kelembapan tanah, serta keberadaan bakteri *Rhizobium*. Pemberian pupuk fosfor yang cukup diketahui dapat merangsang pembentukan bintil akar dan meningkatkan efisiensi fiksasi nitrogen

(Iswiyanto *et al.*, 2022). Selain itu, ketersediaan air yang memadai sangat penting untuk mendukung proses metabolisme yang berperan dalam pembentukan serta fungsi bintil akar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Jati Banaran, Galur, Kulon Progo selama 3 bulan pada bulan Oktober hingga Desember 2024. Peralatan yang digunakan meliputi cangkul, ember, penggaris atau meteran, gelas ukur, gergaji, golok, cetok, timbangan, alat tulis, polybag ukuran 30x30 cm, label, alat tulis, camera atau Hp, ayakan, plastik, gunting, dan bambu atau kayu. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya ada biji kedelai, rhizoka, air, pupuk Sp-36, pupuk organi, dan tanah. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah pemberian dosis pupuk fosfor (P) yang terdiri atas 4 aras, yaitu P1 (0 g per tanaman), P2 (0,2 g per tanaman), P3 (0,3 g per tanaman) dan P4 (0,4 g per tanaman). Faktor kedua adalah frekuensi penyiraman yang terdiri atas 3 taraf, yaitu S1 (penyiraman setiap 1 hari sekali), S2 (penyiraman setiap 3 hari sekali), dan S3 (penyiraman setiap 5 hari sekali), dengan volume penyiraman 500 ml. Penelitian ini terdapat $(4 \times 3) = 12$ kombinasi perlakuan, dengan setiap perlakuan diulang sebanyak 7 kali, sehingga keseluruhan sampel pada penelitian ada $(12 \times 7) = 84$ sampel. Sempel tersebut dibagi menjadi 36 sampel untuk pengamatan bintil akar dan 48 sampel untuk pengamatan hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan adanya interaksi signifikan antara dosis pupuk P dan frekuensi penyiraman terhadap berat 100 biji tanaman kedelai, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengaruh pemberian dosis pupuk P dan frekuensi penyiraman terhadap berat 100 biji (g/tanaman)

Frekuensi Penyiraman (hari)	Dosis pupuk P (g/pertanaman)				Rerata
	0	0,2	0,3	0,4	
1	17,33 cd	17,83 bc	17,76 bc	19,17 a	18,02
3	17,60 bcd	17,56 cd	16,52 e	18,08 b	17,44
5	16,43 e	17,38 cd	17,18 d	15,71 f	16,67
Rerata	17,12	17,59	17,15	17,65	(+)

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada jenjang nyata 5%.

(+) : Ada interaksi nyata

Tabel 1 menunjukkan adanya interaksi signifikan antara pemberian dosis pupuk P dan frekuensi penyiraman terhadap berat 100 biji. Kombinasi terbaik ditemukan pada dosis pupuk 0,4 g per tanaman dengan frekuensi penyiraman setiap 1 hari sekali, menghasilkan berat 19,17 g. Pada berat 100 biji penyiraman setiap 5 hari sekali dengan dosis P yang sama 0,4 g turun drastis menjadi 15,71 g. Hasil ini mengindikasikan bahwa efektivitas penyerapan fosfor sangat bergantung pada ketersediaan air yang cukup di zona perakaran, karena air berperan dalam melarutkan dan mendistribusikan unsur hara ke seluruh bagian tanaman (Sipayung *et al.*, 2023).

Tabel 2. Pengaruh dosis pupuk P terhadap nodulasi dan tanaman kedelai (g)

Parameter	Dosis pupuk P (g/pertanaman)			
	0	0,2	0,3	0,4
Tinggi tanaman	84,87 q	80,25 q	90,58 pq	106,66 p
Jumlah polong per tanaman	43,66 q	67,50 p	66,41 p	67,91 p
Jumlah biji per tanaman	84,91 q	129,00 p	133,41 p	134,66 p
Berat bintil akar total	0,32 p	0,49 p	0,47 p	0,50 p
Jumlah bintil akar total	14,55 p	15,44 p	19,33 p	19,66 p
Jumlah bintil akar efektif	12,44 p	11,33 p	16,22 p	19,66 p
Jumlah bintil akar tidak efektif	2,11 p	4,11 p	3,11 p	3,00 p
Berat segar tanaman	36,03 q	59,68 p	58,01 p	64,90 p
Berat segar akar	11,96 p	16,40 p	17,77 p	18,65 p
Berat kering tanaman	10,36 q	15,74 p	16,88 p	18,28 p

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 2 menunjukkan pemberian pupuk P berpengaruh signifikan terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai, dimana dosis 0,4 g per tanaman memberikan hasil terbaik. Berdasarkan sidik ragam pemberian pupuk P memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah polong, jumlah biji, berat segar tanaman, serta berat kering tanaman terhadap nodulasi dan hasil tanaman (Sipayung *et al.*, 2023). Hal ini berkaitan erat dengan peran penting fosfor dalam proses reproduksi tanaman, khususnya pada tahap pembentukan bunga, polong, dan biji. Pemberian fosfor pada dosis 0,4 g terbukti menghasilkan jumlah polong dan biji yang tinggi dibandingkan dosis lainnya. Hal ini sejalan dengan pendapat Iswiyanto *et al.*, (2022) menyebutkan pemupukan fosfor yang tepat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman, termasuk mempercepat pembungaan, proses pembentukan polong dan biji. Kusuma *et al.*, (2017) menyatakan bahwa kekurangan P dapat menghambat pembungaan dan penurunan produktivitas. Santosa, (2019) menyatakan bahwa kekurangan fosfor menghasilkan biji yang kecil dan hampa, sedangkan kondisi tanah yang lembab dan kaya fosfor meningkatkan berat biji secara nyata.

Pengaruh pupuk P terhadap parameter nodulasi seperti jumlah bintil akar total, bintil efektif, dan tidak efektif tidak signifikan secara statistik, data menunjukkan bahwa peningkatan dosis P cenderung meningkatkan jumlah dan berat bintil akar. Hal ini didukung oleh temuan (Djoehana *et al.*, 2015), menyebutkan fosfor menyediakan energi dalam bentuk ATP untuk proses simbiosis bakteri ke dalam akar serta pembentukan dan aktivitas bintil akar. Ketersediaan fosfor yang cukup juga membantu dalam mempercepat pertumbuhan sistem perakaran, menyiang pada akhirnya memperluas zona penyerapan dan memperkuat hubungan simbiosis tersebut.

Table 3. Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap nodulasi dan tanaman kedelai

Parameter	Frekuensi penyiraman (hari)		
	1	3	5
Tinggi tanaman	10,81 a	95,71 a	67,25 b
Jumlah polong per tanaman	90,12 a	60,25 b	33,75 c
Jumlah biji per tanaman	180,68 a	115,81 b	65,00 c
Berat bintil akar total	1,13 a	0,09 b	0,12 b
Jumlah bintil akar total	39,25 a	6,91 b	5,58 b
Jumlah bintil akar efektif	32,08 a	5,75 b	4,66 b
Jumlah bintil akar tidak efektif	7,16 a	1,16 b	0,91 b
Berat segar tanaman	79,05 a	54,39 b	30,52 c
Berat segar akar	22,50 a	16,29 b	9,79 c
Berat kering tanaman	21,07 a	15,43 b	9,44 c
Berat kering akar	4,07 a	2,75 b	1,85 c

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada jenjang nyata 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman berpengaruh sangat signifikan terhadap semua parameter. Hasil sidik ragam frekuensi penyiraman setiap 1 hari menunjukkan respons pertumbuhan dan hasil tanaman yang optimal dibandingkan penyiraman setiap 3 maupun 5 hari. Penyiraman berperan langsung dalam mempengaruhi penyerapan hara, kelangsungan hidup mikroorganisme tanah, serta fisiologis tanaman. Frekuensi penyiraman yang dilakukan setiap 1 hari sekali mampu menjaga kelembapan tanah, sehingga mendukung proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis, pembelahan sel, dan penyerapan unsur hara. Ketersediaan air yang konsisten juga membantu mempercepat pelarutan pupuk fosfor dan mengoptimalkan pergerakannya di dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan efektivitas penyerapan oleh akar tanaman. Kondisi tanah yang lembap secara optimal juga memfasilitasi aktivitas bakteri *Rhizobium* dalam membentuk dan mempertahankan bintil akar yang efektif. Data penelitian menunjukkan bahwa pada frekuensi penyiraman 1 hari, jumlah dan berat bintil akar total serta bintil efektif meningkat signifikan dibandingkan dengan penyiraman 5 hari. Bintil akar efektif memiliki ciri warna merah muda akibat kandungan *leghemoglobin* yang tinggi, yang menjadi indikator aktifnya proses fiksasi nitrogen. Sebaliknya, penyiraman setiap 5 hari menghasilkan banyak bintil tidak efektif, yang berwarna putih atau hitam, dan tidak berfungsi optimal dalam fiksasi nitrogen akar (Lubis & Harahap, 2020).

Hal ini menunjukkan bahwa upaya peningkatan hasil tanaman kedelai tidak cukup hanya dengan menyediakan unsur hara, tetapi juga harus didukung dengan pengelolaan air yang tepat. Penggunaan pupuk tanpa dukungan kelembapan yang memadai akan menghambat difusi dan serapan hara, sebaliknya, ketersediaan air yang optimal akan sia-sia jika tidak disertai kecukupan hara, khususnya fosfor, dalam tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dosis pupuk P (SP-36) yang memberikan hasil terbaik untuk meningkatkan nodulasi dan hasil tanaman kedelai berada pada dosis 0,4 gram per tanaman.
2. Frekuensi penyiraman setiap hari memberikan pengaruh paling baik terhadap nodulasi dan hasil tanaman kedelai.

3. Terdapat interaksi nyata antara pupuk P dan frekuensi penyiraman terhadap nodulasi dan tanaman kedelai. Kombinasi perlakuan pupuk P 0,4 g dan frekuensi penyiraman setiap hari memberikan hasil terbaik untuk berat 100 biji dan memberikan hasil tertinggi pada parameter lainya meskipun secara stastik tidak semua menunjukan interaksi nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Djoehana, I. A., Suryani, N., & Prasetyo, B. H. (2015). Pengaruh pupuk fosfor terhadap pembentukan bintil akar pada kedelai. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 2(2), 109–116.
- Iswiyanto, A., Radian, & Abdurrahman, T. (2022). Pengaruh Nitrogen Dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Edamame Pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(1), 95–102. <https://doi.org/10.26418/jspe.v12i1.60354>
- Iswiyanto, T., Hidayat, H., & Sari, P. (2022). Peran fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Agroindustri*, 12(1), 33–41.
- Jayasumarta, D. (2012). Pengaruh sistem olah tanah dan pupuk p terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 17(3), 148–154. <http://journal.umsu.ac.id/index.php/agrium/article/view/313>
- Kumalasari, I. D., Astuti, E. D., & Prihastanti, E. (2013). Pembentukan Bintil Akar Tanaman Kedelai (*Glycine max L*) Dengan Perlakuan Jerami pada Masa Inkubasi yang Berbeda. *Journal Sains Dan Matematika*, 21(4), 103–107.
- Kusuma, A., D., R., & Fitriani, A. (2017). Efek dosis P terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. *Jurnal Agrovigor*, 10(2), 135–142.
- Lubis, R. A., & Harahap, M. F. (2020). Pengaruh pemberian pupuk dan penyiraman terhadap pertumbuhan biomassa tanaman kedelai. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 5(1), 55–62.
- Nugroho, C. A., Setiawan, & Wijaya, A. (2022). Pengaruh Frekuensi Penyiraman Dan Volume Air Media Tanam Campuran Arang Sekam dan Pupuk Kandang. *Agrium*, 25(1), 12–23.
- Sanjaya, I. M., Mahayasa, I. G. A., & Putra, G. N. A. (2020). Kandungan hara pupuk kandang kambing dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kacang panjang. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 10(1), 56–63.
- Santosa, P. (2019). Efek Defisiensi Fosfor terhadap Bobot Biji Kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 47(3), 256–262.
- Sipayung, P., Hasibuan, R., & Manik, S. (2023). Pemanfaatan pupuk SP-36 dalam meningkatkan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 12(2), 89–96.
- Sipayung, P., Hutauruk, S., Purba, A. H., & Sidauruk, L. (2023). Respon Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Hitam Malika (*Glycine soja, L.*) terhadap Media Tanam Cocopeat - Topsoil dan Pupuk Fosfor. *METHODAGRO: Jurnal Penelitian Ilmu Pertanian*, 9(1), 57–65. <http://ejournal.ust.ac.id/index.php/AST/article/view/2485>
- Suryadi, M., Subaedah, Saida, Suriyanti, H., & Syarif, M. (2020). Pertumbuhan Dan Produksi Berbagai Varietas Kedelai Di Lahan Sawah Tadah Hujan Setelah Padi. *Jurnal AGrotekMAS*, 1(1), 67–74.
- Tanjung, M. R., Juanda, B. R., & Siregar, D. S. (2022). Potensi Hasil Lima Varietas Kedelai (*Glycine max L.*) Pada Lahan Kering Masam. *Jurnal Agroqua*, 20(1), 219–226. <https://doi.org/10.32663/ja.v>
- Taufiq, A., & Sundar, T. (2012). Respon tanaman kedelai terhadap lingkungan tumbuh. *Jurnal Buletin Palawija*, 26(23), 13–26.