

Baihaqi dkk, 2025

Respons Kedelai (*Glycine max* Merr.) terhadap Variasi Jenis dan Frekuensi Aplikasi PGPR

Achmad Fachrurijal Baihaqi^{1)*}, Andree Saylendra,¹⁾ Sri Ritawati¹⁾, Imas Rohmawati¹⁾

¹⁾Fakultas Pertanian, Jurusan Agroekoteknologi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Raya palka KM 3, Sindangsari, Pabuaran, Kab. Serang, Provinsi Banten, Telp 082298979737,

*Corresponding author : fachrurijalbaihaqi@gmail.com

* Received for review November 30, 2025 Accepted for publication December 5, 2025

Abstract

Soybean (*Glycine max* Merr.) is a strategic food commodity whose productivity needs to be increased to meet national needs. The use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) is an innovative approach to improve plant growth and yield. This study examined the effect of the type and frequency of PGPR application on the growth and yield of Grobogan soybean varieties. The study was conducted in June-September 2025 using a 2-factor Randomized Block Design (RBD). The first factor was 5 types of PGPR treatments (without PGPR/control, bamboo roots, mimosa pudica, Imperata cylindrica, and Pennisetum purpureum) and the second factor was 3 frequencies of PGPR application, resulting in 15 treatment combinations with three replications. This study used a two-factorial ANOVA test and further tests using 5% DMRT, the results of the ANOVA test obtained a significant interaction between the type of PGPR and the frequency of PGPR application on the number of soybean pods. The type of PGPR significantly affected plant height, number of leaves, and number of pods, while the frequency of application affected plant height at 10 weeks after planting and the number of pods.. Bamboo root PGPR provided the best response, with a plant height of 78.84 cm, 43 leaves, and 110 pods after three applications, and was able to increase soybean productivity. These results demonstrate the potential of bamboo root PGPR as a biological agent for increasing sustainable soybean productivity.

Keywords: Application frequency, PGPR, Soybean, Growth, Yield

Abstrak

Kedelai (*Glycine max* Merr.) merupakan komoditas pangan strategis yang produktivitasnya perlu ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan nasional. Pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) menjadi pendekatan inovatif untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Penelitian ini mengkaji pengaruh jenis dan frekuensi aplikasi PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai varietas Grobogan. Penelitian dilaksanakan pada Juni-September 2025 menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktor, Faktor pertama adalah dengan 5 jenis perlakuan PGPR (Tanpa PGPR/kontrol, akar bambu, putri malu, alang-alang, dan rumput gajah) serta faktor kedua adalah 3 frekuensi aplikasi PGPR, menghasilkan 15 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan. Penelitian ini menggunakan uji Anova dua faktorial dan menggunakan uji lanjut menggunakan DMRT 5%, hasil uji Anova didapatkan adanya interaksi nyata pada jenis PGPR dan frekuensi aplikasi PGPR terhadap jumlah polong kacang kedelai. Jenis PGPR berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah polong, sementara frekuensi aplikasi berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada 10 MST dan jumlah polong. PGPR akar bambu memberikan respons terbaik dengan tinggi tanaman 78,84 cm, 43 helai daun, dan 110 polong pada tiga kali aplikasi,

Baihaqi dkk, 2025

serta mampu meningkatkan produktivitas kedelai. Hasil ini menunjukkan bahwa PGPR akar bambu berpotensi sebagai agen hayati dalam peningkatan produktivitas kedelai berkelanjutan.

Kata kunci: Frekuensi pengaplikasian, Hasil panen, Kedelai, PGPR, Pertumbuhan



Copyright © 2025 The Author(s)

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

1. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* Merril.) merupakan komoditas pangan strategis yang memiliki nilai ekonomi dan kandungan gizi yang tinggi. Tanaman ini berperan penting sebagai sumber protein nabati, asam amino esensial, serta berbagai vitamin dan mineral yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat (Krisnawati, 2017). Selain itu, kedelai juga merupakan bahan utama bagi industri pangan seperti tempe, tahu, kecap, tepung kedelai, dan susu kedelai. Seiring meningkatnya konsumsi masyarakat, kebutuhan kedelai nasional terus bertambah, namun produksi dalam negeri belum mampu memenuhi permintaan tersebut sehingga ketergantungan terhadap impor masih tinggi (Kementerian Pertanian RI, 2020).

Data produksi kedelai dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan kondisi yang fluktuatif akibat keterbatasan lahan, penurunan kualitas tanah, serta penggunaan input kimia yang tidak berimbang. Penurunan kesuburan tanah menjadi salah satu faktor utama rendahnya produktivitas kedelai karena penggunaan pupuk kimia secara berulang menyebabkan degradasi sifat biologi tanah dan berkurangnya populasi mikroorganisme yang berperan dalam penyediaan hara. Kondisi ini menghambat proses fisiologis tanaman yang memerlukan unsur hara esensial dalam jumlah memadai. Oleh sebab itu, upaya perbaikan sistem budidaya kedelai perlu diarahkan pada pendekatan yang lebih ekologis melalui pengoptimalan peran mikroba tanah sebagai penyedia hara alami.

Salah satu inovasi yang berpotensi menunjang peningkatan pertumbuhan kedelai adalah pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR merupakan kelompok bakteri yang hidup di sekitar perakaran dan mendukung pertumbuhan tanaman melalui mekanisme fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi hormon tumbuh, serta perlindungan akar dari patogen. Potensi PGPR sangat dipengaruhi oleh sumber rizosfer tanaman, di mana beberapa tanaman liar seperti bambu, rumput gajah, putri malu, dan alang-alang diketahui memiliki komunitas mikroba yang kaya dan dapat dikembangkan sebagai sumber isolat PGPR yang efektif (Istiqomah et al., 2024). Selain jenis PGPR, frekuensi aplikasi turut menentukan efektivitas kolonisasi bakteri di daerah perakaran sehingga respons pertumbuhan tanaman dapat berbeda.

Informasi mengenai jenis PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang paling efektif serta frekuensi aplikasi optimal pada kedelai varietas Grobogan masih terbatas. Informasi ini penting untuk meningkatkan produktivitas kedelai nasional, memperbaiki kesuburan tanah, dan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia (Sutariati, 2024).

Baihaqi dkk, 2025

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa PGPR berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman melalui peningkatan penyerapan hara, produksi fitohormon, serta perlindungan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Aplikasi bakteri penghasil eksopolisakarida mampu meningkatkan populasi mikroba tanah, pertumbuhan, dan serapan nitrogen pada tanaman kedelai, sedangkan Willyans *et al.* (2022) menyatakan bahwa aplikasi PGPR dapat memperbaiki sifat kimia tanah ultisol yang mendukung ketersediaan hara bagi tanaman. Selain itu, Andrean *et al.* (2024) menambahkan bahwa PGPR berpotensi meningkatkan efisiensi serapan nitrogen serta pertumbuhan vegetatif tanaman legum seperti kedelai.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis pengaruh berbagai jenis PGPR dan frekuensi aplikasinya terhadap pertumbuhan serta hasil kedelai varietas Grobogan. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi ilmiah mengenai kombinasi perlakuan paling efektif untuk meningkatkan produktivitas kedelai secara berkelanjutan. Mengingat meningkatnya kebutuhan kedelai nasional dan rendahnya produktivitas pada sistem budidaya konvensional, hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan teknologi hayati yang aplikatif untuk memperkuat ketahanan pangan nasional.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Penelitian dilaksanakan pada Juni–September 2025 di lahan pekarangan rumah di Kampung Kadupinang, Mandalasari, Kecamatan Kaduhejo, Kabupaten Pandeglang, Banten. Kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan kedelai dengan suhu rata-rata 28–30°C, kelembapan 70–80%, dan pH tanah 7 (netral). Alat yang digunakan meliputi penggaris, cangkul, gembor, gelas ukur, pot tray, timbangan analitik, dan hand sprayer. Bahan penelitian mencakup benih kedelai varietas Grobogan, polybag 40 × 40 cm, media tanam campuran tanah top soil, kompos, dan arang sekam (2:1:1), pupuk NPK 16:16:16, serta pestisida Furadan, Decis, dan Antracol. PGPR dibuat dari campuran 25 L air, 8 kg dedak halus, 250 g akar tanaman sumber (bambu, alang-alang, putri malu, dan rumput gajah), 250 g sari kacang hijau, 50 g penyedap rasa, 50 g terasi, dan 4 sendok makan kapur pertanian, kemudian difermentasi selama dua minggu agar mikroorganisme dapat berkembang secara optimal dan menghasilkan inokulum aktif untuk dapat diaplikasikan pada tanaman kedelai.

2.2 Metode

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor, dengan faktor pertama berupa jenis PGPR dan faktor kedua berupa frekuensi pengaplikasian, yang masing-masing disusun sesuai perlakuan yang ditetapkan.

Jenis PGPR:

P0 yaitu tanpa PGPR (kontrol)

P1 yaitu PGPR akar bambu 20 ml/liter air

P2 yaitu PGPR akar putri malu 20 ml/liter air

P3 yaitu PGPR akar alang-alang 20 ml/liter air

P4 yaitu PGPR akar rumput gajah 20 ml/liter air

Baihaqi dkk, 2025

Frekuensi aplikasi:

F1 yaitu 1 kali aplikasi (saat tanam)

F2 yaitu 2 kali aplikasi (saat tanam dan 2 MST)

F3 yaitu 3 kali aplikasi (saat tanam, 2 MST dan 4 MST)

Masing masing perlakuan terdapat 3 ulangan sehingga total satuan percobaan Adalah 45 unit.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada tahapan budidaya kedelai dengan penerapan PGPR dari berbagai sumber rizosfer. Media tanam disiapkan dengan mengisi empat puluh lima polybag menggunakan campuran tanah top soil, kompos dan arang sekam sebanyak 3/4 bagian. Polybag disiram hingga lembap dan diletakkan pada lokasi terbuka yang bebas genangan. Benih kedelai varietas Grobogan yang sehat dan seragam disemaikan selama tujuh hari, kemudian bibit yang telah memiliki daun sejati dipindahkan ke polybag dengan satu tanaman per unit percobaan.

Akar tanaman sumber PGPR (bambu, alang-alang, putri malu, dan rumput gajah) masing-masing direndam selama tiga malam. Bahan tambahan berupa 8 kg dedak halus, 50 g terasi, 50 g penyedap rasa, 250 g gula pasir, dan 25 L air dimasak hingga mendidih untuk proses sterilisasi, kemudian dicampurkan dengan 250 g sari kacang hijau, hasil rendaman akar, 4 sendok makan kapur pertanian, dan air bersih. Campuran tersebut difermentasi selama tujuh hari dalam wadah tertutup longgar, kemudian disaring untuk menghasilkan inokulum PGPR siap pakai.

Aplikasi PGPR dilakukan sesuai perlakuan, yaitu tanpa PGPR (kontrol), akar bambu, putri malu, alang-alang, dan rumput gajah dengan dosis 20 mL per liter air. Frekuensi aplikasi diberikan satu, dua, dan tiga kali melalui penyiraman pada media tanam selama masa pertumbuhan. Pemeliharaan meliputi penyiraman rutin, penyiangan gulma, serta pengendalian hama menggunakan insektisida untuk menekan populasi semut merah dan kutu kebul dengan dosis aman dan hanya satu kali aplikasi. Pengamatan dilakukan sejak dua minggu setelah tanam hingga panen, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah polong.

2.4 Pemeliharaan dan Pengamatan

Pemeliharaan tanaman dilakukan melalui penyiraman secara rutin sebanyak 1 atau 2 kali setiap hari sesuai kondisi lapang untuk menjaga ketersediaan air pada media tanam. Penyiangan gulma dilakukan secara manual agar tidak terjadi persaingan unsur hara yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Pengamatan dilakukan secara berkala meliputi tinggi tanaman pada umur 2-10 MST, jumlah daun pada umur yang sama yaitu 2-10 MST dengan interval 2 MST antar pengamatan dan jumlah polong per tanaman pada 10 MST.

2.5 Analisis Data

Data hasil pengamatan disusun dalam bentuk tabel kemudian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata antarperlakuan maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Seluruh proses pengujian statistik dilakukan menggunakan software DSASTAT Excel Ver. 1.514. guna memperoleh hasil perhitungan yang akurat dan reliabel.

Baihaqi dkk, 2025

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Anova

Tabel 1. Rekapitulasi sidik ragam respon beberapa jenis dan frekuensi pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai

Variabel Pengamatan	Umur Tanaman (MST)	Perlakuan			KK (%)
		Jenis PGPR (P)	Frekuensi Pemberian (G)	Interaksi (P x G)	
Tinggi Tanaman (cm)	2	tn	tn	tn	10,72%
	4	*	tn	tn	10,10%
	6	*	tn	tn	7,86,%
	8	*	tn	tn	7,93%
	10	*	*	tn	5,45%
Jumlah Daun (helai)	2	tn	tn	tn	21,96%
	4	*	tn	tn	21,25%
	6	*	tn	tn	11,64%
	8	*	tn	tn	10,54%
	10	*	tn	tn	11,03%
Jumlah Polong(buah)	10	**	**	**	2,52%

Keterangan : * : Berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$
 ** : Berpengaruh sangat nyata pada $\alpha = 1\%$
 tn : Berpengaruh tidak nyata
 KK : Koefisien Keragaman

Hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis PGPR berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan pada tanaman kedelai. Pada tinggi tanaman, pengaruh nyata terlihat pada umur 4, 6, 8, dan 10 MST, sedangkan frekuensi aplikasi hanya memberikan pengaruh pada umur 10 MST, yang mengindikasikan bahwa respons pertumbuhan vertikal lebih ditentukan oleh kualitas mikroba PGPR dibandingkan intensitas aplikasinya. Jumlah daun juga dipengaruhi nyata oleh jenis PGPR pada umur 4, 6, 8, dan 10 MST, sementara frekuensi maupun interaksi kedua faktor tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter tersebut. Pola ini menunjukkan bahwa fase vegetatif sebagian besar dipengaruhi oleh kemampuan mikroba dalam memproduksi hormon pertumbuhan dan meningkatkan penyerapan hara, sehingga jenis PGPR menjadi faktor yang lebih dominan dibandingkan frekuensi aplikasinya. Pada fase generatif, jumlah polong memberikan respons yang jauh lebih kuat dengan menunjukkan pengaruh sangat nyata dari jenis PGPR, frekuensi aplikasi, dan interaksi keduanya. Hal ini menegaskan bahwa fase generatif tanaman kedelai lebih sensitif terhadap kombinasi perlakuan PGPR karena proses pembentukan bunga, pembuahan, dan pengisian polong sangat bergantung pada ketersediaan hormon, nutrisi, serta stabilitas kolonisasi mikroba. Respons yang lebih besar pada fase generatif dibandingkan fase vegetatif juga menunjukkan bahwa aktivitas mikroba PGPR memberikan dampak yang lebih signifikan ketika tanaman memasuki fase pembentukan hasil. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa efektivitas PGPR bergantung pada kesesuaian jenis mikroba dan fase pertumbuhan

Baihaqi dkk, 2025

tanaman, di mana kombinasi perlakuan PGPR menjadi lebih penting pada fase generatif dibandingkan fase vegetatif.

Pengaruh Jenis PGPR dan Frekuensi Aplikasi Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis PGPR berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur 4, 6, 8, dan 10 MST, sedangkan frekuensi aplikasi hanya berpengaruh nyata pada umur 10 MST. Selain itu, tidak ditemukan adanya interaksi yang pada faktor terhadap parameter tinggi tanaman. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software* DSTAAT, perlakuan jenis PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai pada 4, 6, 8, 10 MST, sedangkan frekuensi aplikasi dua kali menunjukkan pengaruh nyata pada 10 MST. Interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak menunjukkan pengaruh nyata, sehingga masing-masing perlakuan bekerja secara mandiri dalam memengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman. Rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan PGPR tertentu menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, mengindikasikan kemampuan PGPR dalam meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman.

Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan PGPR akar bambu menunjukkan bahwa sumber rizosfer ini memiliki efektivitas lebih tinggi dibandingkan PGPR dari akar putri malu, alang-alang, maupun rumput gajah. Keunggulan tersebut berkaitan dengan keragaman komunitas mikroba fungsional pada perakaran bambu, terutama kelompok *Bacillus sp.*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Azospirillum sp.*, yang berperan aktif dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, dan produksi fitohormon seperti IAA, giberelin, dan sitokinin Roidelindho et al. (2025) Mekanisme ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan aktivitas meristem dan pemanjangan sel pada batang, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman berlangsung lebih cepat. Hal tersebut sejalan dengan temuan Sulastri & Nazara (2024) yang menjelaskan bahwa peningkatan hormon endogen dan efisiensi penyerapan hara melalui aplikasi PGPR mampu mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman legum.

Rata-rata tinggi tanaman kedelai dari umur 2-10 MST pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman (cm) tanaman kedelai umur 2 – 10 MST pada perlakuan beberapa jenis dan frekuensi pemberian PGPR

Jenis PGPR (20 ml/L air)	Frekuensi Pemberian			Rata-rata
	F1	F2	F3	
Cm.....			
2 MST				
P0	31,70	35,57	34,40	33,89
P1	36,53	40,20	40,20	38,98
P2	40,60	38,27	38,77	39,21
P3	38,97	36,57	36,83	37,46
P4	39,13	36,70	38,13	37,99
Rata-rata	37,39	37,46	37,67	
4 MST				
P0	51,67	52,20	54,37	52,74 b
P1	61,93	66,60	55,53	61,36 a
P2	56,63	63,43	54,03	58,03 ab
P3	58,13	59,70	55,47	57,77 ab
P4	58,80	57,57	61,60	59,32 a
Rata-rata	57,43	59,90	56,20	
6 MST				
P0	59,27	59,37	59,57	59,40 b

Baihaqi dkk, 2025

Jenis PGPR (20 ml/L air)	Frekuensi Pemberian			Rata-rata
	F1	F2	F3	
Cm.....			
P1	67,97	70,77	64,13	67,62 a
P2	60,90	71,00	62,53	64,81 ab
P3	64,73	67,20	65,63	65,86 a
P4	65,17	62,57	67,40	65,04 a
Rata-rata	63,61	66,18	63,85	
8 MST				
P0	66,67	65,43	64,40	65,50 b
P1	72,00	78,70	68,73	73,14 a
P2	68,77	75,70	68,87	71,11 ab
P3	72,23	73,83	72,87	72,98 a
P4	68,17	69,10	73,87	70,38 ab
Rata-rata	69,57	72,55	69,75	
10 MST				
P0	71,97	73,50	72,17	72,54 b
P1	77,97	83,90	74,67	78,84 a
P2	74,20	80,67	74,60	76,49 ab
P3	75,83	79,93	75,93	77,23 a
P4	74,13	74,53	80,00	76,22 ab
Rata-rata	74,82 b	78,51 a	75,47 ab	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Pada perlakuan tinggi tanaman, respons yang lebih rendah pada PGPR akar putri malu, alang-alang, dan rumput gajah disebabkan oleh terbatasnya keragaman dan aktivitas mikroba dalam rizosfer ketiga sumber tersebut. Mikroba yang hidup pada tanaman liar ini umumnya memiliki kapasitas fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, serta produksi fitohormon yang lebih rendah, sehingga stimulasi pemanjangan sel pada batang tidak terjadi secara optimal. Akibatnya, peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan tersebut cenderung kecil dan tidak konsisten antarwaktu. A'yun et al. (2022). menyatakan bahwa efektivitas PGPR sangat ditentukan oleh kemampuan mikroba melakukan kolonisasi akar dan menghasilkan metabolit pertumbuhan secara berkelanjutan, sehingga sumber rizosfer dengan aktivitas mikroba tinggi seperti bambu memberikan respons paling kuat terhadap peningkatan tinggi tanaman. Oleh karena itu, perbedaan kapasitas mikroba dan stabilitas kolonisasi ini menjelaskan mengapa PGPR akar bambu secara konsisten menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan PGPR dari putri malu, alang-alang, dan rumput gajah pada penelitian ini.

Pertumbuhan kedelai tertinggi diperoleh pada perlakuan PGPR akar bambu dengan dua kali aplikasi, yaitu saat tanam dan dua minggu setelah tanam. Frekuensi ini menjaga populasi mikroba di rhizosfer sehingga fiksasi nitrogen dan produksi hormon tetap stabil A'yun et al. (2022). PGPR akar bambu juga meningkatkan panjang dan percabangan akar, memperluas penyerapan hara dan air. Umami & Wiharyanti (2025) serta Wicaksono et al. (2024) melaporkan peningkatan panjang akar hingga 30%, yang berdampak langsung pada pertumbuhan vertikal. Hal ini menunjukkan efektivitas PGPR akar bambu berasal dari sinergi aktivitas mikroba, frekuensi aplikasi, dan efisiensi penyerapan hara.

Kondisi lingkungan yang baik mendukung peningkatan tinggi tanaman kedelai melalui ketersediaan hara, aerasi, dan cahaya yang optimal. Aktivitas PGPR menyediakan nitrogen yang

Baihaqi dkk, 2025

meningkatkan pembentukan klorofil dan protein untuk pertumbuhan batang. Santana et al. (2021) menyatakan bahwa keseimbangan fotosintesis dan respirasi menjadi faktor utama pertumbuhan tanaman. PGPR akar bambu memberikan pengaruh paling signifikan, sedangkan frekuensi aplikasi berperan mendukung. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba rizosfer PGPR akar bambu berperan penting pada fase vegetatif melalui peningkatan aktivitas hormon, penyerapan hara, dan efisiensi fotosintesis.

Pengaruh Jenis PGPR dan Frekuensi Aplikasi Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kedelai

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis PGPR berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun kedelai pada umur 4, 6, 8, dan 10 MST, sedangkan frekuensi aplikasi tidak memberikan berpengaruh nyata hingga akhir pengamatan. Tidak terdapat adanya interaksi di antara kedua faktor terhadap jumlah daun. Perlakuan jenis PGPR akar bambu menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman kedelai pada 4, 6, 8, dan 10 MST. Perlakuan yang memperoleh jumlah daun tertinggi umumnya berasal dari PGPR yang memiliki kemampuan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, sitokinin, dan giberelin. Senyawa tersebut mendukung aktivitas pembelahan dan pembesaran sel pada jaringan meristem sehingga jumlah daun meningkat lebih cepat pada fase vegetatif. Mekanisme ini sejalan dengan hasil penelitian Aiman et al. (2024) yang menyatakan bahwa aplikasi PGPR akar bambu meningkatkan produksi daun kedelai edamame melalui perbaikan aktivitas hormon endogen.

Pada Tabel 3. disajikan rata-rata jumlah daun tanaman kedelai umur 2–10 MST.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman kedelai

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun (Helai) tanaman kedelai				
Jenis PGPR (20 ml/L air)	Frekuensi Pemberian			Rata-rata
	F1	F2	F3	
.....Helai.....				
2 MST				
P0	7,00	8,67	10,67	8,78 (tn)
P1	9,00	8,00	7,67	8,22 (tn)
P2	8,67	10,00	8,33	9,00 (tn)
P3	6,67	8,33	7,67	7,56 (tn)
P4	9,00	9,33	9,00	9,11 (tn)
Rata-rata	8,07	8,87	8,67	
4 MST				
P0	10,33	12,33	13,33	12,00 bc
P1	17,67	21,00	15,67	18,11 a
P2	16,00	16,67	14,33	15,67 ab
P3	12,33	12,67	13,00	12,67 c
P4	15,33	15,00	13,33	14,56 bc
Rata-rata	14,33	15,53	13,93	
6 MST				
P0	17,33	18,33	18,33	18,00 c
P1	24,33	26,67	24,33	25,11 a
P2	24,67	25,00	22,00	23,89 a
P3	20,00	21,33	22,00	21,11 b
P4	21,67	21,33	19,33	20,78 b
Rata-rata	21,60	22,53	21,20	
8 MST				
P0	24,00	26,00	24,67	24,89 c
P1	34,00	37,33	35,00	35,44 a
P2	35,67	34,00	29,00	32,89 ab
P3	31,67	30,33	29,00	30,33 b
P4	28,00	31,33	30,33	29,89 b
Rata-rata	30,67	31,80	29,60	
10 MST				
P0	29,3	31,7	30,7	30,6 c

Baihaqi dkk, 2025

Jenis PGPR (20 ml/L air)	Frekuensi Pemberian			Rata-rata
	F1	F2	F3	
Helai.....			
P1	40,7	45,0	43,3	43,0 a
P2	41,3	39,7	35,3	38,8 b
P3	39,0	39,0	35,7	37,9 b
P4	34,3	36,3	35,3	35,3 b
Rata-rata	36,9	38,3	36,1	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Respon jumlah daun yang meningkat juga berkaitan dengan kemampuan PGPR akar bambu memperbaiki penyerapan unsur hara pada sistem perakaran. Tanaman yang memperoleh suplai nitrogen, fosfor, dan unsur hara esensial lain secara optimal akan membentuk jaringan daun lebih banyak karena kebutuhan metabolisme tercukupi. Kondisi ini didukung oleh penelitian Setyawan et al. (2021) yang menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan PGPR akar bambu dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif kedelai termasuk pembentukan daun.

Frekuensi aplikasi PGPR tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kedelai, kemungkinan karena kolonisasi mikroba sudah optimal sejak aplikasi pertama sehingga tidak menimbulkan respons tambahan (Anam et al., 2025). Stabilitas pertumbuhan vegetatif varietas Grobogan juga membatasi peningkatan jumlah daun meski frekuensi aplikasi ditambah. Jumlah daun dipengaruhi kondisi lingkungan dan kapasitas fotosintesis, di mana daun berperan penting dalam penyerapan cahaya dan pembentukan fotosintat. Wuryantoro & Dhuhava (2021) menyatakan bahwa pertumbuhan daun meningkat jika ketersediaan cahaya dan hara optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa PGPR akar bambu berperan penting dalam mendukung fase vegetatif dan berpotensi meningkatkan produktivitas kedelai pada fase generatif berikutnya.

Pengaruh Jenis PGPR dan Frekuensi Aplikasi Terhadap Jumlah Polong Tanaman Kedelai

Hasil sidik ragam pada parameter jumlah polong tanaman kedelai menunjukkan bahwa faktor jenis PGPR memberikan pengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong yang dihasilkan. Frekuensi aplikasi PGPR juga berpengaruh sangat nyata secara mandiri, menandakan bahwa intensitas aplikasi turut menentukan efektivitas respons tanaman. Selain itu, interaksi antara jenis PGPR dan frekuensi aplikasi menunjukkan pengaruh sangat nyata, yang mengindikasikan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut saling memperkuat dalam memengaruhi pembentukan polong pada fase generatif. Rata-rata jumlah polong dari setiap kombinasi perlakuan jenis PGPR dan frekuensi aplikasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata jumlah polong (buah) tanaman kedelai

Jenis PGPR (20 ml/L air)	Frekuensi Pemberian			Rata-rata
	F1	F2	F3	
Buah.....			
10 MST				
P0	30,33 l	45,00 k	52,33 j	42,56 d
P1	85,00 f	97,67 c	110,00 a	97,56 a
P2	72,33 h	90,00 de	102,33 b	88,22 b
P3	92,33 d	78,00 g	68,00 i	79,44 c
P4	95,67 c	88,00 ef	76,00 g	86,56 b
Rata-rata	75,13 c	79,73 b	81,73 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Baihaqi dkk, 2025

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis PGPR akar bambu memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah polong tanaman kedelai. Perlakuan PGPR yang memiliki kapasitas lebih tinggi dalam fiksasi nitrogen dan produksi fitohormon menyebabkan jumlah polong yang dihasilkan meningkat secara signifikan. Mekanisme ini berkaitan dengan kemampuan mikroorganisme rizosfer dalam menstimulasi pembentukan bunga serta mencegah gugurnya bunga pada fase generatif. Sipayung et al. (2017) menjelaskan bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan pembentukan bunga dan polong kedelai melalui peningkatan asimilasi nitrogen dan produksi sitokinin. Jika dibandingkan jenis PGPR putri malu, alang-alang, dan rumput gajah, PGPR akar bambu memiliki keragaman mikroba lebih tinggi, terutama *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas fluorescens*, yang aktif menghasilkan auksin dan sitokinin. PGPR dari tanaman liar tersebut cenderung memiliki populasi mikroba dan aktivitas fisiologis yang lebih rendah, sehingga kemampuannya dalam mendukung proses pembungaan dan pengisian polong tidak seoptimal PGPR akar bambu.

Perlakuan frekuensi aplikasi PGPR menunjukkan bahwa aplikasi berulang memberikan respons yang lebih baik terhadap pembentukan polong dibandingkan aplikasi tunggal. Aplikasi yang dilakukan pada fase vegetatif awal hingga fase pembungaan memberikan kesempatan bagi populasi mikroba untuk tetap aktif dalam menyuplai hormon dan nutrisi sehingga tanaman mampu mempertahankan pembungaan secara optimal. Penemuan ini sejalan dengan pendapat Kalay et al. (2020) yang menyatakan bahwa pemberian mikroba hayati secara berkala mampu meningkatkan sinkronisasi pembungaan dan menurunkan persentase bunga yang gugur pada tanaman legum.

Interaksi antara jenis PGPR dan frekuensi aplikasi menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tertentu menghasilkan jumlah polong lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal. Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas PGPR tidak hanya ditentukan oleh jenis mikroba, tetapi juga oleh frekuensi aplikasi yang menjaga kestabilan populasi dan aktivitas mikroba di rhizosfer. Aplikasi berulang memungkinkan mikroorganisme bekerja secara berkesinambungan dalam menyediakan nitrogen, fosfor, serta hormon pertumbuhan pada saat tanaman memasuki fase pembungaan dan pembentukan polong. Pada fase generatif, kebutuhan hara dan hormon meningkat untuk mendukung pembentukan bunga dan pengisian biji, sehingga aktivitas PGPR mencapai titik optimum. Hal ini sejalan dengan temuan Puspasari et al. (2018) yang menyatakan bahwa interaksi perlakuan hayati dan frekuensi aplikasi mampu meningkatkan serapan hara serta sintesis fitohormon, yang berperan penting dalam pembentukan dan pengisian polong kedelai.

Jumlah polong yang dihasilkan juga berkaitan dengan kondisi fisiologis tanaman selama fase generatif. Tanaman yang memiliki tajuk sehat, jumlah daun mencukupi, dan kemampuan fotosintesis tinggi cenderung menghasilkan lebih banyak polong karena ketersediaan fotosintat untuk mendukung perkembangan biji tidak terganggu. Ketersediaan hara yang meningkat akibat aktivitas PGPR memperkuat proses pengisian polong sehingga jumlah polong bernas dapat meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Rusmana et al. (2020) yang menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi fotosintesis dan ketersediaan nitrogen berdampak langsung pada jumlah polong kedelai.

Hasil keseluruhan memperlihatkan bahwa jenis PGPR akar bambu dan frekuensi tiga kali aplikasi memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah polong kedelai, dan interaksi PGPR akar bambu dan frekuensi tiga kali aplikasi dapat menghasilkan pengaruh signifikan terhadap jumlah

Baihaqi dkk, 2025

polong dibandingkan perlakuan tunggal. Menurut Aiman et al. (2024) peningkatan jumlah polong mencerminkan keberhasilan PGPR dalam meningkatkan efisiensi metabolisme tanaman, kestabilan pembungaan, serta kapasitas pengisian polong. Perlakuan kombinasi yang optimal dapat menjadi rekomendasi dalam budidaya kedelai guna meningkatkan produktivitas tanaman.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, aplikasi PGPR akar bambu dengan konsentrasi 20 ml per liter air dan frekuensi aplikasi tiga kali selama satu musim tanam direkomendasikan untuk diterapkan di lapangan sebagai strategi peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pengaplikasian dapat dilakukan pada saat tanam, 2 MST, dan 4 MST melalui penyiraman media atau perakaran agar kolonisasi mikroba berlangsung optimal. Penggunaan PGPR ini sebaiknya diintegrasikan dengan praktik budidaya standar, seperti pemupukan berimbang, pengelolaan air yang tepat, serta penggunaan bahan organik untuk menjaga kondisi mikrobiologis tanah, sehingga peningkatan produktivitas dapat tercapai secara berkelanjutan. Petani juga dianjurkan untuk melakukan aplikasi PGPR pada kondisi lingkungan yang stabil, terutama pada pagi atau sore hari, guna menjaga viabilitas mikroba dan memaksimalkan efektivitasnya di lapangan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi respons kedelai terhadap PGPR akar bambu pada berbagai varietas dan kondisi frekuensi aplikasi dengan dosis lebih tinggi atau lebih rendah dari 20 ml, sehingga diperoleh informasi lebih komprehensif mengenai pengaruh terhadap tanaman dan hasil kedelai. Selain itu perlu dilakukan formulasi berbasis bahan lokal yang lebih stabil untuk pembuatan PGPR, serta studi mendalam mengenai mekanisme fisiologis yang terlibat terutama terkait dinamika kolonisasi akar, produksi fitohormon, dan interaksi dengan pupuk organik maupun anorganik. Pengamatan jangka panjang juga penting dilakukan untuk menilai dampak PGPR akar bambu terhadap kesehatan tanah serta keberlanjutan produktivitas kedelai pada sistem budidaya yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, U., Sriwijaya, B., Nugroho, B., & Mildaryani, W. (2024). Sosialisasi Inovatif: Penggunaan Pgpr "Bioferti" Sebagai Pupuk Untuk Budidaya Sayuran Organik. *ABDI KAMI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 109–117. https://doi.org/10.69552/abdi_kami.v7i1
- Anam, M. K., Fatmawaty, A. A., Saylendra, A., & Roidelindho, K. (2025). Response of Shame Plant Root PGPR Strain To Water Shock on Shallot. *International Seminar on Plant Protection*, 1(1), 359–368.
- Andrean, T. A., Oksilia, & Novita, D. (2024). Pengaruh pemberian PGPR terhadap produksi tanaman edamame (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Ilmu Pertanian Agronitas*, 6(1), 45–52. <https://doi.org/10.51517/ags.v6i1.399>
- A'yun, L. A., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Lokal, *Pseudomonas fluorescens* dan *Rhizobium* sp. terhadap Pertumbuhan Kedelai pada Tanah Kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 562–574. <https://doi.org/10.51517/ags.v6i1.399>

Baihaqi dkk, 2025

- Istiqomah, A., Yulianti, A., Hakim, H. R. N., Ummardani, T. A., Kusuma, H. D., Luthfiyyaningsih, S. P., Prasetyo, I. H., Putri, A. M. D., & Linggi, N. S. (2024). PGPR berbasis Potensi Lokal Pendukung Pertanian Organik Berkelanjutan di Desa Wonosari, Kecamatan Gondangrejo, Karanganyar. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat & CSR Fakultas Pertanian UNS*, 4(1), 81–89.
- Kalay, A. M., Sesa, A., Siregar, A., & Talahaturuson, A. (2020). Efek Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Populasi Mikroba dan Ketersediaan Unsur Hara Makro pada Tanah Entisol. *Agrologia*, 8(2). <https://doi.org/10.30598/a.v8i2.1011>
- Kementerian Pertanian RI. (2020). *Statistik Pertanian 2020*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia. [https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Statistik Pertanian Tahun 2020.pdf](https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Statistik_Pertanian_Tahun_2020.pdf)
- Krisnawati, A. (2017). Kedelai sebagai sumber pangan fungsional soybean as source of functional food. *Iptek Tanaman Pangan*, 12(1), 57–65.
- Puspasari, R., Karyawati, A. S., & Sitompul, S. M. (2018). Pembentukan polong dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan pemberian nitrogen pada fase generatif. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(6), 1096–1102.
- Roidelindho, K., Putri, N. N., Refiandi, R., & Rismansyah, F. N. (2025). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati terhadap Cekaman Kekeringan pada Tanaman Bawang Merah Kabupaten Serang. *AGROLOGIA: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 14(1), 45–55. <https://doi.org/10.30598/agrologia.v14i1.18001>
- Rusmana, R., Ritawati, S., Ningsih, E. P., & Kurnia, S. (2020). Pengaruh genangan dan pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1, 914–923.
- Santana, F. P., Ghulamahdi, M., & Lubis, I. (2021). Respons pertumbuhan, fisiologi, dan produksi kedelai terhadap pemberian pupuk nitrogen dengan dosis dan waktu yang berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(1), 24–31. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.1.24>
- Setyawan, F., Aldi, M. M., & Talkah, A. (2021). Pengaruh Pupuk Organik dan Plant Growth Promoting Rhizobacteria terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai. *Agrotechnology Research Journal*, 5(1), 44. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v5i1.44300>
- Sipayung, N. Y., Gusmeizal, G., & Hutapea, S. (2017). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Tanggamus Terhadap Pemberian Pupuk Kompos Limbah Brassica Dan Pupuk Hayati Riyansigrow. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.31289/agr.v2i1.1099> <https://doi.org/10.31289/agr.v2i1.1099>
- Sulastri, Y. S., & Nazara, S. P. (2024). Pengaruh Konsentrasi Dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai. *Agrica Ekstensi*, 18(2), 128–137.
- Sutariati, G. A. K. (2024). Efektivitas Perlakuan Rizobakteri Tanah Salin dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Di Lingkungan Pesisir. *Berkala Penelitian Agronomi*, 12(1), 21–32. <https://doi.org/10.33772/bpa.v12i1.906>

Baihaqi dkk, 2025

- Umami, A., & Wiharyanti, R. (2025). Efektivitas PGPR dan Nanosilika terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Varietas Anjasromo di Tanah Regosol. *Jurnal Agro Wiralodra*, 8(2), 57–66. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v8i2.149>
- Wicaksono, I., Astuti, A., & Isnawan, B. H. (2024). Uji efektivitas konsentrasi PGPR dari perakaran bambu dan urin kelinci pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Prodising Seminar Nasional Kedaulatan Pertanian*, 1(1), 235–248.
- Willyans, R., Mustamu, N. E., Sitanggang, K. D., & Hariyati, D. (2022). Pengaruh Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobakteria* (PGPR) terhadap Sifat Kimia Ultisol. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 865–871
- Wuryantoro, W. R. A., & Duhava, N. H. (2021). Penggunaan Agens Hayati *Pseudomonas fluorescens* terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr.). *AGRI-TEK: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, 22(1), 78–81. <https://doi.org/10.33319/agtek.v22i2.100>