



The Effect Of PGPR Biostimulant Concentration and Phosphorus Dosage on the Growth and Yield of Black Soybean (*Glycine max* (L.) Merril)

Pengaruh Konsentrasi Biostimulan PGPR Dan Dosis Fosfor Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine Max* (L.) Merril)

Nurlaili Trianing Tyas, Dwi Fitriani*, Fiana Podesta, Usman, Suryadi

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

*Corespondenautor: nurlailitrianingtyas08@gmail.com

*Co-Coresponden: dwifitriani@umb.ac.id

Abstract. This study aimed to investigate: (1) the interaction effect between PGPR biostimulant concentrations and phosphorus dosages on the growth and yield of black soybean (*Glycine max* (L.) Merril), (2) the individual effect of PGPR biostimulant concentration, and (3) the individual effect of phosphorus dosage on the growth and yield of black soybean. The research was conducted in Bentiring from November to March 2025. A factorial Completely Randomized Design (CRD) was employed, consisting of two factors. The first factor was the concentration of PGPR biostimulant (B), which included: B0 = control, B1= 10 ml/L, B2 = 20 ml/L, and B3 = 30 ml/L. The second factor was the phosphorus dosage using TSP fertilizer (P), consisting of: P0 = control, P1 = 125 kg/ha, P2 = 175 kg/ha, P3 = 225 kg/ha. These combinations resulted in 16 treatment combinations, each replicated thee times, yielding a total of 48 experimental units. The interaction between PGPR biostimulant concentration and phodphorus dosage had a highly significant effect on the number of root nodules. The PGPR biostimulant concentration had a highly significant effect on the weight of 100 seeds, fresh root weight, and dry root weight, as well as a significant effect on the number of root nodules. The phosphorus dosage significant affected the number of root nodules and had asignificant effect on plant height at 28 days after planting, number of leaves at 28 days after planting, and harvest time.

Keywords: PGPR Biostimulant, Phosphorus, and Black Soybean

PENDAHULUAN

Kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merril) salah satu tanaman polong-polongan yang sering digunakan untuk bahan dasar makanan diantaranya dalam pembuatan kecap [1]. Kedelai hitam memiliki keistimewaan di kulit bijinya yang mengandung Antosianin yang memberikan warna hitam yang khas pada biji kedelai. Antosianin berupa zat antioksidan yang mempunyai potensi besar dalam mencegah proses oksidasi dini sehingga menjaga kualitas kecap lebih lama. Selain itu, antosianin juga dikenal memiliki manfaat kesehatan yang signifikan salah satunya mencegah penyakit degeneratif [2]. Produksi kedelai dalam negeri berkisar pada angka 555.000 ton/tahun, akan tetapi kebutuhan nasionalnya mencapai 2,7 juta ton/tahun. Hal ini menunjukan

defisit yang besar antara produksi domestik dan kebutuhan nasional pada kedelai, yaitu sekitar 2,145 ton/tahun sehingga kekurangan kedelai nasional mencapai 79,4 % [3]

Salah satu faktor yang menghambat dalam produksi kedelai adalah rendahnya aktivitas rhizobium ditanah. Menurut penelitian yang telah dilakukan Rhizobium berpengaruh dalam meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan serta produksi kedelai seperti meningkatkan laju pertumbuhan, laju asimilasi bersih, jumlah bintil akar dan juga berat kering tanaman [4]. Oleh karena itu apabila rhizobium tercukupi tanaman kedelai akan lebih mengoptimalkan fiksasi nitrogen yang akan meningkatkan produksinya. Tanaman kedelai mempunyai sistem perakaran yang khas karena akar kedelai mampu untuk bersimbiosis dengan bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) yang dapat membuat terbentuknya bintil akar yang sangat diperlukan untuk menyediakan unsur hara N melalui mekanisme fiksasi N₂ sebesar 50-80 % [5]

Rhizobium bisa diaplikasikan pada tanaman kedelai dengan menggunakan Biostimulan. Biostimulan yang memiliki kandungan Rhizobium sangat penting dalam mengoptimalkan fiksasi nitrogen yang merupakan bagian dari alternatif usaha dalam merangsang pertumbuhan akar sehingga dapat meningkatkan produksi kedelai. Beberapa kandungan yang terdapat diantaranya adalah asam amino, asam humit, vitamin, fitohormon, hasa esensial, dan yang paling penting mikroflora sebagai pengikat N, pelarut fosfat serta penghasil hormon [6].

Pemberian 20 ml/L Biostimulan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada tanaman Edamame memberikan hasil yang optimum terhadap parameter jumlah polong segar tanaman dengan persentase rata-rata 107,42, berat polong segar tanaman 90,32 gram, berat polong segar per plot 3.723,33 gram serta pada berat berangkasan tanaman 140,46 gram walaupun edamame bukan kedelai hitam, hasil ini dapat menjadi acuan awal untuk mengestimasi potensi respons kedelai hitam terhadap perlakuan serupa. [7]

Selain penggunaan Biostimulan yang mengandung Rhizobium dibutuhkan juga pengaplikasian fosfor yang cukup untuk menunjang keseimbangan nutrisi yang optimal pada pertumbuhan dan produksi kedelai. Pemberian pupuk P pada perlakuan 175 kg/ha memberikan pengaruh nyata pada tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, bobot bersih dan juga bobot kering tanaman [8].

Penggunaan biostimulan dan fosfor mampu memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Biostimulan yang bisa melarutkan P serta merangsang tumbuhnya bintil akar yang memiliki fungsi sebagai pengikat N₂ dari udara sedangkan fosfor yang berfungsi sebagai penyedia energi yang dapat membantu pengikatan N₂ sehingga menjadi lebih optimal [9].

Melihat potensi tersebut, penggunaan biostimulan PGPR yang mengandung *rhizobium* dan pupuk fosfor berpeluang memberikan efek sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai hitam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji Pengaruh Konsentrasi Biostimulan PGPR dan Dosis Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine max* (L.) Merril).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan pada lahan percobaan bertempatan di Jalan Raya Dharma Wanita RT 18 RW 05, Kelurahan Bentiring Permai, Kecamatan Muara Bangka Hulu, Kota Bengkulu pada bulan November 2024-Maret 2025. Dengan ketinggian tempat 20 mdpl dan curah hujan 51 mm-150 mm, suhu 22-26°C, kelembaban tanah 5,5 % serta pH tanah 7. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah macam-macam konsentrasi Biostimulan (B). B₀= kontrol, B₁= 10 ml/L, B₂= 20 ml/L, B₃=30 ml/L. Faktor kedua adalah macam-macam dosis dari pupuk fosfor (P). P₀= kontrol, P₁=125 kg/ha, P₂= 175 kg/ha, P₃= 225 kg/ha. Berdasarkan kombinasi kedua perlakuan tersebut

didapatkan 16 kombinasi perlakuan, setiap kombinasi perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali, setiap kombinasi terdiri dari 5 polybag, sehingga terdapat 240 polybag.

A. Pengolahan Lahan

Sebelum dilakukan penanaman lakukan pengolahan lahan dengan melakukan pembersihan pada rumput dan gulma yang berada disekitar lahan. Gemburkan tanah hingga permukaan rata agar polybag dapat distandardkan dengan stabil.

B. Persiapan Media Tanam

Setelah lahan dibersihkan selanjutnya menyediakan media tanam dengan mengaduk rata tanah yang telah disediakan lalu masukan kedalam polybag dengan ukuran 20 cm x 20 cm (10 kg) sampai 2/3, agar memudahkan penyiraman sisakan ruang bagian atas. Media tanam yang digunakan adalah tanah top soil dengan pH 7 Benih kedelai yang digunakan adalah benih kedelai varietas Detam 2. Sebelum dilakukan penyeleksian dengan cara direndam air, benih yang digunakan adalah benih yang tenggelam.

C. Aplikasi Perlakuan

Pengaplikasian Pupuk TSP dilakukan dengan cara mencampurkan langsung pupuk TSP ke dalam media tanam. Dosis pupuk TSP yang digunakan adalah setara dengan $P1=0,78\text{gr/polybag}$, $P2=1,09 \text{ gr/polybag}$, $P3=1,4 \text{ gr/polybag}$. Pengaplikasian ini diberikan satu minggu sebelum penanaman dan diberikan hanya satu kali pada awal tanam saja[10]. Pengaplikasian biostimulan pada tanaman kedelai dilakukan dengan melakukan penyiraman langsung disekitar akar. Pengaplikasian ini dilakukan ketika umur 7, 21, dan 35 hst dengan cara melarutkan PGPR sesuai konsentrasi dalam satu liter air lalu siramkan ke tanaman [9].

D. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman (cm) dengan menggunakan meteran, diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh tertinggi. Pengukuran dilakukan pada umur 14, 28, dan 42 hari setelah tanam (HST). Jumlah daun (helai) dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang berkembang penuh pertanaman dengan interval pengamatan dua minggu sekali. Berat basah berangkasan (gr) menghitung berat total dari bagian tanaman yang dipanen. Berat kering berangkasan (gr) menghitung berat total dari bagian tanaman yang telah dikeringkan. Jumlah bintil akar menghitung rata-rata bintil akar per tanaman. Jumlah polong tanaman menghitung jumlah polong isi setiap tanaman sampel. Berat 100 biji (gr) setelah biji dikeluarkan kemudian ditimbang per 100 biji menggunakan timbangan analitik. Hasil biji kering per polybag (gr) penimbangan pada keseluruhan biji kering pada setiap polybag. Berat basah akar dilakukan dengan menimbang akar yang telah dibersihkan. Berat kering akar (gr) dilakukan setelah akar telah dikeringkan dan telah mencapai berat konstan. Jumlah polong cipo menghitung jumlah polong yang tidak berkembang secara normal. Umur panen (hari) umur panen kedelai hitam yang optimal berkisar antara 90 hst sampai 110 hst.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil sidik ragam untuk masing-masing perlakuan dan interaksi terhadap semua parameter yang diamati yaitu dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Biostimulan PGPR Dan Dosis Fosfor

Parameter	Biostimulan	F-hitung		KK %
		Fospor	Interaksi	
Tinggi tanaman 14 hst	0.54 tn	2.31 tn	1.87 tn	14.09
Tinggi tanaman 28 hst	0.85 tn	4.18 *	1.71 tn	15.51
Tinggi tanaman 42 hst	0.69 tn	2.72 tn	2.00 tn	16.57
Jumlah daun 14 hst	0.18 tn	1.54 tn	1.22 tn	17.81
Jumlah daun 28 hst	2.49 tn	3.68 *	1.09 tn	15.52
Jumlah daun 42 hst	1.41 tn	2.44 tn	1.20 tn	18.72
Berat basah berangkasan	2.35 tn	1.97 tn	0.99 tn	25.14
Berat kering berangkasan	1.55 tn	3.12 tn	1.82 tn	26.83
Jumlah bintil akar	3.42 *	11.73**	5.6 **	26.74
Jumlah polong tanaman	2.32 tn	1.00 tn	1.97 tn	26.76
Berat 100 biji	19.37 **	0.40 tn	1.87 tn	3.65
Hasil biji kering	2.31 tn	1.01 tn	2.01 tn	29.23
Berat basah akar	4.91 **	0.55 tn	2.20 tn	22.76
Berat kering akar	9.31 **	0.69 tn	1.12 tn	23.20
Polong cipo	1.81 tn	0.16 tn	1.28 tn	41.43
Umur panen	0.57 tn	3 *	0.97 tn	4.66

Keterangan :

tn/ns : Berpengaruh tidak nyata

* : Berpengaruh nyata

** : Berpengaruh sangat nyata

KK : Koefisien keragaman

Hasil sidik ragam antara perlakuan biostimulan PGPR dan dosis fosfor terjadi interaksi yang berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah bintil akar. Pemberian biostimulan berpengaruh nyata pada parameter jumlah bintil akar, berpengaruh sangat nyata pada parameter berat 100 biji, berat akar basah, dan berat kering akar sedangkan pada parameter lainnya berpengaruh tidak nyata. Pemberian pupuk fosfor berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman 28 hst, jumlah daun 28 hst, dan umur panen, berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah bintil akar, sedangkan pada parameter lain memiliki pengaruh tidak nyata.

Tinggi Tanaman (cm)

Berdasarkan hasil sidik ragam perlakuan biostimulan PGPR berpengaruh tidak nyata pada tinggi tanaman 14, 28, dan 42 hst sedangkan perlakuan dosis fosfor berpengaruh nyata pada umur 28 hst.

Tabel 3. Pengaruh dosis fosfor terhadap tinggi tanaman 28 hst.

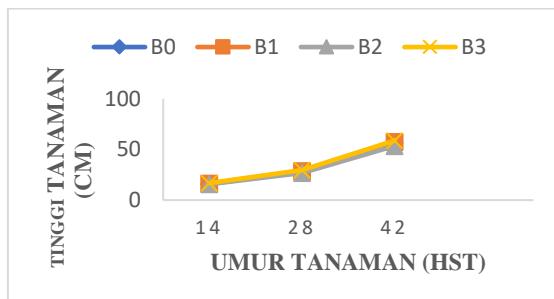
Dosis Fosfor (kg/ha)	Tinggi tanaman (cm) hst	
	28	
P0	25,85 b	
P1	26,82 b	
P2	31,69 a	
P3	29,07 ab	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan UJI DMRT 5%.

Berdasarkan uji lanjut pada umur 28 hst pada tabel 3 di atas perlakuan dosis fosfor P0

berbeda tidak nyata dengan dosis fosfor P1 dan P3 akan tetapi berbeda nyata dengan dosis fosfor P2. P2 Berbeda tidak nyata dengan P3 tetapi berbeda nyata dengan P0 dan P1. Perlakuan terbaik dosis fosfor terhadap parameter tinggi tanaman 28 hst yaitu P2.

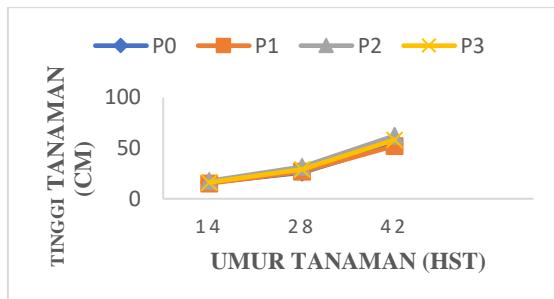
Rata-rata tinggi tanaman dengan pemberian dosis biostimulan PGPR umur 14, 28 dan 42 bisa dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Grafik hubungan biostimulan PGPR dan tinggi tanaman pada umur 14, 28, dan 42 hst.

Pada umur 14 hst, tinggi tanaman pada seluruh perlakuan relatif sama, berkisar antara 25 sampai 27 cm. perbedaan mulai terlihat pada umur 28 hst, dimana perlakuan B3 menunjukkan tinggi tanaman yang sedikit lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada umur 42 hst, perbedaan tinggi tanaman antar perlakuan semakin tampak meskipun tidak signifikan. Perlakuan B3 (30 ml/L) cendrung memiliki nilai tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Rata-rata tinggi tanaman umur 14, 28 dan 42 hst perlakuan dosis fosfor dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan pupuk fosfor dan tinggi tanaman pada umur 14, 28, dan 42 hst.

Pada umur 14 hst, tinggi tanaman pada semua perlakuan fosfor menunjukkan nilai yang hampir seragam. Perbedaan mulai terlihat pada umur 28 hst, dimana perlakuan P2 memberikan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Peningkatan tinggi tanaman terus berlanjut hingga umur 42 hst, dengan perlakuan P2 tetap menunjukkan hasil tertinggi.

Jumlah Daun (Helai)

Berdasarkan hasil sidik ragam perlakuan biostimulan PGPR berpengaruh tidak nyata pada daun 14, 28, dan 42 hst sedangkan perlakuan dosis fosfor berpengaruh nyata pada umur 28 hst.

Tabel 4. Pengaruh dosis fosfor terhadap jumlah daun 28 hst.

Dosis Fosfor (kg/ha)	<u>Jumlah Daun (helai) hst</u>	
	28	
P0	13,16 b	
P1	13,55 b	
P2	15,89 a	

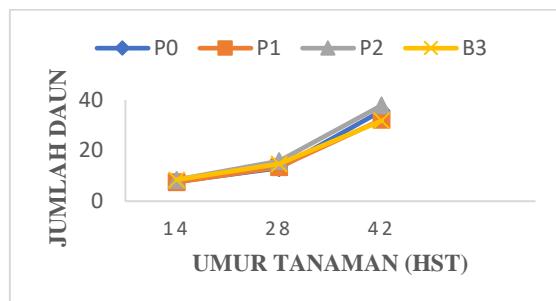
P3

14,72 ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata, berdasarkan UJI DMRT 5%.

Berdasarkan uji lanjut pada umur 28 hst pada tabel 4 atas perlakuan dosis P0 tidak berbeda nyata terhadap P1 dan P3. Perlakuan P2 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P3. P3 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P0, P1, dan P2.

Rata-rata jumlah daun umur 14, 28, dan 42 hst perlakuan dosis fosfor dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Grafik hubungan pupuk fosfor dan jumlah daun pada umur 14, 28, dan 42 hst.

Pada umur 14 hst, jumlah daun pada seluruh perlakuan masih relatif seimbang. Pada umur 28 hst terlihat peningkatan jumlah daun yang signifikan terutama pada perlakuan P2, yang menunjukkan jumlah daun terbanyak dibandingkan perlakuan lainnya.

Jumlah Bintil Akar

Berdasarkan hasil sidik ragam interaksi antara perlakuan biostimulan PGPR berpengaruh nyata pada jumlah bintil akar sedangkan perlakuan dosis pupuk fosfor berpengaruh sangat nyata pada jumlah bintil akar terhadap tanaman kedelai hitam.

Tabel 5. Rata-rata interaksi antara perlakuan biostimulan PGPR dan dosis fosfor pada jumlah bintil akar

Biostimulan PGPR (%)	Dosis pupuk TSP (kg/ha)				Pengaruh PGPR
	Kontrol	P1	P2	P3	
B0	35,67 E	97,89 C	64,33 D	136,78 B	83,62 a
B1	89,22 CD	118,00 BC	137,89 AB	105,22 C	112,54 a
B2	64,00 D	132,00 B	100,55 C	142,44 AB	109,71 ab
B3	61,55 D	43,22 D	170,55 A	87,77 CD	90,75 b
Pengaruh Fosfor	62,57 b	97,73 a	118,3 a	118,02 a	

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata, berdasarkan UJI DMRT 5%.
- Angka yang diikuti huruf besar yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata, berdasarkan UJI DMRT 5 %.

Berdasarkan uji lanjut pada tabel 5 di atas perlakuan antara biostimulan PGPR dan dosis fosfor, perlakuan B3P2 berbeda nyata dengan perlakuan B0P1, B0P2, B0P3, B1P0, B1P1,

B1P3, B2P0, B2P1, B2P2, B3P0, B3P1 dan B3P3. Tetapi berbeda tidak nyata pada perlakuan B1P2 dan B2P3. Perlakuan B0P0 berbeda tidak nyata dengan semua perlakuan. Perlakuan B3 berbeda nyata dengan perlakuan B0 dan B1 namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan B2. Perlakuan dosis fosfor P0 berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Berat 100 Biji (gr)

Berdasarkan hasil sidik ragam perlakuan biostimulan PGPR berpengaruh sangat nyata pada berat 100 biji tanaman kedelai hitam.

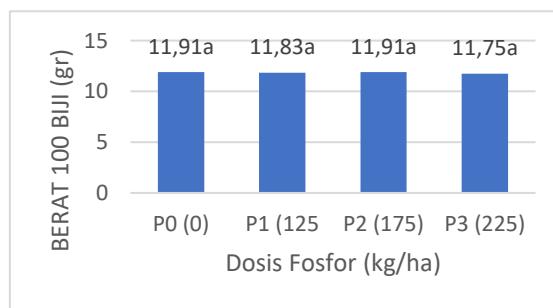
Tabel 6. Pengaruh biostimulan PGPR terhadap berat 100 biji

Biostimulan PGPR (%)	Berat 100 biji (gr)
BO	11,75 b
B1	11,25 c
B2	12,58 a
B3	11,83 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata, berdasarkan UJI DMRT 5%.

Berdasarkan uji lanjut pada berat 100 biji tabel 6 di atas perlakuan biostimulan PGPR B0 berbeda nyata terhadap perlakuan B1 dan B2. B0 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan B3.

Rata-rata berat 100 biji perlakuan dosis fosfor dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan dosis fosfor dan berat 100 biji.

Grafik menunjukkan bahwa berat 100 biji pada keempat perlakuan fosfor tidak berbeda nyata. Nilai berat 100 biji berkisar antara 11,75 hingga 11,91 gram. Meskipun terdapat sedikit variasi perbedaan ini tidak signifikan secara statistik.

Berat Basah Akar dan Berat Kering Akar (gr)

Berdasarkan hasil sidik ragam perlakuan biostimulan PGPR berpengaruh sangat nyata pada berat basah akar tanaman kedelai hitam dan perlakuan biostimulan PGPR berpengaruh sangat nyata pada berat kering akar tanaman kedelai hitam.

Tabel 7. Pengaruh biostimulan PGPR terhadap berat basah akar dan berat kering akar.

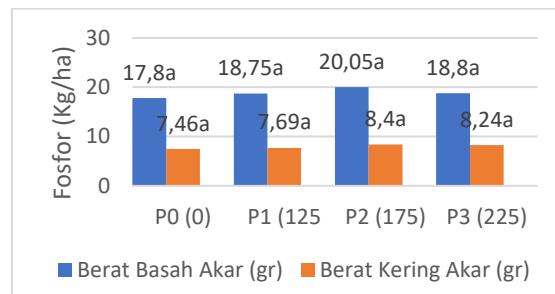
Biostimulan PGPR (%)	Berat Basah Akar (gr)	Berat Kering Akar (gr)
B0	16,1 b	6,52 b
B1	22,40 a	10,24 a
B2	19,47 ab	7,89 b
B3	17,43 b	7,15 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama

menunjukkan berbeda tidak nyata, berdasarkan UJI DMRT 5%.

Berdasarkan uji lanjut pada tabel 7 di atas perlakuan biostimulan PGPR pada rata-rata basah akar perlakuan B0 berbeda nyata terhadap perlakuan B1. Perlakuan B1 berbeda nyata terhadap B0 dan B3. Perlakuan B2 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan B0, B1, dan B3. Pada berat kering akar perlakuan PGPR perlakuan B0 berbeda nyata terhadap perlakuan B1. Perlakuan B0 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan B2 dan B3.

Rata-rata berat basah akar pada perlakuan dosis dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan pupuk fosfor dan berat basah.

Pada grafik terlihat bahwa pemberian dosis fosfor tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap berat basah maupun berat kering. Seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang relatif berdekatan, baik pada berat basah akar maupun kering akar.

Umur Panen (hari)

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 58) perlakuan dosis fosfor berpengaruh nyata pada umur panen tanaman kedelai hitam.

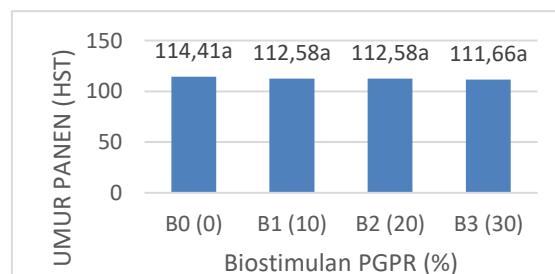
Tabel 8. Pengaruh dosis fosfor terhadap umur panen

Dosis Fosfor (kg/ha)	Umur panen (hari)
P0	116,25 a
P1	110,75 b
P2	113,5 ab
P3	110,75 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata, berdasarkan UJI DMRT 5%.

Berdasarkan uji lanjut pada umur panen perlakuan P0 berbeda nyata terhadap perlakuan P1 dan P3. Perlakuan P0 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan P2. Perlakuan P1 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan P2 dan P3.

Rata-rata umur panen perlakuan biostimulan PGPR dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan biostimulan PGPR dan umur panen.

Pada grafik terlihat bahwa seluruh perlakuan biostimulan PGPR menunjukkan umur panen yang relatif serupa, berkisar antara 111 hingga 114 hari. Perlakuan B3 menunjukkan umur panen paling cepat.

B. Pembahasan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak semua perlakuan memberikan dampak yang signifikan terhadap parameter yang diteliti. Interaksi antara konsentrasi biostimulan PGPR dan dosis fosfor memberikan pengaruh yang sangat signifikan hanya pada jumlah bintil akar tanaman kedelai hitam. Berdasarkan uji lanjut menggunakan DMRT 5% yang tertera di Tabel 6, perlakuan tanpa biostimulan PGPR dan tanpa pupuk fosfor menghasilkan jumlah bintil akar yang paling rendah, yaitu 35,67 bintil akar. Ini mengindikasikan bahwa ketidaaan kedua faktor tersebut secara signifikan menghambat perkembangan bintil akar. Di sisi lain, perlakuan B3P2, B1P2, dan B2P3 menciptakan jumlah bintil akar yang tertinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan biostimulan PGPR dapat meningkatkan efisiensi penyerapan fosfor, di mana perlakuan B1P2 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan B2P3 (dengan kandungan fosfor lebih tinggi). Dengan demikian, penggunaan PGPR dapat mengurangi kebutuhan pupuk fosfor tanpa mengurangi jumlah bintil akar secara signifikan. Ini menunjukkan bahwa kombinasi antara pemberian PGPR dan fosfor dapat merangsang pertumbuhan akar serta pembentukan bintil yang berperan dalam proses fiksasi nitrogen. Hubungan antara biostimulan PGPR dan dosis fosfor dapat terjalin karena keduanya memiliki fungsi yang saling melengkapi dalam mendukung proses fisiologis dan biologis pada tanaman kedelai. Fosfor diperlukan untuk menyediakan ATP (adenosin trifosfat), yang merupakan sumber energi utama dalam proses fiksasi nitrogen dan pembentukan akar. Sedangkan PGPR membantu meningkatkan ketersediaan fosfor melalui pelarutan fosfat dan mendorong pertumbuhan akar dengan memproduksi hormon pertumbuhan. Penelitian oleh [9] menunjukkan bahwa interaksi antara dosis pupuk fosfat dan konsentrasi PGPR memberikan dampak yang signifikan terhadap jumlah bintil akar yang efektif pada tanaman kedelai edamame.

Pemberian biostimulan PGPR secara tunggal memberikan pengaruh signifikan terhadap berat 100 biji, berat basah akar, dan berat kering akar. Hal ini diduga karena PGPR dapat meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrisi serta merangsang pertumbuhan akar, yang berdampak langsung pada pembentukan vegetatif dan hasil biji [7]. Peningkatan berat basah dan kering akar terkait dengan kemampuan PGPR dalam memproduksi zat pengatur tumbuh seperti auksin, sitokin, dan giberelin yang mendukung pertumbuhan serta diferensiasi sel-sel akar. Terutama auksin yang dikenal dapat merangsang perkembangan akar lateral dan rambut akar dan juga meningkatkan ketersediaan dan penyerapan nutrisi (N,P,Fe) sekaligus mereduksi etilen stress melalui ACC deaminase dan memperbaiki struktur serta efisiensi sistem [11]. Selain itu, dampak positif dari biostimulan PGPR terhadap pertumbuhan akar dan pembentukan bintil akar juga diduga muncul karena berpotensi meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah akibat aktivitas mikroorganisme PGPR. PGPR mampu memproduksi senyawa organik yang memperbaiki struktur dan muatan tanah, sehingga meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap dan menahan unsur hara kation, seperti kalsium, magnesium, dan kalium yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) adalah kelompok bakteri yang berada di sekitar akar tanaman dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme, termasuk pembentukan bintil akar. PGPR mampu meningkatkan ketersediaan dan penyerapan unsur hara melalui produksi fitohormon, fiksasi nitrogen, serta pelarutan fosfat, yang secara langsung mendukung pembentukan dan pengisian biji. Selaras dengan penelitian [12], hasil analisis menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dengan

konsentrasi 10 ml/l meningkatkan berat 100 biji kedelai secara signifikan dan berdasarkan hasil uji DMRT, perlakuan tersebut termasuk dalam kelompok yang berbeda secara nyata dibandingkan dengan kontrol

Sementara itu, dosis fosfor memiliki dampak yang signifikan pada jumlah bintil akar serta berpengaruh pada tinggi tanaman di usia 28 hari setelah tanam, jumlah daun di usia 28 HST, dan waktu panen. Fosfor merupakan unsur hara makro yang sangat penting dan dibutuhkan untuk proses pembentukan energi (ATP), sintesis asam nukleat, dan pembelahan sel. Unsur ini berkontribusi pada tahap awal pertumbuhan vegetatif hingga fase generatif tanaman [13]. Perlakuan dengan dosis fosfor tertentu dapat mempercepat pematangan biji dan meningkatkan kecepatan waktu panen [9]. Fosfor memiliki peranan penting dalam pembentukan serta perkembangan sistem akar yang sehat dan kokoh. Akar yang tumbuh dengan baik dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap air dan lebih banyak nutrisi, termasuk nitrogen yang mendukung pertumbuhan vegetatif seperti peningkatan tinggi tanaman. Fosfor juga membantu dalam pembentukan daun dengan perannya dalam fotosintesis dan sintesis protein. Ketersediaan fosfor yang cukup dapat mempercepat pertumbuhan tunas dan pembentukan daun, sehingga berkontribusi pada perkembangan daun di tahap awal pertumbuhan tanaman [14]. Fosfor juga berpengaruh pada proses pembungaan dan pematangan biji, yang berdampak pada waktu panen tanaman kedelai. Penyediaan fosfor yang cukup dapat mempercepat fase generatif tanaman, yang mengakibatkan panen yang lebih awal [15]. Dosis fosfor 175 kg/ha sudah memadai dan dosis yang tinggi tidak memberikan manfaat tambahan secara signifikan. Hal ini bahwa dosis optimal fosfor adalah 175 kg/ha, karena meningkatkan efisiensi penggunaan tanpa menambah biaya atau resiko lingkungan.

Untuk beberapa parameter lainnya, seperti tinggi tanaman pada umur 14 dan 42 hari setelah tanam, serta jumlah daun pada umur 14 dan 42 hari setelah tanam, tidak ditemukan pengaruh yang signifikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh variasi respons fisiologis tanaman, pengaruh lingkungan, atau karena perlakuan yang diberikan belum mencapai dosis optimal untuk menunjukkan efek yang nyata dalam periode pengamatan yang terbatas [6].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan judul : “Pengaruh Konsentrasi Biostimulan PGPR dan Dosis Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine max (L.) Merill*)” dapat disimpulkan :

Terdapat Interaksi yang sangat nyata antara konsentrasi biostimulan PGPR dan dosis fosfor terhadap jumlah bintil akar tanaman kedelai hitam. Hasil terbaik diperoleh pada kombinasi perlakuan B3P2 (30 ml/l PGPR dan 175 kg/ha) dengan jumlah bintil akar mencapai 170,55. Penggunaan biostimulan PGPR yang tinggi dapat mengurangi penggunaan pupuk fosfor.

Perlakuan biostimulan PGPR secara tunggal memberikan pengaruh sangat nyata terhadap berat 100 biji, berat basah akar dan berat kering akar. Berat 100 biji dengan hasil terbaik pada konsentrasi biostimulan PGPR 20 ml/l (B2) sebesar 12,58 g. Berat basah akar dan berat kering akar dengan hasil terbaik pada konsentrasi biostimulan PGPR 10 ml/l (B1) sebesar 22,40 g dan 10,24 gr

Dosis fosfor berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah bintil akar dan berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman 28 hst, jumlah daun 28 hst dan umur panen. Dosis P2 175 kg/ha menghasilkan tinggi tanaman 31,69 cm, jumlah daun 15,89 helai, jumlah bintil akar 118,3 dan umur panen 110,75 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dahlia and Setiono, "Pengaruh Pemberian Kombinasi Dolomit + Sp-36 Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max L. Merrill*) Di Ultisol," *Jurnal Sains Agro*, vol. 5, pp. 2580–0744, 2020.
- [2] M. Yusuf, "Growth And Quality Of Production Two Black Soybean Varieties Due To Sp-36 Fertilizer," *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 22, no. 1, 2020, doi: 10.30596/agrium.v21i3.2456.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Analisis produktivitas jagung dan kedelai di Indonesia," Jakarta, 2022.
- [4] Perdana, "Pengaruh Kapur Dan Rhizobium Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine Max L. Merrill*)," 2020.
- [5] Hartati, Suryaman, and Saepudin, "Pengaruh Pemberian Bakteri Pelarut Fosfat Pada Berbagai Ph Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (*Glycine max (L.) Merr*)," *Journal of Agrotechnology and Crop Science*, vol. 1, pp. 26–34, Feb. 2023.
- [6] A. Hattalaibessy, I. J. Lawalatta, and H. Kesaulya, "Pengaruh Konsentrasi Biostimulan Berbahan Aktif Bacillus subtilis dan Waktu Pemberian Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*)," *Jurnal Budidaya Pertanian*, vol. 16, no. 2, pp. 132–139, Dec. 2020, doi: 10.30598/jbdp.2020.16.2.132.
- [7] Soelaksini Dwi Liliek, Fitri krismiratsih, and Yustika Apriliya Arofah, "Peningkatan Produksi Edamame Melalui Aplikasi Biostimulan PGPR dan Biourine Sapi," *vegetalika*, vol. 13, pp. 39–48, 2024.
- [8] Fahrizal, Rahayu, Arifah, and Rochman, "Respon tanaman kedelai terhadap inokulasi mikoriza asbuskula dan pemberian pupuk fosfor pada tanah masam," *Repository Universitas Djuanda Bogor*, 2020, Accessed: Jul. 20, 2024. [Online]. Available: <https://repository.unida.ac.id/1385/>
- [9] A. Sukma *et al.*, "Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Fospat Dan Pgpr (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai Edamame (*Glycin Max (L.) Merrill*)," 2016.
- [10] Lestari Andri Retno, "Pengaruh Pupuk P Terhadap Hasil Dan Mutu Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max (L.) Merill*)," 2010.
- [11] Arfandi, "Pengaruh Beberapa Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merill*)," *Jurnal Envisoil*, vol. 1, 2019.
- [12] Ramlah and Shinta Yuni Asri, "Pengaruh Konsentrasi Pgpr (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*)," Universitas Brawijaya, 2019.
- [13] Rahayu Murni Sari, "Respon Pertumbuhan Tanaman Kedelai di Tanah Marginal dengan Pemberian Pupuk P dan Jenis Pupuk Organik," *Agriland Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 10, 2022.
- [14] Septi Tiara Cinta, Widiwurjani, and Nora Augustien K, "Respon Pupuk N, P, K Dan Pupuk Organik Cair Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*)," *Jurnal Agrium*, vol. 20 No 1, 2023, Accessed: Jul. 19, 2025. [Online]. Available: Agrium <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/agrium>
- [15] E. Gunawan and T. E. Sabli, "The Application Of Bokashi Banana Stems And Npk Mutiara 16:16:16 On The Growth And Production Of Soybean (*Glycine max L.*)," 2023.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2025 Nurlaili Trianing Tyas, Dwi Fitriani*, Fiana Podesta, Usman, Suryadi. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.