

Aplikasi Inokulum *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Ilda Maria Vidigal da Costa¹⁾, Asri S. Mahulette^{2*)}, M. K. Lesilolo²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon.

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon.

* Korespondensi: mahulette_07@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu bahan pangan penting di Indonesia. Hingga saat ini produktivitas kacang hijau di Indonesia masih berfluktuatif dan cenderung rendah. Pemanfaatan bakteri *rhizobium* dan penggunaan pupuk SP-36 merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan produktivitas tanaman kacang hijau. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh inokulum *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau. Penelitian dilaksanakan di lahan milik Universitas Pattimura yang berlokasi di Desa Poka, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga April 2026. Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi (*split plot design*) dalam Rancangan Acak kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan. Petak utama yaitu inokulum *Rhizobium* (R) yang terdiri dua taraf, yaitu: tanpa inokulum *rhizobium* (R0) dan aplikasi inokulum *rhizobium* (R1). Anak petak yaitu dosis pupuk SP-36 (P) yang terdiri atas empat taraf, yaitu: 0 kg/petak (P0), 75 kg/petak (P1), 100 kg/petak (P2), dan 125 kg/petak (P3). Hasil penelitian didapatkan informasi bahwa interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 125 kg/petak rata-rata memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik dan tidak berbeda dengan aplikasi *rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 100 kg/petak. Interaksi perlakuan tersebut juga memperlihatkan rata-rata jumlah bintil akar dan jumlah bintil akar efektif yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya.

Kata Kunci: fosfor, inokulasi, nitrogen, *rhizobium*, SP-36

Response to *Rhizobium* Inoculum Application and SP-36 Fertiliser Dose in Growth and Yield of Mung Bean Plants (*Vigna radiata* L.)

ABSTRACT

Mung beans (*Vigna radiata* L.) are an important food crop in Indonesia. Mung bean productivity in Indonesia remains volatile and tends to be low. The use of *Rhizobium* bacteria and SP-36 fertiliser is one strategy to increase mung bean productivity. This study aims to analyse the effect of *Rhizobium* inoculum and SP-36 fertiliser doses on the growth and yield of mung bean plants. The study was conducted on land owned by Pattimura University located in Poka Village, Teluk Ambon District, Ambon City. The study was conducted from December 2025 to April 2026. The study used a split-plot design in a randomised block design (RBD) with 3 replications. The main plot was *Rhizobium* inoculum (R), with two levels: without *Rhizobium* inoculum (R0) and *Rhizobium* inoculum application (R1). The subplots were SP-36 fertiliser doses (P), with four levels: 0 kg/plot (P0), 75 kg/plot (P1), 100 kg/plot (P2), and 125 kg/plot (P3). The study found that the interaction between *rhizobium* application and a dose of SP-36 fertilizer of 125 kg/plot resulted in better plant growth and yield on average, similar to that of *rhizobium* application and a dose of SP-36 fertilizer of 100 kg/plot. This treatment interaction also showed a higher average number of root nodules and effective number of root nodules compared to other treatment combinations.

Keywords : phosphorus, inoculation, nitrogen, *rhizobium*, SP-36

PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu bahan pangan penting di Indonesia. Tanaman kacang hijau tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan dapat ditemui hampir di seluruh wilayah Indonesia. Tanaman kacang hijau termasuk suku polong-polongan yang memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Kacang hijau di Indonesia menempati peringkat ketiga terpenting setelah kacang kedelai dan kacang tanah.

Tanaman kacang hijau menjadi salah satu tanaman kacang-kacangan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Kacang hijau mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai produk olahan maupun bahan campuran makanan, seperti dibuat isi onde-onde, bubur kacang hijau, tepung kacang hijau, dan lainnya. Kacang hijau memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, lemak, vitamin A, vitamin B1 dan mineral yang baik untuk menjaga kesehatan tubuh. Tanaman kacang hijau memiliki kelebihan, yaitu berumur genjah (55-65 hari), tahan terhadap kekeringan, penyakit relatif sedikit, dapat ditanam di lahan yang kurang subur dan mempunyai harga jual yang relatif tinggi dan stabil ^[1].

Berdasarkan data, produksi tanaman kacang hijau di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 211.557 ton, namun pada tahun 2022–2023 mengalami penurunan ^[2]. Pada tahun 2022, produksi kacang hijau berada pada angka 132.593 ton dan pada tahun 2023 sebesar 166.089 ton, sementara kebutuhan nasional mencapai 350.000 ton/ha untuk berbagai keperluan seperti bahan pangan, benih, dan pakan ^[3]. Produktivitas kacang hijau di beberapa daerah di Indonesia masih fluktuatif dan cenderung rendah. Keterbatasan ketersediaan nitrogen dan fosfor dalam tanah merupakan salah satu penyebab rendahnya hasil tanaman kacang hijau terutama jika dibudidayakan pada lahan kering yang miskin hara ^[4]. Nitrogen merupakan unsur penting untuk pertumbuhan vegetatif, sedangkan

fosfor berperan dalam pembentukan akar, pembungaan, dan pengisian biji.

Pemanfaatan bakteri *Rhizobium* menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui proses fiksasi nitrogen biologis pada tanaman kacang hijau. *Rhizobium* mampu bersimbiosis dengan akar tanaman legum, membentuk bintil akar dan mengikat nitrogen bebas dari atmosfer menjadi bentuk yang dapat diserap tanaman. *Rhizobium* dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi kebutuhan pupuk kimia, serta mendukung pertumbuhan tanaman secara signifikan ^[5]. Aplikasi *rhizobium* meningkatkan jumlah bintil akar, pertumbuhan vegetatif, dan hasil tanaman legum ^{[6],[7]}. Selain nitrogen, tanaman kacang hijau juga membutuhkan fosfor dalam jumlah cukup.

Pupuk SP-36 merupakan salah satu sumber fosfor dengan kandungan P_2O_5 sebesar 36%. Unsur fosfor penting untuk mempercepat pertumbuhan akar, meningkatkan pembentukan bunga, dan memperbaiki kualitas hasil tanaman. Pemupukan fosfor mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, serta hasil kacang hijau. Penggunaan inokulum *Rhizobium* dan pupuk SP-36 diduga dapat memberikan efek sinergis terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Pupuk fosfor dapat mendukung pembentukan biji, sedangkan *Rhizobium* menyediakan nitrogen alami, sehingga kerja kedua faktor tersebut saling melengkapi. Penggunaan dosis kedua faktor tersebut belum banyak diinformasikan, terutama dalam peningkatan hasil tanaman kacang hijau.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui respon tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap pemberian inokulum bakteri *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah terkait peningkatan produktivitas kacang hijau melalui pemanfaatan inokulum bakteri *Rhizobium* dan

dosis pupuk SP-36 secara efisien dan berkelanjutan pada masa mendatang.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di lahan milik petani yang berlokasi di Desa Poka, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon pada bulan Desember 2025 hingga April 2026.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman kacang hijau varietas Vima-1, inokulum bakteri *Rhizobium*, dan pupuk SP-36. Peralatan yang digunakan berupa cangkul, tugal, ember, timbangan analitik, meteran, gunting, tali rafia, gembor, label, mistar dan alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari dua faktor yaitu Inokulum *Rhizobium* (R) yang terdiri dari dua taraf, yaitu R0: tanpa aplikasi inokulum *rhizobium* (kontrol), R1: aplikasi inokulum bakteri *rhizobium*, dan Dosis Pupuk SP-36 (P) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu P0: tanpa pemberian pupuk SP-36 (kontrol), P1: dosis pupuk SP-36 75 kg/ha, P2: dosis pupuk SP-36 100 kg/ha, P3: dosis pupuk SP-36 125 kg/ha. Perlakuan dikombinasikan sehingga terdapat 8 kombinasi perlakuan, dimana setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat 24 petak percobaan. Masing-masing petak percobaan terdiri dari 28 tanaman, sehingga keseluruhan terdapat 672 tanaman.

Pelaksanaan Penelitian

Lahan diolah dengan kedalaman kurang lebih 20-30 cm kemudian dilanjutkan dengan pembuatan petakan dengan ukuran 1.5

m x 1.5 cm. Bersamaan dengan pengolahan tanah diberikan pupuk kandang sapi sebagai pupuk dasar dengan dosis 2 kg/petak (dosis rekomendasi 10 ton/ha). Benih yang digunakan pada penelitian ini adalah benih bersertifikat varietas Vima-1 yang bermerek East West Seed Indonesia (Cap Panah Merah). Benih direndam dalam air selama 6 jam kemudian campurkan dengan inokulum bakteri *rhizobium* dengan dosis anjuran 12 g/kg benih. Benih kemudian ditanam secara tugal dengan jarak tanam 20 cm × 40 cm, setiap lubang tanam diisi dengan 3 butir benih kacang hijau dan disisakan 1 tanaman per lubang pada saat penjarangan. Aplikasi perlakuan pupuk SP-36 dilakukan saat penanaman sesuai dengan dosis perlakuan. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan, penjarangan, penyulaman, pembumbunan, dan pengendalian hama penyakit. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 50 dan 57 hari setelah tanam dengan ciri ciri polongnya berwarna coklat dan hitam, kulit polong keras, polong telah kering dan mudah pecah, dan daun telah menguning. Biji kemudian dipisahkan dari polong dan dijemur selama tiga hari.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang diamati pada penelitian terdiri atas tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah cabang, umur berbunga (hari), jumlah polong per tanaman (polong), berat biji kering per tanaman (g), Berat 100 biji kering per petak (g), Berat biji kering per petak (g), jumlah bintil akar dan jumlah bintil akar efektif.

Analisis Data

Data hasil pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (uji F), sedangkan pengamatan jumlah bintil akar dan jumlah bintil akar efektif ditampilkan secara deskriptif. Jika terdapat

pengaruh nyata terhadap respons yang diamati pada pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf α 5% [8]. Analisis dilakukan menggunakan *software* STAR 2.0.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi hasil sidik ragam pengaruh inokulum *rhizobium* (R) dan dosis pupuk SP-36 (P) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) disajikan pada Tabel 1. Hasil rekapitulasi

memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium* berpengaruh signifikan terhadap perubahan pada akhir pengamatan, meliputi jumlah daun, jumlah cabang, jumlah polong per tanaman, dan berat biji kering per tanaman. Perlakuan dosis SP-36 pada akhir pengamatan berpengaruh signifikan terhadap jumlah polong per tanaman, berat biji kering per tanaman, berat biji kering per petak, dan berat 100 biji kering per petak. Interaksi antara *rhizobium* dan pupuk SP-36 pada akhir pengamatan dalam penelitian memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah polong per tanaman, berat biji kering per tanaman, dan berat 100 biji kering per petak.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Inokulasi *Rhizobium* (R) dan Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.).

Peubah	Analisis sidik ragam		
	<i>Rhizobium</i>	Dosis SP-36	Interaksi
Tinggi tanaman (cm)	tn	tn	tn
Jumlah daun (helai)	**	tn	tn
Jumlah cabang (cabang)	*	tn	tn
Umur berbunga (hari)	tn	tn	*
Jumlah polong per tanaman (polong)	**	**	**
Berat biji kering per tanaman (g)	**	**	**
Berat 100 biji kering per petak (g)	tn	**	*
Berat biji kering per petak (g)	tn	**	tn

Keterangan: *: berbeda nyata pada α sebesar 5%, **: berbeda sangat nyata pada α sebesar 1%; tn: tidak berbeda nyata.

Tinggi Tanaman (cm)

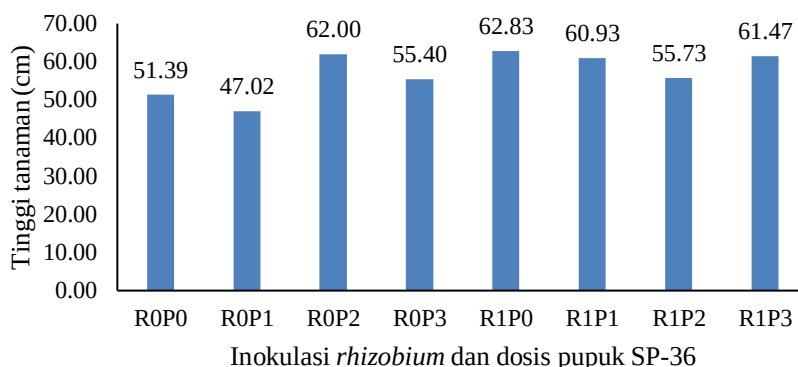
Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *rhizobium*, pupuk SP-36, maupun interaksi antara keduanya tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan. Rata-rata tinggi tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan secara deskriptif disajikan pada Gambar 1.

Hasil pengamatan secara deskriptif memperlihatkan bahwa perlakuan R1P0 dan R0P2 memiliki tinggi tanaman tertinggi, yaitu masing-masing 62.83 cm dan 62.00 cm, dan terendah pada perlakuan R0P1 dan R0P0, yaitu

masing-masing sebesar 47.02 cm dan 51.39 cm. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, perlakuan inokulasi *Rhizobium*, dosis pupuk SP-36, maupun interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi

tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan. Walaupun secara imanen 180 tidak berbeda nyata, secara deskriptif terdapat kecenderungan bahwa beberapa kombinasi perlakuan menghasilkan tinggi tanaman lebih tinggi 180imana180e180e perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa respons tinggi

tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan dan inokulasi *rhizobium*, akan tetapi juga dipengaruhi 180imana lain seperti varietas, kondisi tanah, intensitas 180imana, suhu, dan ketersediaan air.



Gambar 1. Tinggi Tanaman Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Akhir Pengamatan pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter pertumbuhan yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel. Unsur nitrogen berperan penting dalam pembentukan jaringan tanaman karena menjadi komponen utama asam amino, protein, enzim, dan klorofil. Nitrogen yang cukup akan meningkatkan aktivitas fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman berlangsung lebih baik^[9]. Pada penelitian ini, keberadaan *Rhizobium* diduga telah membantu penyediaan nitrogen melalui proses fiksasi biologis, namun pengaruhnya belum cukup besar untuk memunculkan perbedaan nyata terhadap tinggi tanaman.

Selain nitrogen, fosfor dari pupuk SP-36 juga berperan dalam pertumbuhan tanaman, terutama pada pembentukan 180imana perakaran dan transfer energi dalam bentuk ATP. Fosfor mendukung perkembangan akar sehingga penyerapan air dan unsur hara lainnya menjadi lebih efisien. Namun demikian, apabila kandungan fosfor tanah awal sudah berada pada 180imana180 cukup atau tanaman lebih 180imana180e180e pada

fase generatif, maka peningkatan tinggi tanaman tidak selalu terjadi secara nyata. Respons pupuk fosfor sangat dipengaruhi oleh status hara tanah dan fase pertumbuhan tanaman^[10].

Tidak signifikkannya pengaruh perlakuan juga dapat disebabkan oleh penggunaan pupuk kandang sebagai pupuk dasar yang telah menyumbangkan unsur hara makro dan memperbaiki sifat fisik tanah. Kondisi media tumbuh yang relatif baik, tambahan *rhizobium* dan pupuk SP-36 tidak selalu langsung tercermin pada parameter tinggi tanaman. Hasil penelitian sejalan dengan riset yang dilakukan sebelumnya, dimana pemberian pupuk fosfor pada beberapa kondisi lahan tidak selalu meningkatkan tinggi tanaman secara nyata, akan tetapi lebih berpengaruh terhadap komponen hasil^[11]. Hasil yang didapatkan pada parameter tinggi tanaman dalam penelitian ini belum mampu menunjukkan respons nyata terhadap perlakuan. Namun demikian, kecenderungan peningkatan pada beberapa kombinasi perlakuan tetap mengindikasikan adanya

manfaat agronomis yang dapat terlihat pada parameter lain seperti jumlah cabang, jumlah polong, dan hasil biji.

Jumlah Daun (helai)

Data hasil sidik ragam jumlah daun memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi

Rhizobium berpengaruh signifikan, sedangkan perlakuan pupuk SP-36 maupun interaksi antara keduanya tidak memperlihatkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan.

Tabel 1. Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Akhir Pengamatan pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

<i>Rhizobium</i> (R)	Jumlah daun (helai)
Tanpa <i>rhizobium</i> (R0)	38.89ab
Aplikasi <i>rhizobium</i> (R1)	38.78ab
BNJ: 1.62	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Hasil uji BNJ jumlah daun pada akhir pengamatan memperlihatkan bahwa perlakuan aplikasi *Rhizobium* (R1) menghasilkan jumlah daun 38,78 helai dan tidak berbeda nyata dengan tanpa aplikasi *Rhizobium* (R0) yang menghasilkan jumlah daun pada akhir pengamatan sebesar 38.89 helai. Hasil ini menegaskan bahwa peranan utama *Rhizobium* dalam penelitian ini lebih terlihat pada fase pertumbuhan vegetatif. Daun merupakan organ utama fotosintesis yang berfungsi menangkap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia. Semakin banyak jumlah daun, maka semakin besar luas permukaan fotosintesis yang tersedia bagi tanaman. Peningkatan jumlah daun akan meningkatkan produksi fotosintat yang selanjutnya digunakan untuk pertumbuhan dan pembentukan hasil^[12]. *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan akar tanaman legum mampu menambat nitrogen bebas dari udara menjadi bentuk amonia yang dapat dimanfaatkan tanaman. Nitrogen merupakan unsur utama pembentuk klorofil dan protein daun. Oleh sebab itu, tanaman yang memperoleh tambahan nitrogen dari hasil fiksasi *rhizobium* akan lebih aktif membentuk

daun baru. Keberhasilan inokulasi *Rhizobium* dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman leguminosa melalui peningkatan suplai nitrogen alami^[13].

Tidak berpengaruhnya dosis pupuk SP-36 terhadap jumlah daun menunjukkan bahwa pembentukan daun pada tanaman kacang hijau lebih dominan dipengaruhi ketersediaan nitrogen dibanding fosfor. Fosfor lebih banyak berperan dalam transfer energi, perkembangan akar, dan fase generatif. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pupuk SP-36 lebih nyata meningkatkan komponen reproduktif tanaman dibanding parameter vegetatif awal^[14]. Secara agronomis, peningkatan jumlah daun merupakan kondisi yang menguntungkan karena mendukung akumulasi biomassa dan hasil panen. Daun yang banyak dan sehat akan meningkatkan efisiensi fotosintesis sehingga tanaman memiliki cadangan energi yang cukup untuk memasuki fase pembungaan dan pembentukan polong.

Jumlah Cabang

Data hasil sidik ragam jumlah cabang memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *rhizobium* berpengaruh signifikan, sedangkan perlakuan pupuk SP-36 maupun interaksi antara keduanya tidak memperlihatkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap jumlah cabang tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan.

Hasil uji BNJ jumlah cabang pada akhir pengamatan memperlihatkan bahwa perlakuan aplikasi *rhizobium* (R1) menghasilkan jumlah cabang terbanyak, yaitu 9,82 cabang dan berbeda nyata dengan tanpa aplikasi *rhizobium* (R0) yang hanya

menghasilkan jumlah cabang pada akhir pengamatan sebesar 8,48 cabang. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan nitrogen akibat aktivitas *Rhizobium* berkontribusi terhadap pertumbuhan percabangan tanaman. Cabang terbentuk dari pertumbuhan tunas lateral yang dipengaruhi oleh keseimbangan hormon tanaman dan kecukupan unsur hara. Nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan jaringan meristem sehingga pembentukan cabang lebih aktif. Tanaman legum yang memperoleh inokulasi *Rhizobium* umumnya menunjukkan vigor lebih baik, ditandai dengan pertumbuhan cabang dan daun yang lebih banyak ^[15].

Tabel 2. Jumlah Cabang Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Akhir Pengamatan pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

<i>Rhizobium</i> (R)	Jumlah cabang
Tanpa <i>rhizobium</i> (R0)	8.48b
Aplikasi <i>rhizobium</i> (R1)	9.82a
BNJ: 1.62	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$

Jumlah cabang memiliki hubungan erat dengan produktivitas tanaman kacang hijau. Semakin banyak cabang produktif, semakin banyak titik tumbuh yang berpotensi menghasilkan bunga dan polong. Oleh karena itu, peningkatan jumlah cabang merupakan indikator positif terhadap potensi hasil tanaman. Tidak signifikannya pengaruh pupuk SP-36 pada parameter ini menunjukkan bahwa unsur fosfor bukan faktor utama pembatas pembentukan cabang pada lahan penelitian. Kemungkinan kandungan fosfor awal tanah telah cukup atau kebutuhan tanaman masih dapat dipenuhi dari pupuk dasar yang diberikan. Namun demikian, fosfor tetap

penting untuk mendukung perkembangan akar dan penyerapan hara lain secara keseluruhan. Pemberian *rhizobium* meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman legum, termasuk percabangan dan vigor tanaman ^[7].

Umur Berbunga (hari)

Data hasil sidik ragam umur berbunga memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium* dan perlakuan pupuk SP-36 tidak berpengaruh signifikan, sedangkan interaksi antara keduanya memperlihatkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap umur berbunga tanaman kacang hijau.

Tabel 3. Umur Berbunga Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

Inokulum <i>Rhizobium</i>	Dosis pupuk SP-36 (P)			
	0 kg/petak (P0)	75 kg/petak (P1)	100 kg/petak (P2)	125 kg/petak (P3)
Tanpa <i>Rhizobium</i> (R0)	19.00a	19.66a	17.66a	16.00a
Aplikasi <i>Rhizobium</i> (R1)	14.33ab	13.66b	19.00a	18.33ab
BNJ: 4.83				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Hasil uji BNJ umur berbunga memperlihatkan bahwa interaksi tanpa *rhizobium* dan dosis SP-36 75 kg per petak (R0P1) menghasilkan umur berbunga yang tercepat (19,66 hari) dan tidak berbeda dengan interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis SP-36 100 kg per petak (R1P2). Umur berbunga paling lambat diperlihatkan pada interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis SP-36 75 kg per petak (R1P1), yaitu 13,66 hari.

Umur berbunga dipengaruhi oleh interaksi antara aplikasi *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36. Hal ini menunjukkan bahwa percepatan maupun keterlambatan pembungaan merupakan hasil kombinasi antara ketersediaan nitrogen dan fosfor, bukan akibat salah satu faktor secara tunggal. Fase berbunga merupakan peralihan dari fase vegetatif menuju fase generatif. Pada fase ini, tanaman memerlukan keseimbangan hara yang tepat. Nitrogen yang terlalu tinggi cenderung memperpanjang fase vegetatif, sedangkan fosfor mendorong percepatan pembungaan. Unsur fosfor berperan penting dalam pembentukan bunga, pemasakan buah, dan percepatan panen^[16]. Kombinasi perlakuan tertentu menghasilkan umur berbunga lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lain.

Hal ini menunjukkan bahwa ketika kebutuhan fosfor tercukupi dan nitrogen berada pada tingkat seimbang, tanaman dapat segera beralih ke fase generatif. Sebaliknya, jika nitrogen relatif dominan, tanaman cenderung terus tumbuh vegetatif sehingga pembungaan sedikit tertunda. Faktor lingkungan seperti panjang hari, suhu, dan kelembapan juga dapat memengaruhi umur berbunga. Kacang hijau termasuk tanaman berumur pendek yang sensitif terhadap kondisi lingkungan. Oleh karena itu, respons antarperlakuan tidak selalu mutlak hanya disebabkan oleh faktor pemupukan. Dari hasil penelitian ini dapat dipahami bahwa strategi pemupukan seimbang sangat penting untuk mengatur sinkronisasi pertumbuhan vegetatif dan generatif agar hasil tanaman optimal.

Jumlah Polong per Tanaman (polong)

Data hasil sidik ragam jumlah polong per tanaman memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium*, perlakuan pupuk SP-36, maupun interaksi antara keduanya memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah polong per tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan.

Tabel 4. Jumlah Polong per Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Akhir Pengamatan pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

Inokulum <i>Rhizobium</i>	Dosis pupuk SP-36 (P)			
	0 kg/petak (P0)	75 kg/petak (P1)	100 kg/petak (P2)	125 kg/petak (P3)
Tanpa <i>rhizobium</i> (R0)	17.93b	18.73b	17.20b	19.46b
Aplikasi <i>rhizobium</i> (R1)	19.53a	21.73a	21.93a	23.20a
BNJ: 0.97				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Hasil uji BNJ jumlah polong per tanaman pada akhir pengamatan memperlihatkan bahwa interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis SP-36 125 kg per petak (R1P3) menghasilkan jumlah polong per tanaman yang lebih banyak, yaitu sebesar 23,20 polong, dan tidak berbeda dengan interaksi aplikasi *rhizobium* dengan dosis SP-36 lainnya (R1P0, R1P1, R1P2). Jumlah polong terendah dalam penelitian terlihat pada interaksi tanpa aplikasi *rhizobium* dengan dosis SP-36 100 kg/ha (R0P2) (17,20 polong) dan tidak berbeda dengan interaksi tanpa aplikasi *rhizobium* dengan keseluruhan dosis SP-36 lainnya (R0P0, R0P1, R0P3). Hasil ini menunjukkan adanya efek sinergis antara inokulasi mikroba dan pemupukan fosfor dalam meningkatkan komponen hasil kacang hijau.

Jumlah polong merupakan salah satu komponen hasil utama yang menentukan produktivitas kacang hijau. Pembentukan polong dipengaruhi keberhasilan pembungaan, penyerbukan, dan ketersediaan fotosintat selama fase generatif. *Rhizobium* menyediakan nitrogen yang mendukung pembentukan daun, bunga, dan perkembangan polong. Sementara itu, fosfor berperan dalam transfer energi, pembelahan sel, dan

pembentukan organ reproduktif. Pemberian pupuk fosfor dapat meningkatkan jumlah polong dan jumlah biji per polong pada tanaman kacang hijau ^[17]. Penelitian lain juga melaporkan bahwa dosis SP-36 yang tepat meningkatkan jumlah polong isi dan panjang polong ^[14]. Interaksi nyata antara aplikasi *Rhizobium* dan pupuk SP-36 menunjukkan bahwa manfaat terbesar dicapai ketika kedua perlakuan diberikan bersamaan. Nitrogen dari *Rhizobium* mendukung pertumbuhan tajuk, sedangkan fosfor meningkatkan efisiensi pembentukan bunga dan polong. Kombinasi ini menghasilkan tanaman yang lebih produktif dibanding pemberian salah satu faktor saja. Secara praktis, peningkatan jumlah polong menjadi indikasi bahwa teknologi kombinasi pupuk hayati dan pupuk fosfat layak diterapkan untuk meningkatkan produksi kacang hijau di lapangan.

Berat Biji Kering per Tanaman (g)

Data hasil sidik ragam berat kering biji per tanaman memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium*, perlakuan pupuk SP-36, maupun interaksi antara keduanya memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap berat biji kering per tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan.

Tabel 5. Berat Biji Kering per Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Akhir Pengamatan pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

Inokulum <i>Rhizobium</i>	Dosis pupuk SP-36 (P)			
	0 kg/petak (P0)	75 kg/petak (P1)	100 kg/petak (P2)	125 kg/petak (P3)
Tanpa <i>rhizobium</i> (R0)	10.83b	11.56b	10.70b	12.15b
Aplikasi <i>rhizobium</i> (R1)	11.88a	13.30a	13.60a	14.07a
BNJ: 0.61				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Hasil uji BNJ berat biji kering per tanaman pada akhir pengamatan memperlihatkan bahwa interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis SP-36 125 kg per petak (R1P3) menghasilkan berat biji kering per tanaman yang lebih berat, yaitu 14.07 g dan tidak berbeda dengan interaksi aplikasi *rhizobium* dengan dosis SP-36 lainnya (R1P0, R1P1, R1P2). Berat biji kering per tanaman terendah dalam penelitian terlihat pada interaksi tanpa aplikasi *rhizobium* dengan dosis SP-36 100 kg/ha (R0P2) (10.70 g) dan tidak berbeda dengan interaksi tanpa aplikasi *rhizobium* dengan keseluruhan dosis SP-36 lainnya (R0P0, R0P1, R0P3). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan tidak hanya meningkatkan jumlah polong, tetapi juga mendukung proses pengisian biji.

Berat biji kering mencerminkan hasil akhir dari fotosintesis yang ditranslokasikan ke organ penyimpanan. Tanaman dengan jumlah daun lebih banyak akan menghasilkan fotosintat lebih besar. Jika didukung fosfor yang cukup, translokasi hasil fotosintesis ke biji berlangsung lebih efisien. Unsur fosfor berperan penting dalam pembentukan biji dan memperbaiki kualitas hasil tanaman kacang-kacangan^[18]. Nitrogen juga dibutuhkan untuk sintesis protein biji sehingga menghasilkan bobot biji lebih tinggi. Peningkatan berat biji per tanaman pada perlakuan kombinasi

menunjukkan bahwa tanaman memperoleh keseimbangan nutrisi yang baik selama fase generatif. Dengan demikian, energi hasil fotosintesis dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pembesaran dan pengisian biji. Parameter ini sangat penting karena berkaitan langsung dengan hasil ekonomis yang diterima petani. Semakin tinggi berat biji per tanaman, semakin besar peluang peningkatan produktivitas lahan.

Berat 100 biji kering per petak (g)

Data hasil sidik ragam berat 100 biji kering per petak memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *rhizobium* tidak berpengaruh signifikan, sedangkan perlakuan pupuk SP-36 maupun interaksi antara inokulasi *rhizobium* dan pupuk SP-36 memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap berat 100 biji kering per petak tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan.

Hasil uji BNJ berat 100 biji kering per petak pada akhir pengamatan memperlihatkan bahwa interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis SP-36 75 kg per petak (R1P1) menghasilkan berat 100 biji kering per petak yang lebih berat, yaitu 7,86 g dan tidak berbeda dengan interaksi aplikasi *rhizobium* dengan dosis SP-36 lainnya (R1P2, R1P3, R0P1, R0P2, dan R0P3). Berat 100 biji kering per petak paling rendah dalam penelitian diperlihatkan pada interaksi tanpa aplikasi

rhizobium dan tanpa SP-36 (R0P0) (6.70 g) dan tidak berbeda dengan interaksi aplikasi *rhizobium* dan tanpa SP-36 (R1P0) (6.43 g),

akan tetapi berbeda nyata dengan keseluruhan perlakuan lainnya.

Tabel 6. Berat 100 biji kering per petak tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di akhir pengamatan pada perlakuan inokulasi *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36.

Inokulum <i>Rhizobium</i>	Dosis pupuk SP-36 (P)			
	0 kg/petak (P0)	75 kg/petak (P1)	100 kg/petak (P2)	125 kg/petak (P3)
Tanpa <i>rhizobium</i> (R0)	6.70b	7.43a	7.13ab	7.43a
Aplikasi <i>rhizobium</i> (R1)	6.43b	7.86a	7.80a	7.50a
BNJ: 0.60				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran dan kepadatan biji lebih banyak dipengaruhi kecukupan fosfor pada fase pengisian biji. Berat 100 biji merupakan indikator mutu hasil. Biji yang berat menandakan pengisian biji berlangsung sempurna dan cadangan makanan dalam biji terbentuk optimal. Fosfor berperan dalam pembentukan energi ATP yang dibutuhkan untuk sintesis pati dan protein selama pengisian biji. Unsur fosfor membantu sintesis karbohidrat dan protein yang penting dalam pembentukan biji bernas^[19]. Oleh sebab itu, pemberian SP-36 pada dosis tepat mampu meningkatkan berat 100 biji. Interaksi dengan *rhizobium* menunjukkan bahwa keberadaan nitrogen tetap diperlukan sebagai pendukung pembentukan protein biji. Namun pengaruh dominan tetap berasal dari fosfor sebagai unsur yang berkaitan langsung dengan fase reproduktif.

Berat Biji Kering per Petak (g)

Data hasil sidik ragam berat biji kering per petak memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi *rhizobium* tidak berpengaruh signifikan, perlakuan pupuk SP-36 berpengaruh signifikan, sedangkan interaksi antara inokulasi *rhizobium* dan pupuk SP-36 tidak memperlihatkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap berat kering biji per petak tanaman kacang hijau pada akhir pengamatan.

Hasil uji BNJ berat biji kering per petak pada akhir pengamatan memperlihatkan bahwa perlakuan dosis pupuk SP-36 125 kg/petak (P3) menghasilkan berat kering biji per petak paling berat, yaitu 246.67 g atau setara dengan 1.09 ton/ha dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan dosis pupuk SP-36 100 kg/petak (P2) sebesar 200 g atau setara dengan 0.88 ton/ha, akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan dosis SP-36 lainnya (P0 dan P1). Berat kering biji per petak paling rendah dalam penelitian terlihat pada perlakuan tanpa pemberian pupuk SP-36 (P0) yang menghasilkan berat kering biji per petak 130 g dan tidak berbeda dengan pemberian dosis SP-36 75 kg/petak (165 g).

Varietas Vima-1 yang digunakan dalam penelitian memiliki potensi hasil 1,76 ton per hektar, dimana rata-rata pada kondisi lapangan tertentu varietas ini dapat mencapai hasil sekitar 1.6 ton/ha. Bahkan dalam kondisi ekstrem, varietas ini masih mampu memberikan hasil 0,92 ton/ha, sedangkan varietas lokal sering kali gagal panen. Hal ini menunjukkan bahwa fosfor merupakan faktor pembatas penting pada lahan penelitian, di mana hasil yang didapatkan dalam penelitian ini telah mendekati potensi hasil varietas Vima-1 yang digunakan.

Produksi per petak merupakan hasil akumulasi seluruh komponen hasil, yaitu

jumlah tanaman produktif, jumlah polong, jumlah biji, dan berat biji. Ketika fosfor tersedia cukup, tanaman mampu membentuk akar lebih baik, bunga lebih banyak, dan pengisian biji lebih sempurna sehingga hasil total meningkat. Pemupukan fosfor pada lahan dengan ketersediaan P rendah mampu meningkatkan hasil tanaman secara signifikan^[20]. Hasil penelitian ini mendukung pernyataan

tersebut karena peningkatan dosis SP-36 berbanding lurus dengan kenaikan hasil per petak. Meskipun dosis tertinggi menghasilkan angka terbesar, dosis 100 kg/ha dapat dipertimbangkan sebagai dosis efisien karena memberikan hasil tinggi dan lebih hemat input. Dalam budidaya modern, efisiensi biaya dan hasil sama-sama penting diperhatikan.

Tabel 7. Berat Kering Biji per Petak Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Akhir Pengamatan pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

Dosis pupuk SP-36 (P)	Berat biji kering per petak (g)
0 kg/petak (P0)	130.00c
75 kg/petak (P1)	165.00bc
100 kg/petak (P2)	200.00ab
125 kg/petak (P3)	246.67a
BNJ: 51.06	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji BNJ $\alpha = 5\%$.

Jumlah Bintil Akar

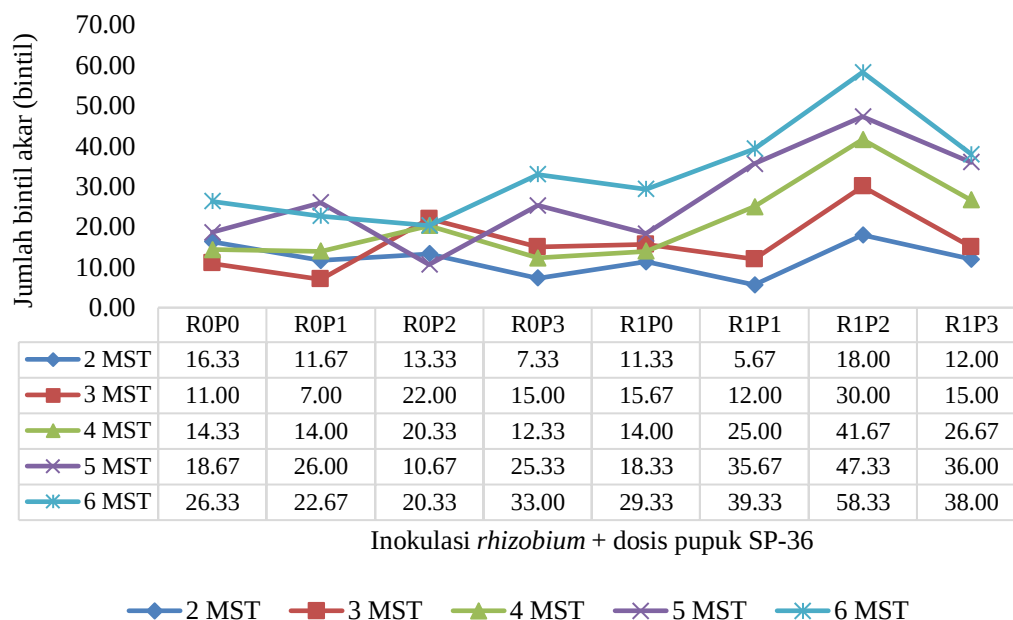
Pengamatan jumlah bintil akar dilakukan pada umur 2 MST hingga 6 MST. Trend jumlah bintil akar umur 2 MST hingga 6 MST disajikan pada Gambar 2. Hasil pengamatan jumlah bintil akar memperlihatkan bahwa bintil akar tanaman telah dibentuk sejak umur 2 MST dan terus meningkat hingga mencapai titik tertinggi pada umur 6 MST. Pengamatan terhadap jumlah bintil akar yang terbentuk memperlihatkan jumlah terbanyak terdapat pada perlakuan inokulasi rhizobium dan dosis SP-36 75 kg/petak (R1P2), di mana jumlah bintil akar yang terbentuk pada 2 MST berjumlah 18,00 bintil dan terus bertambah hingga mencapai jumlah terbanyak pada umur 6 MST, yaitu 58,33 bintil. Hingga mencapai titik tertinggi pada perlakuan tersebut, jumlah bintil akar kembali menurun pada perlakuan inokulasi rhizobium dan dosis SP-36 75 kg/petak (R1P3), yaitu pada angka 12,00 bintil

pada umur 3 MST hingga 38,00 bintil pada umur 6 MST.

Jumlah bintil akar meningkat seiring dengan umur tanaman, dan jumlah tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 100 kg/petak. Hal ini menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium* berhasil membentuk simbiosis dengan akar tanaman kacang hijau. Bintil akar terbentuk akibat infeksi bakteri *Rhizobium* pada rambut akar tanaman legum. Setelah infeksi berhasil, terbentuk struktur khusus tempat bakteri menambat nitrogen atmosfer menjadi senyawa yang dapat digunakan tanaman. Jumlah bintil akar yang tinggi menunjukkan keberhasilan kolonisasi *Rhizobium* dan potensi fiksasi nitrogen yang lebih besar^[6]. Peran fosfor dalam pembentukan bintil juga sangat penting. Fosfor mendukung pertumbuhan akar dan menyediakan energi untuk proses metabolisme bakteri serta tanaman inang. Oleh karena itu, kombinasi *rhizobium* dan pupuk SP-36 dosis sedang menghasilkan jumlah bintil tertinggi.

Jika dosis terlalu rendah, kebutuhan fosfor belum tercukupi. Sebaliknya, jika terlalu tinggi, efisiensinya dapat menurun. Hal ini

menjelaskan mengapa dosis optimum ditemukan pada taraf tertentu.



Gambar 2. Jumlah Bintil Akar Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

Jumlah Bintil Akar Efektif

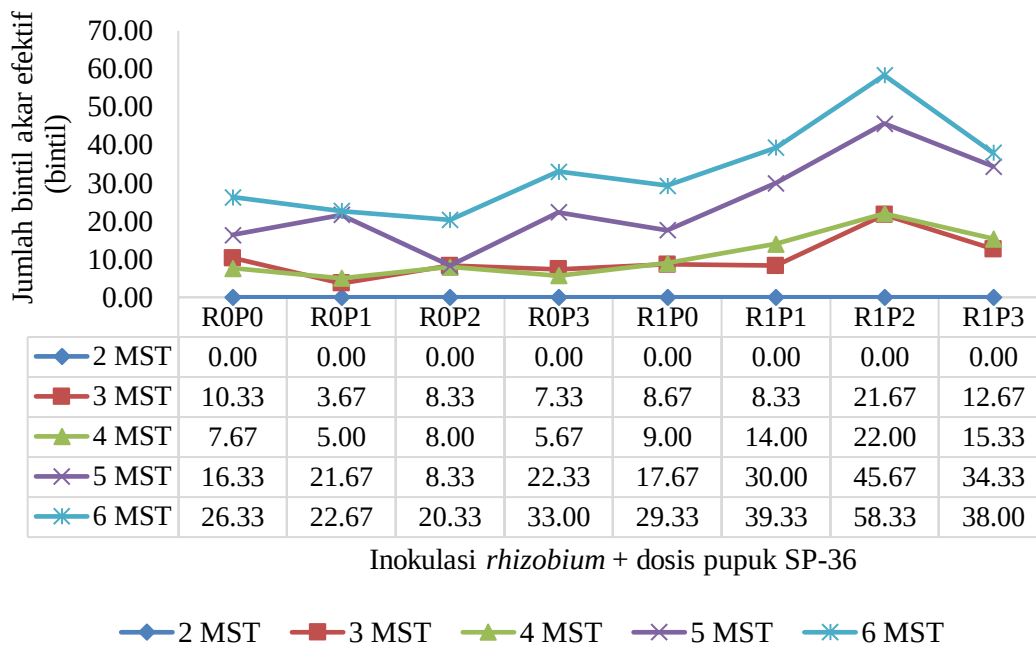
Pengamatan jumlah bintil akar efektif dilakukan pada umur 2 MST hingga 6 MST. Tren jumlah bintil akar umur 2 MST hingga 6 MST disajikan pada Gambar 3. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa bintil akar efektif pada tanaman kacang hijau dalam penelitian didapatkan pada 3 MST hingga 6 MST. Pada umur 2 MST, jumlah bintil akar efektif belum ditemukan. Jumlah bintil akar efektif umur 3 MST terus mengalami peningkatan hingga mencapai angka tertinggi pada umur 6 MST. Pengamatan terhadap jumlah bintil akar efektif memperlihatkan bahwa jumlah bintil akar yang terbanyak didapatkan pada perlakuan inokulasi *rhizobium* dan dosis SP-36 100 kg/petak (R1P2), dimana jumlah bintil akar yang terbentuk pada 3 MST berjumlah 21,67 bintil dan terus bertambah hingga mencapai jumlah terbanyak pada umur 6 MST, yaitu 58,33

bintil. Hingga mencapai titik tertinggi pada perlakuan tersebut, pembentukan jumlah bintil akar kembali menurun pada perlakuan inokulasi *rhizobium* dan dosis SP-36 125 kg/petak (R1P3), yaitu pada angka 12,67 bintil pada umur 3 MST hingga 38,00 bintil pada umur 6 MST.

Jumlah bintil akar efektif juga meningkat seiring bertambahnya umur tanaman. Bintil efektif tertinggi diperoleh pada kombinasi *Rhizobium* dan pupuk SP-36 100 kg/ha. Bintil efektif merupakan bintil yang aktif menambat nitrogen dan biasanya berwarna merah muda di bagian dalam karena mengandung leghemoglobin. Keberadaan bintil efektif lebih penting dibanding sekadar jumlah bintil total, karena hanya bintil aktif yang benar-benar menyuplai nitrogen bagi tanaman. Efektivitas bintil akar menentukan keberhasilan penggunaan *Rhizobium* sebagai pupuk hayati [9]. Nitrogen hasil fiksasi dari bintil efektif digunakan untuk membentuk

daun, batang, cabang, bunga, polong, dan biji. Oleh karena itu, perlakuan dengan jumlah bintil efektif tertinggi umumnya berkorelasi dengan pertumbuhan dan hasil yang lebih baik. Hasil yang didapatkan ini menunjukkan bahwa

kombinasi *rhizobium* dan pupuk SP-36 100 kg/ha merupakan perlakuan paling seimbang dalam mendukung simbiosis akar dan produktivitas tanaman.



Gambar 3. Jumlah Bintil Akar Efektif Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Perlakuan Inokulasi *Rhizobium* dan Dosis Pupuk SP-36.

KESIMPULAN

Faktor tunggal aplikasi *Rhizobium* menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak (38,78 helai) dan jumlah cabang yang lebih banyak (9,82 cabang) pada tanaman kacang hijau di akhir pengamatan dibandingkan dengan tanpa aplikasi *Rhizobium*. Faktor tunggal dosis pupuk SP-36 125 kg/petak juga menghasilkan berat biji kering per petak yang lebih berat (246,67 g) dan tidak berbeda dengan dosis pupuk SP-36 100 kg/petak. Hasil interaksi antara aplikasi *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 125 kg/petak dalam penelitian memperlihatkan nilai tertinggi pada peubah jumlah polong per tanaman (23,20 polong) dan juga pada peubah berat biji kering per tanaman

(14,07 g), sedangkan pada peubah berat 100 biji kering per petak diperlihatkan pada interaksi aplikasi *Rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 75 kg/petak (7,86 g). Interaksi yang didapatkan pada peubah tersebut secara statistik tidak berbeda dengan interaksi aplikasi *rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 100 kg/petak. Interaksi antara *rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 juga terlihat pada perubahan umur berbunga, di mana umur berbunga tercepat diperlihatkan pada interaksi tanpa *rhizobium* dan dosis SP-36 75 kg/petak (9,66 hari), akan tetapi tidak berbeda dengan interaksi antara aplikasi *rhizobium* dan dosis SP-36 100 kg/petak (19,00 hari). Hasil pengamatan jumlah bintil akar dalam penelitian juga memperlihatkan tren terbanyak pada umur 2 MST–6 MST, yaitu pada interaksi

antara aplikasi *rhizobium* dan dosis pupuk SP-36 100 kg/petak (18,00 – 58,33 bintil). Interaksi perlakuan yang sama juga memperlihatkan jumlah bintil akar efektif yang lebih banyak pada umur 3 MST–6 MST (12,67–38,00 bintil).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. P. Hastuti, Supriyono, and S. Hartati, "Pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada beberapa dosis pupuk organik dan kerapatan tanam," *Sustainable Agriculture*, vol. 33, no. 2, pp. 89–95, 2018.
- [2] B. P. Statistik, *Statistik Pertanian Indonesia 2024*. Jakarta, Indonesia: BPS Indonesia, 2024.
- [3] R. E. R. Sianipar, "Efisiensi pemupukan nitrogen dengan pemberian *Rhizobium* dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, 2025.
- [4] V. Y. Devi, "Sinergitas antara vermicompost dan pupuk P terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," Politeknik Negeri Jember, 2023.
- [5] I. C. Zega, "Potensi *Rhizobium* dalam meningkatkan efisiensi fiksasi nitrogen untuk kesuburan tanah: Kajian literatur," *J. Ilmu Pertanian dan Teknologi dalam Ilmu Tanam*, vol. 2, no. 1, pp. 86–94, 2025.
- [6] Kaspiayani, "Aplikasi *Rhizobium* dan fosfor pada pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," Universitas Hasanuddin, Makassar, 2023.
- [7] N. Fransiska, "Respons pertumbuhan dan hasil kedelai dengan aplikasi pupuk organik dan *Rhizobium*," *J. Pertanian dan Lingkungan*, vol. 11, no. 1, pp. 1–41, 2025.
- [8] A. A. Mattjik and I. M. Sumertajaya, *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor, Indonesia: IPB Press, 2013.
- [9] A. Gulo, "Peran *Rhizobium* dalam kesuburan tanah: Kajian literatur," *J. Ilmu Pertanian dan Teknologi Tanaman*, vol. 2, no. 1, pp. 95–101, 2025.
- [10] P. Lestari, N. Hidayat, and B. Prasetyo, "Efisiensi pemupukan fosfor pada fase pertumbuhan tanaman legum di lahan kering," *J. Agronomi Indonesia*, vol. 50, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [11] A. Saputra, T. Hidayat, and R. Kurniawan, "Pengaruh dosis pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," *J. Produksi Tanaman*, vol. 10, no. 3, pp. 210–218, 2022.
- [12] M. Antoni, "Pengaruh luas daun terhadap proses fotosintesis dan hasil tanaman," *J. Pertanian*, vol. 6, no. 2, pp. 45–52, 2021.
- [13] A. S. Harahap, "Pengaruh dosis *Rhizobium* dan pupuk P terhadap hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," *J. Agroforetech*, vol. 3, no. 2, 2025.
- [14] P. A. Sari, "Pengaruh pemberian pupuk kotoran sapi dan pupuk SP-36 terhadap hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," Fakultas Pertanian, Universitas Jember, 2020.
- [15] A. Nurohman, "Pengaruh *Rhizobium* dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman edamame (*Glycine max* (L.) Merr.)," *J. Agroforetech*, vol. 3, no. 3, 2025.
- [16] Suratmin, D. Wakano, and D. Badwi, "Penggunaan pupuk kompos dan pupuk fosfor terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau," *Biol. Sci. Educ.*, vol. 6, no. 2, pp. 148–158, 2017.
- [17] A. Saputra, E. Firmansyah, and R. Kurniawan, "Pengaruh dosis pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada lahan kering," *J. Produksi Tanam*, vol. 13, no. 1, pp. 45–53, 2025.

- [18] N. Hidayati, D. Rahmawati, and W. Saputro, "Respon tanaman kacang hijau terhadap pemberian pupuk fosfor pada lahan kering," *J. Agronomi Indonesia*, vol. 50, no. 2, pp. 120–128, 2022.
- [19] A. Prasetyo, B. Nugroho, and Suryadi, "Pengaruh pemupukan fosfor terhadap kualitas hasil dan pembentukan biji tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)," *J. Produksi Tanaman*, vol. 11, no. 3, pp. 150–158, 2023.
- [20] D. A. Putra, A. Suryanto, and K. P. Wicaksono, "Ketersediaan fosfor tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman legum," *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 8, no. 2, pp. 285–292, 2021.