



PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR) AKAR BAMBU, KACANG HIJAU, DAN PUTRI MALU UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BINTIL AKAR KACANG HIJAU

Astija^{1*}, Yulisa², Lestari Alibasyah³, dan Vita Indri Febriani⁴

^{1,2,3,&4}Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Tadulako, Indonesia

*E-Mail : astijasurya@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5291>

Submit: 14-06-2022; Revised: 26-08-2022; Accepted: 29-08-2022; Published: 30-12-2022

ABSTRAK: *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* yang dibuat dari akar bambu, kacang hijau, dan putri malu hingga kini masih belum ada yang mengaplikasikannya pada tanaman kacang hijau, khususnya untuk menentukan pengaruhnya terhadap jumlah, diameter, dan kualitas bintil akar kacang hijau. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan efek pupuk PGPR dari akar bambu, kacang hijau, dan putri malu terhadap jumlah, diameter, dan kualitas bintil akar kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Studi dilakukan dengan eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 perlakuan, yaitu: P₀ (kontrol) = tanpa pupuk PGPR; P₁ = pupuk PGPR akar bambu; P₂ = pupuk PGPR akar kacang hijau; dan P₃ = pupuk PGPR akar putri malu. Masing-masing perlakuan diulang 6 kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance (ANOVA)* yang diolah menggunakan program XLSTAT 2020. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pupuk PGPR dari akar bambu, akar kacang hijau, dan akar putri malu berbeda signifikan dengan kontrol atau tanpa PGPR. Di antara ketiga macam PGPR yang diujikan, ternyata PGPR dari akar putri malu memiliki pengaruh paling signifikan terhadap jumlah bintil akar (60,67); diameter bintil (1,91 mm); dan absorbansi (1,88). Dari hasil ini merekomendasikan PGPR dari akar putri malu dapat meningkatkan secara signifikan kuantitas dan kualitas bintil akar kacang hijau.

Kata Kunci: Akar Bambu, Akar Putri Malu, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, Kacang Hijau.

ABSTRACT: *Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)* made from the roots of bamboo, mung bean, and putri embarrassment has not yet been applied to mung bean plants, specifically to determine its effect on the number, diameter, and quality of mung bean root nodules. Therefore, this study aims to explain the effect of PGPR fertilizer from the roots of bamboo, mung bean, and putri embarrassment on the number, diameter, and quality of nodules on mung bean (*Vigna radiata* L.) root nodules. The study was carried out by experiment, using a completely randomized design (CRD), which consisted of 4 treatments, namely: P₀ (control) = without PGPR fertilizer; P₁ = bamboo root PGPR fertilizer; P₂ = green bean root PGPR fertilizer; and P₃ = PGPR root shame daughter fertilizer. Each treatment was repeated 6 times. The data obtained was analyzed using the *Analysis of Variance (ANOVA)* which was processed using the XLSTAT 2020 program. The results showed that the PGPR fertilizer treatment from bamboo roots, mung bean roots, and embarrassed daughter roots was significantly different from the control or without PGPR. Among the three types of PGPR tested, it turned out that the PGPR from the roots of putri embarrassment had the most significant effect on the number of nodules (60.67); nodule diameter (1.91 mm); and absorbance (1.88). From these results, it is recommended that PGPR from the root of the embarrassed daughter be able to significantly increase the quantity and quality of mung bean root nodules.

Keywords: Bamboo Root, Putri Malu Root, *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, Mung Beans.





PENDAHULUAN

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan koloni bakteri yang terdapat pada daerah perakaran tanaman. Bakteri ini dapat dijadikan sebagai pupuk organik yang sangat bermanfaat bagi tanaman budidaya, seperti kacang-kacangan dalam proses pertumbuhan hingga produktivitasnya. Kacang hijau berupa semak yang tumbuh tegak, dan memiliki daya tahan dengan hawa kering, serta dapat tumbuh pada kondisi tanah yang kurang subur. Kacang hijau juga merupakan sejenis palawija yang termasuk suku polong-polongan (Fabaceae), dan dikenal luas di daerah tropika, serta memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Kacang hijau memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, antara lain: 62,90 g karbohidrat; 22,0 g protein; 1,20 g lemak; 157 g vitamin A; 0,64 g vitamin B1; 6,00 g vitamin C; dan mineral Ca, P, Fe; serta mengandung 354 kalori (Widiyawati *et al.*, 2016).

Tingkat produktivitas kacang hijau di Kota Palu menurut data Badan Pusat Statistik bahwa tahun 2014 sebesar 58 ton, dengan luas area 73 ha. Sedangkan pada tahun 2009, produksi kacang hijau mengalami peningkatan yaitu sebesar 85 ton, dengan luas area 103 ha. Namun pada tahun 2013-2018, Kota Palu tidak lagi memproduksi kacang hijau tersebut. Oleh karena itu, perlu dikembangkan dan ditingkatkan lagi produksinya seiring dengan adanya peningkatan permintaan pasar, baik di Kota Palu sendiri maupun di daerah-daerah lain di Sulawesi Tengah, dan di provinsi lain. Salah satu upayanya ialah suatu peningkatan unsur hara penting seperti unsur nitrogen pada tanah dari tempat budidaya tanaman kacang hijau. Oleh karena itu, unsur ini sangat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman tersebut.

Pertumbuhan tanaman seringkali terhambat oleh ketersediaan dari unsur nitrogen ini. Unsur nitrogen berperan dalam proses fiksasi N. Gas N₂ dari udara di dalam tanah, diikat oleh mikroba yang bersimbiosis dengan akar, akan membentuk NH₃ atau NO₃, yang kemudian dapat diserap oleh tanaman. Pada akar kacang hijau, memiliki *Rhizobium* yaitu suatu bakteri penambat nitrogen yang hidup di dalam tanah, dan membentuk asosiasi simbiotik dengan sel akar yang membentuk nodul atau bintil akar (Hajoeningtjas, 2012; Handayanto & Hairiah, 2017).

Dalam hal meningkatkan produktivitas kacang hijau, diperlukan bintil akar yang efektif atau berkualitas untuk menunjang pertumbuhan dengan memberikan pupuk *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR yaitu bakteri yang digunakan sebagai pupuk organik hayati yang merupakan bakteri tanah atau bakteri daerah perakaran. Pada dasarnya, bakteri maupun jamur yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik hayati, yang memiliki peran dalam membantu kesuburan tanah maupun pertumbuhan tanaman (Aprianti *et al.*, 2018). Pupuk PGPR ini dapat dibuat dengan menggunakan akar tanaman, seperti: akar bambu, akar kacang-kacangan, dan akar tumbuhan putri malu yang memiliki





kandungan bakteri yang dapat memberikan manfaat bagi tanaman untuk melakukan penambatan nitrogen.

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Cahyani *et al.* (2017), bahwa penggunaan PGPR akar bambu dan akar kacang-kacangan memberikan respon pertumbuhan pada tanaman kangkung (*Ipomea aquatica*), merangsang pertumbuhan akar lateral, akar adventif, akar primer, dan diduga menghasilkan hormon IAA, sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik. Pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Kancil juga telah dilakukan (Fitriana *et al.*, 2015). PGPR yang berasal dari perakaran bambu juga telah dilaporkan oleh Iswati (2012), bahwa dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum syn*). PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman Kailan (*Brassica oleraceae var. Acpehala*), telah dilakukan oleh Oktaviani & Sholihah (2018). Ridwansyah & Wibowo (2016) telah meneliti bagaimana respon pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) yang diberi perlakuan RPTT (Rizobakteria Pemacu Tumbuh Tanaman) dari akar putri malu dan giberelin.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut, belum pernah ada yang melaporkan tentang bagaimana pengaruh pupuk PGPR yang dibuat dari akar bambu, akar kacang hijau, dan akar putri malu terhadap pertumbuhan kacang hijau. Karena itu, penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk menentukan pengaruh pupuk PGPR dari akar bambu, akar kacang hijau, dan akar putri malu terhadap jumlah, diameter, dan kualitas bintil akar kacang hijau dalam meningkatkan pertumbuhannya.

METODE

Rancangan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan, yaitu: P₀, P₁, P₂, dan P₃, yang diulang sebanyak 6 kali, sehingga memiliki 24 unit percobaan tanaman kacang hijau. Macam-macam perlakuan pada percobaan ini adalah P₀ sebagai kontrol, yaitu tidak menggunakan pupuk PGPR, P₁ dengan menggunakan 12,5 mL/L pupuk PGPR dari akar bambu, P₂ dengan menggunakan 12,5 mL/L pupuk PGPR dari akar kacang hijau, dan P₃ dengan menggunakan 12,5 mL/L pupuk PGPR dari akar putri malu.

Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di *Green House* Laboratorium Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Biang PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)

Pembuatan biang PGPR menggunakan akar bambu yang segar, akar kacang hijau, akar putri malu, masing-masing sebanyak 200 g yang dicuci bersih, lalu direndam dengan air matang yang sudah didinginkan sebanyak 2 L. Kemudian, air biang tersebut dimasukkan masing-masing ke dalam wadah yang ditutup rapat. Pembiasaan dilakukan selama 3 hari, dan diamati setiap hari. Jika





terdapat gelembung berarti menandakan adanya bakteri (PGPR berhasil dibiakkan), lalu melakukan pembiakan.

Pembuatan Biakan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)

Pembuatan PGPR diperlukan bahan yaitu 800 g gula merah, 4 g terasi, 2 kg dedak, dan 20 L air yang direbus menjadi satu hingga mendidih sambil diaduk agar bahan tidak mudah mengendap, lalu didiamkan sampai dingin, kemudian biakkan disaring. Hasil saringan dicampurkan pada biang PGPR sebanyak 220 mL, dan dimasukkan ke dalam wadah (jeriken) yang ditutup rapat, serta dilakukan fermentasi selama 7 hari.

Pembuatan Media Tanam

Pembuatan media tanam dilakukan dengan menyediakan tanah yang telah disaring, dan disterilkan dengan cara dipanaskan sampai dengan suhu 120°C. kemudian, tanah dicampur dengan pupuk kandang ayam sebagai pupuk dasar untuk meningkatkan nutrisi tanah yang dibutuhkan oleh kacang hijau, dan didiamkan selama 1 minggu. Selanjutnya, memasukkan tanah ke dalam *polybag*. Setelah itu, memberikan larutan PGPR pada tanah pada 3 hari sebelum tanam.

Perendaman Benih Kacang Hijau

Perendaman dilakukan dengan cara merendam benih kacang hijau dengan menggunakan PGPR sebanyak 10 mL PGPR per 1 liter air selama 8 jam. Kemudian memilih benih yang tenggelam, lalu dikeringanginkan selama 15 menit.

Penanaman

Penanaman biji kacang hijau dilakukan dengan *polybag* yang berisi tanah dan pupuk NPK. Setiap *polybag* diberikan 2 biji kacang hijau yang telah direndam selama 8 jam.

Pemeliharaan

Pemeliharaan kacang hijau dilakukan setelah melakukan penanaman dengan melakukan penyiraman menggunakan air pada sore hari. Setelah itu, dilakukan penyiraman PGPR 15 HST (Hari Setelah Tanam), 30 HST, dan 45 HST dengan konsentrasi yang sama yaitu 12,5 mL/L air dari masing-masing perlakuan PGPR dari akar bambu, akar kacang hijau, dan akar putri malu. Penyiraman PGPR dilakukan pada sore hari setelah pukul 15.00 WITA.

Pengamatan Kualitas Bintil Akar Kacang Hijau

Pengamatan bintil akar dilakukan dengan cara: 1) mengambil bintil akar kacang hijau dari usia 4, 6, dan 8 MST (Minggu Setelah Tanam); 2) menghaluskan bintil akar dengan menggunakan mortal (lumpang dan alu), dan memasukkannya ke tabung reaksi; 3) menambahkan larutan etanol sebanyak 1 mL, kemudian didiamkan selama 24 jam; 4) melakukan *centrifuge* selama 15 menit dengan 1600 rpm; dan 5) memasukkan ekstrak bintil akar ke dalam kuvet untuk memeriksa absorbansi bintil akar dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 490 nm.

Teknik Analisis dan Interpretasi Data

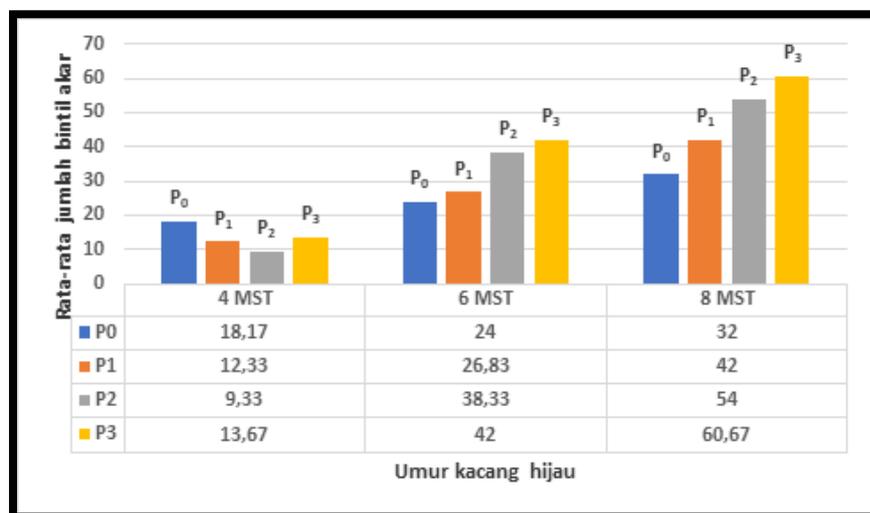
Data dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan bantuan program Excel STAT-21. Selanjutnya, hasil signifikansi perbedaan antar



perlakuan diinterpretasikan, dan disajikan dalam bentuk gambar batang (bar) dengan bantuan program Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap bintil akar kacang hijau (*Vigna radiata* L.) telah dilakukan selama 8 minggu. Parameter yang diamati yaitu jumlah bintil, diameter bintil, dan warna (absorbansi). Pengamatan dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada minggu ke-4 setelah tanam (MST), minggu ke-6 setelah tanam (MST), dan minggu ke-8 setelah tanam (MST). Jumlah bintil akar kacang hijau pada umur 4 MST, 6 MST, dan 8 MST diperlihatkan pada Gambar 1.



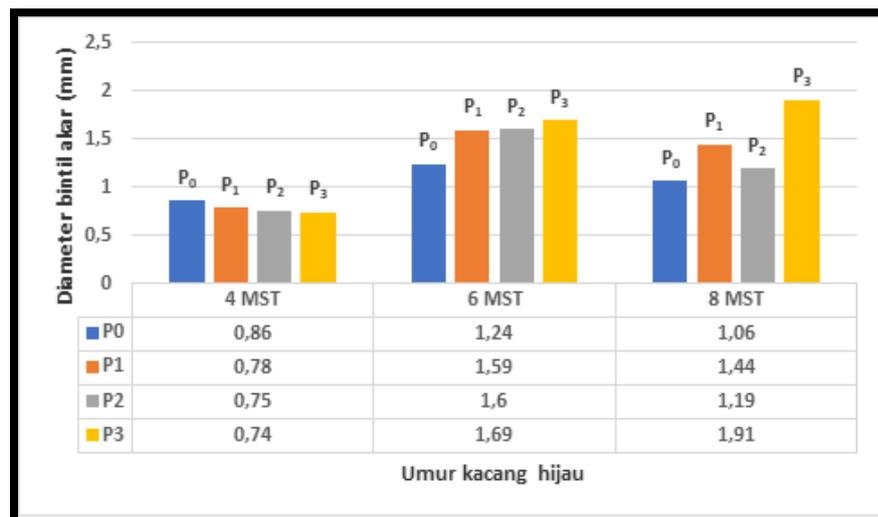
Gambar 1. Jumlah Bintil Akar Kacang Hijau pada Umur 4 MST, 6 MST, dan 8 MST yang Diperlakukan Tanpa PGPR (P₀); Perlakuan dengan PGPR dari Akar Bambu (P₁); dengan PGPR dari Akar Kacang Hijau (P₂); dengan PGPR dari Akar Putri Malu (P₃).

Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian pupuk PGPR pada umur 4 MST berbeda tidak signifikan terhadap jumlah bintil akar kacang hijau. Sama dengan umur 4 MST, jumlah bintil akar pada umur 6 MST berbeda tidak signifikan. Sementara itu, jumlah bintil akar pada umur 8 MST berbeda signifikan (nyata), yaitu jumlah bintil akar pada perlakuan P₀ berbeda signifikan dengan perlakuan P₃, dan perlakuan yang lain berbeda tidak signifikan.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut (Gambar 1), menunjukkan bahwa jumlah bintil akar pada semua perlakuan setiap minggunya meningkat dari 4 MST ke 6 MST dan ke 8 MST. Hal yang menarik yaitu pada perlakuan P₃ yang menggunakan PGPR dari akar putri malu umur 8 MST, memiliki jumlah bintil akar yang paling banyak yaitu 60,76, dan berbeda signifikan dengan kontrol dan perlakuan lainnya. Hasil ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Ridwansyah & Wibowo (2016), bahwa PGPR akar putri malu dengan jumlah 12,5 mL/L air memberikan pertumbuhan tanaman dengan baik. Hal ini dapat membentuk bintil akar, khususnya bakteri *Rhizobium*, *Azotobacter*, dan *Bacillus* sp. (Kafrawi *et al.*, 2015; Mikel & Neonbeni, 2017; Putri *et al.*, 2013). Berbeda pada perlakuan P₁

yang terbuat dari akar bambu yang mengandung bakteri *Pseudomonas flouren*. Bakteri ini ternyata kurang membentuk bintil akar. Ini sejalan dengan yang dikatakan oleh Setyawan (2015) bahwa bakteri *Rhizobium* hanya mampu bersimbiosis dengan akar legum, dan membentuk bintil di dalamnya. Demikian pula terjadi pada perlakuan P₂ yang mengandung akar kacang hijau, di mana pembentukan bintil akar juga terjadi tidak signifikan.

Diameter bintil akar kacang hijau ukuran besar pada umur 4 MST, 6 MST, dan 8 MST, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.



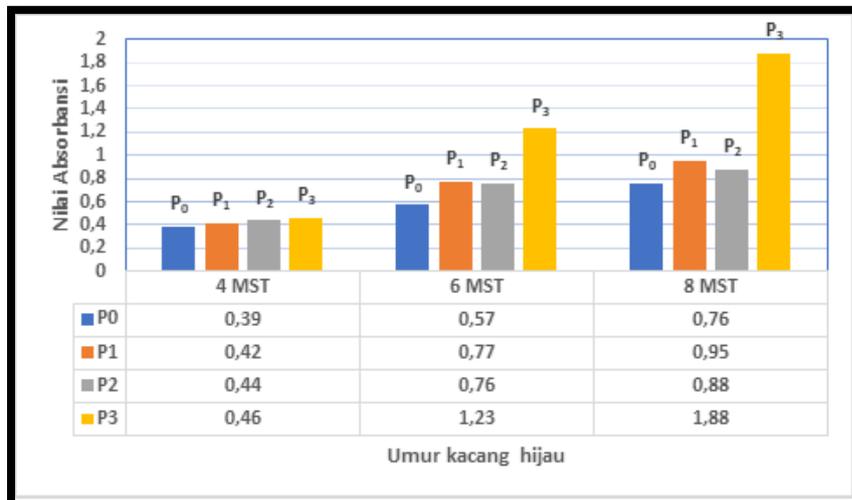
Gambar 2. Diameter Bintil Akar Kacang Hijau Ukuran Besar pada Umur 4 MST, 6 MST, dan 8 MST yang Diperlakukan Tanpa PGPR (P₀); Perlakuan dengan PGPR dari Akar Bambu (P₁); dengan PGPR dari Akar Kacang Hijau (P₂); dengan PGPR dari Akar Putri Malu (P₃).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada umur 4 MST berbeda tidak signifikan. Hal yang sama terjadi pada umur 6 MST, bahwa pemberian pupuk PGPR terhadap diameter bintil akar yang berukuran besar berbeda tidak signifikan. Berbeda halnya pada umur 8 MST, bahwa diameter bintil akar kacang hijau yang berukuran besar berbeda signifikan (nyata) untuk perlakuan PGPR dari akar putri malu (P₃).

Diameter bintil akar yang berukuran besar pada umur 8 MST, memperlihatkan terjadi peningkatan diameter yang signifikan pada perlakuan P₃ yang mengandung PGPR akar putri malu (Gambar 2). Karena semakin besar atau semakin banyak bintil akar yang terbentuk, maka semakin besar nitrogen yang ditambat (Astuti *et al.*, 2013; Saputri *et al.*, 2021). Sementara itu, pada diameter bintil akar yang berukuran kecil, terjadi peningkatan ukuran diameter pada umur 6 MST sampai dengan 8 MST. Hasil ini serupa dengan hasil yang dikemukakan oleh Suryatini (2013), bahwa bintil akar memiliki perkembangan yang baik pada periode awal pembungaan, yaitu biasanya berumur 6 MST.

Bintil akar kacang hijau bersimbiosis dengan *Rhizobacteria*. Simbiosis ini ditandai dengan adanya penampakan warna merah jambu (*pink*) di dalam bintilnya. Karena itu, pengamatan kuantitas penyerapan warna ini perlu dilakukan.

Berdasarkan hasil pengamatan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh absorbansi bintil akar kacang hijau 4 MST, 6 MST, dan 8 MST, dengan panjang gelombang 490 nm yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Absorbansi Bintil Akar Kacang Hijau pada Umur 4 MST, 6 MST, dan 8 MST yang Diukur dengan Spektrofotometer pada Panjang Gelombang 490, dari Keempat Macam Perlakuan yakni Tanpa PGPR (P₀); Perlakuan dengan PGPR dari Akar Bambu (P₁); dengan PGPR dari Akar Kacang Hijau (P₂); dengan PGPR dari Akar Putri Malu (P₃).

Gambar 3 menunjukkan absorbansi bintil akar kacang hijau dengan panjang gelombang 490 nm umur 4 MST, 6 MST, dan 8 MST. Pada umur 4 MST, pemberian pupuk PGPR terhadap absorbansi bintil akar dengan panjang gelombang 490 nm berbeda tidak signifikan. Hasil yang berbeda terjadi pada umur 6 MST dan 8 MST, bahwa pemberian pupuk PGPR terhadap absorbansi bintil akar dengan panjang gelombang 490 nm berbeda signifikan pada perlakuan dengan P₃, sedangkan perlakuan lain adalah berbeda tidak signifikan.

Jumlah dan besarnya bintil akar tampaknya mempengaruhi penambahan nitrogen. Pendapat ini telah dikemukakan oleh Fitriana *et al.* (2015), bahwa kemampuan *Rhizobium* menambat nitrogen dari udara dipengaruhi oleh besar dan banyaknya bintil akar. Untuk itu, dalam penelitian ini telah mengukur aktivitas *Rhizobium* yang menambat nitrogen pada bintil akar, yang ditandai dengan bintil yang berwarna merah muda (*pink*). Warna ini diakibatkan karena adanya kandungan leghemoglobin, yang berfungsi mengikat oksigen yang dibutuhkan oleh *Rhizobium*. Untuk mengetahui penyerapan warna tersebut, dilakukan pengamatan dengan menggunakan panjang gelombang 490 nm.

Hal yang menarik dari hasil penelitian ini adalah pada penyerapan atau absorbansi bintil akar yang berumur 8 MST pada panjang gelombang 490 nm, perlakuan P₃ yang mengandung PGPR dari akar putri malu berbeda signifikan dengan perlakuan yang lain (Gambar 3). Hal ini berkaitan dengan jumlah dan ukuran diameter bintil akar pada umur 8 MST. Pada minggu ini, ditemukan jumlah bintil akar yang paling banyak, dan diameter bintil akar yang paling besar



pada bintil akar perlakuan P₃. Hasil tersebut sejalan dengan yang dikemukakan oleh Suryatini (2013), bintil akar yang berukuran besar merupakan bintil akar berkualitas, dan apabila dibelah, di tengah-tengah bintil akar berwarna merah muda (*pink*).

Warna ini menandakan adanya leghemoglobin yang berfungsi untuk mengikat oksigen (Eylenbosch *et al.*, 2018). Oksigen tersebut dibutuhkan oleh bakteri *rhizobium* untuk melakukan penambatan nitrogen yang berperan dalam proses pertumbuhan (Zulkarnain, 2014). Dari hasil penelitian ini, dapat dikatakan bahwa PGPR yang terbuat dari akar putri malu mempengaruhi penambahan jumlah dan diameter bintil akar kacang hijau.

SIMPULAN

PGPR dari akar bambu, akar kacang hijau, dan akar putri malu meningkatkan jumlah, diameter, dan kualitas bintil akar kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Namun, PGPR dari akar putri malu merupakan PGPR yang dapat meningkatkan paling tinggi terhadap jumlah, diameter, dan kualitas akar kacang hijau. Jumlah dan diameter bintil akar berkaitan dengan penambatan nitrogen. Kualitas bintil akar dapat diindikasikan oleh adanya intensitas warna merah muda (*pink*), suatu zat leghemoglobin yang memiliki kemampuan dalam mengikat oksigen.

SARAN

Penelitian mengenai identifikasi jenis *Rhizobium* yang terkandung di dalam bintil akar bambu, akar kacang hijau, dan akar putri malu perlu dilakukan. Selain itu, parameter lain untuk mengamati kualitas bintil akar juga masih perlu diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kepala Laboratorium Pendidikan Biologi PMIPA, FKIP, Universitas Tadulako, yang telah membantu menyediakan fasilitas *green house* dan laboratorium, serta keperluan dalam pelaksanaan eksperimen.

DAFTAR RUJUKAN

- Aprianti, R., Laili, N., dan Handayanto, D.E. (2018). Pengaruh Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) pada Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau dengan Media Tanam yang Berbeda. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1), 30-37.
- Astuti, Y.W., Widodo, L.U., dan Budisantosa, I. (2013). Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam. *BIOSFERA*, 30(3), 1-9.
- Badan Pusat Statistik. (2014). Retrieved June 10, 2022, from Data Badan Pusat Statistik tentang Produksi Tanaman Palawija Kota Palu. Interactwebsite: <https://www.bps.go.id/subject/53/tanaman-pangan.html>.
- Cahyani, T.A., Putrayani, M.I., Hasrullah, Ersyan, M., Aulia, S.T., dan Jaya, A.M. (2017). Teknologi Formulasi Rhizobakteria Berbasis Bahan Lokal dalam





- Menunjang Bioindustri Pertanian Berkelanjutan. *Hasanuddin Student Journal*, 1(1), 16-21.
- Eylenbosch, D., Dumont, B., Baeten, V., Bodson, B., Delaplace, P., and Pierna, J. (2018). Quantification of Leghaemoglobin Content in Pea Nodules Based on Near Infrared Hyperspectral Imaging Spectroscopy and Chemometrics. *Journal of Spectral Imaging*, 7(a9), 1-10.
- Fitriana, D.A., Islami, T., dan Yoge, S. (2015). Pengaruh Dosis *Rhizobium* serta Macam Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Kancil. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 3(7), 547-555.
- Hajoeningtjas, O.D. (2012). *Mikrobiologi Pertanian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Handayanto, E., dan Hairiah, K. (2017). *Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Yogyakarta: Pustaka Adipura.
- Iswati, R. (2012). Pengaruh Dosis Formula PGPR Asal Perakaran Bambu terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* syn.). *JATT*, 1(1), 9-12.
- Kafrawi, Kumalawati, Z., dan Muliani, S. (2015). Skrining Isolat *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Gorontalo. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan*, 5(2), 132-139.
- Mikel, F.X., dan Neonbeni, E.Y. (2017). Pengaruh Jenis Biochar dan Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Savana Cendana*, 2(3), 51-55.
- Oktaviani, E., dan Sholihah, S.M. (2018). Pengaruh Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) Sistem Vertikultur. *Jurnal Akbar Juara*, 3(1), 63-70.
- Putri, A.A.P., Martosudiro, M., dan Hadiastono, T. (2013). Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap Infeksi *Soybean Mozaik Virus* (SMV), Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Varietas Wilis. *Jurnal HPT*, 1(3), 2336-4338.
- Ridwansyah, A., dan Wibowo, N.I. (2016). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap Pemberian RPTT (Rizobakteria Pemacu Tumbuh Tanaman) Akar Putri Malu dan Giberelin. *Agroscience*, 6(2), 78-87.
- Saputri, K.E., Idiawati, N.S., dan Juane, S.M.S. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen dari Rizosfer Mangrove di Kuala Singkawang. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(2), 17-21.
- Setyawan, F., Santoso, M., dan Sudiarso. (2015). Pengaruh Aplikasi Inokulum *Rhizobium* dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(8), 697-705.
- Suryatini. (2013). Pembintilan dan Penambatan Nitrogen pada Kacang Tanah. *Monograf Balitkabi*, 2(13), 234-250.
- Widiyawati, I., Harjoso, T., dan Taufik, T.T. (2016). Aplikasi Pupuk Organik



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi

E-ISSN 2654-4571; P-ISSN 2338-5006

Vol. 10, No. 2, December 2022; Page, 652-661

<https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist>

terhadap Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Ultisol. *Jurnal Kultivasi*, 15(3), 195-163.
Zulkarnain. (2014). *Dasar-dasar Hortikultur*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

