

Respon Simbiosis *Rhizobium Japonicum* Kirchner dengan Perakaran Tanaman Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merril) Terhadap Aplikasi *Pseudomonas fluorescens* Migula
***Rhizobium Japonicum* Kirchner with Respons of The Relation (*Glycine Max* (L.) Merril)} Have Application *Pseudomonas Fluorescens* Migula**

Yenny Muliani¹, Anton Yustiano², Debby Ustari¹, Lilis Irmawatie¹, Alya Nabilah Azzahra¹

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Nusantara
Jl. Soekarno-Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buahbatu, Kota Bandung, Jawa Barat 40286

²Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan Provinsi Jawa Barat
Jl. Raya Jatisari, Pangulah Utara, Kec. Kota Baru, Karawang, Jawa Barat 41374

Corresponding email: yennymuliani62@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci:
Kedelai
P. *Fluorescens*
R. *Japonicum*
Simbiosis

Kedelai merupakan tanaman legum yang memiliki bentuk bintil akar yang biasanya mampu mengikat nitrogen (N₂). Penerapan *P. fluorescens* dapat mempengaruhi simbiosis *R. japonicum* pada akar tanaman kedelai. Tujuan percobaan ini untuk mengetahui simbiosis *R. japonicum* terhadap aplikasi *P. fluorescens* dengan menggunakan analisis Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 5 perlakuan yang diulang sebanyak 5 kali, sehingga terdapat 25 unit percobaan. Perlakuan terdiri dari A1: Kontrol (tanpa *Pseudomonas fluorescens*); A2: 5ml l⁻¹; A3: 10ml l⁻¹; A4: 15ml l⁻¹; A5: 20ml l⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *P. fluorescens* dengan konsentrasi yang paling tinggi A5 : 20 ml l⁻¹ diantara semua perlakuan terbaik pada komponen pengamatan (jumlah bintil akar, bobot basah bintil akar, jumlah polong per tanaman, bobot seratus biji per perlakuan) bersimbiosis dengan *R. Japonicum*.

ABSTRACT

Keywords:
P. *Fluorescens*
R. *Japonicum*
Soybean
Symbiosis

Soybean is a leguminous plant with a root system capable of forming nodules that can bind nitrogen (N₂) through symbiosis with nitrogen-fixing bacteria, such as *Rhizobium japonicum*. The application of *Pseudomonas fluorescens* can influence the symbiotic relationship between *R. japonicum* and soybean roots. The aim of this experiment was to assess the impact of *P. fluorescens* on the symbiosis of *R. japonicum* in soybean plants. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, consisting of five treatment levels with five replications, resulting in a total of 25 experimental units. The treatments were as follows: A1: Control (without *P. fluorescens*); A2: 5 ml l⁻¹; A3: 10 ml l⁻¹; A4: 15 ml l⁻¹; A5: 20 ml l⁻¹. The results of the study indicated that the highest concentration of *P. fluorescens* (A5: 20 ml l⁻¹) produced the best outcomes in various observed parameters, including the number of root nodules, wet weight of root nodules, number of pods per plant, and 100-seed weight, all of which were significantly enhanced by the symbiosis with *R. japonicum*.

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu bahan pangan yang telah lama

dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri pangan. Tingginya

permintaan kedelai sebagai sumber protein menjadikannya faktor penting dalam perkembangan industri berbahan dasar kedelai. Beberapa produk olahan yang dihasilkan antara lain tempe, tahu, kecap, dan tauco. Selain itu, kedelai juga mengandung berbagai nutrisi penting, seperti asam amino lengkap, fosfor, zat besi, kalsium, serta vitamin B (Rifki & Puspitawati, 2018).

Industri berbahan dasar kedelai semakin berkembang seiring dengan peningkatan kegiatan komersial yang membutuhkan pemenuhan kebutuhan yang terus meningkat. Permintaan terhadap industri berbahan dasar kedelai yang terus meningkat dari tahun ke tahun tidak sebanding dengan produksi kedelai dalam negeri, sehingga kekurangannya harus dipenuhi melalui impor (Purwaningsih, 2019). Kondisi ini menunjukkan pentingnya peningkatan produksi kedelai dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan pada pasokan impor. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang efektif untuk mendukung keberlanjutan produksi kedelai, termasuk inovasi dalam teknologi pertanian dan pemanfaatan varietas unggul yang lebih efisien.

Menurut Laporan Tahunan Kementerian Pertanian tahun 2022, penurunan hasil kedelai nasional disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kurangnya pasokan kedelai yang berkaitan erat dengan penggunaan

varietas yang tidak unggul, kesenjangan dalam pengetahuan petani, serta keterbatasan dalam infrastruktur pertanian dan teknik pertanian yang diterapkan. Produksi kedelai Indonesia pada tahun 2022 tercatat hanya mencapai 770.000 ton, jauh lebih rendah dibandingkan dengan kebutuhan nasional yang diperkirakan mencapai 2,4 juta ton. Salah satu penyebab rendahnya produksi kedelai diketahui karena penggunaan varietas kedelai yang tidak unggul dan pemupukan yang tidak seimbang. Data tersebut menunjukkan pentingnya perbaikan dalam aspek teknologi pertanian, pemilihan varietas unggul, serta peningkatan kapasitas petani dalam pengelolaan tanaman kedelai.

Tanaman kedelai mampu mengikat nitrogen di udara melalui mikroba pengikat nitrogen yaitu *R. japonicum*. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen dalam memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Bakteri *R. japonicum* disebut juga dengan bakteri bintil akar karena bakteri ini hidup pada ujung rambut akar tanaman kedelai yang membentuk bintil-bintil pada akar tanaman (Petrus et al., 2019). Pemanfaatan bakteri *R. japonicum* pada tanaman kedelai telah lama diketahui sebagai bakteri yang dapat memfiksasi nitrogen, sehingga dapat mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen anorganik (Wicaksono & Harahap, 2020).

Proses perkembangan bintil akar dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor,

salah satunya adalah serangan patogen yang dapat menghambat perkembangannya. Pengendalian serangan patogen ini dapat dilakukan dengan menggunakan agen hayati. Salah satu agen hayati yang dapat dimanfaatkan adalah *Pseudomonas fluorescens*, sebuah spesies bakteri gram negatif aerobik yang ditemukan di tanah pertanian dan mampu beradaptasi dengan baik di rizosfer. Rhizobakteri ini memiliki berbagai manfaat, antara lain sebagai biopestisida dan pemacu pertumbuhan tanaman

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* memiliki keistimewaan dalam menghasilkan senyawa siderofor yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, sehingga dapat merangsang pembentukan sel pada jaringan akar dan mendukung pertumbuhan tanaman (Advinda *et al.*, 2023). Selain itu, *P. fluorescens* juga memiliki sifat sebagai *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang dapat menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketersediaan unsur hara dengan cara mengikat nitrogen, serta melarutkan unsur hara yang terkandung dalam tanah. Penggunaan *P. fluorescens* sebagai agen hayati memiliki potensi besar dalam meningkatkan hasil pertanian secara berkelanjutan melalui pengendalian patogen dan pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT) Tromol Pos 1, Jalan Raya Kaliassi, Jatisari, Karawang, Jawa Barat. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 26–50 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan suhu udara rata-rata sebesar 27,63°C. Periode penelitian berlangsung dari bulan Februari hingga Juli 2023.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi polybag sebagai wadah media tanam dengan ukuran 30 cm × 30 cm, timbangan analitik, sekop kecil, alat semprot/handsprayer, penggaris untuk mengukur tinggi tanaman, sarung tangan, kertas label/papan label sebagai tanda untuk setiap perlakuan dalam proses penelitian, serta alat tulis untuk mencatat informasi dari seluruh observasi dan dokumentasi. Bahan yang digunakan antara lain: benih kedelai Grobogan, agen hayati bakteri *P. fluorescens*, bakteri *R. japonicum*, abu gosok sebagai media untuk menutupi biji kedelai yang sudah ditanam, dan pupuk NPK.

Penelitian di lapangan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan lima perlakuan dan ulangan sebanyak lima kali dalam 25 plot/blok, dimana setiap plot/blok terdiri dari delapan tanaman. Adapun lima perlakuan yang diterapkan adalah sebagai berikut: A1: Kontrol (tanpa perlakuan *P.*

fluorescens); A2: *P. fluorescens* 5 ml/tanaman; A3: *P. fluorescens* 10 ml/tanaman; A4: *P. fluorescens* 15 ml/tanaman; A5: *P. fluorescens* 20 ml/tanaman. Aplikasi *P. fluorescens* dilakukan dengan cara penyemprotan larutan ke seluruh bagian tanaman pada awal fase pertumbuhan vegetatif, sesuai dengan dosis yang telah ditentukan untuk masing-masing perlakuan. Data penelitian dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dengan uji jarak berganda Duncan pada tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Uji Pendahuluan

Pembuatan media Kings'B dan identifikasi inokulum *P.fluorescens*

Media Kings'B merupakan merk media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri *Pseudomonas*

fluorescens, yang mengandung siderofor. Siderofor ini akan beredar dalam media tersebut karena Kings'B mengandung zat besi (Fe), yang mendukung pertumbuhan bakteri. Media ini diformulasikan khusus untuk menyediakan unsur hara, terutama zat besi, yang diperlukan dalam proses metabolisme bakteri. Tahapan pembuatan media Kings'B meliputi pencampuran bahan-bahan utama seperti pepton, glukosa, dan garam, yang kemudian disterilkan dengan autoklaf. Setelah itu, inokulasi bakteri *P. fluorescens* dilakukan pada media tersebut. Proses identifikasi bakteri *P. fluorescens* dilakukan melalui pengamatan morfologi koloni, warna koloni yang bercahaya di bawah cahaya UV, serta uji biokimia untuk memastikan sifat khas bakteri tersebut.



Gambar 1. Proses Pembuatan Media dan Identifikasi Bakteri *P.fluorescens*.

Uji Kerapatan Bakteri

Perhitungan jumlah bakteri dilakukan untuk bisa mengetahui berapa banyak koloni bakteri yang tumbuh pada suatu media yang ditanam. Cara perhitungan jumlah koloni yang dilakukan

menggunakan perhitungan TPC, dengan cara menghitung koloni yang muncul dihitung. Proses Pengujian Kerapatan Bakteri *P. fluorescens* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pengujian Kerapatan Bakteri *P. fluorescens*

Variabel Pengamatan Per HST (Hari setelah Tanam)

1. Jumlah bintil akar pada tanaman kedelai

Akar kedelai dilakukan pembongkaran pada umur 20 HST, 40 HST dan 60 HST. Untuk melakukan ini, sebanyak 2 sampel tanaman per perlakuan dikeluarkan dari akar kedelai, kemudian dibersihkan dan jumlah bintil akar dihitung.

2. Bobot basah bintil per tanaman

Perhitungan bobot basah dilakukan setelah menghitung hasil jumlah bintil akar ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk setiap bobot basah bintil akar kedelai.

3. Jumlah polong per tanaman

Pada umur 85 HST, lima hari sebelum panen, dilakukan penghitungan jumlah polong kedelai per tanaman untuk menilai potensi hasil produksi. Penghitungan dilakukan dengan memilih dua sampel tanaman per perlakuan, kemudian menghitung seluruh polong

yang terbentuk pada tanaman tersebut. Data yang diperoleh digunakan untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan yang diterapkan pada tanaman kedelai sebelum mencapai kematangan penuh menjelang panen.

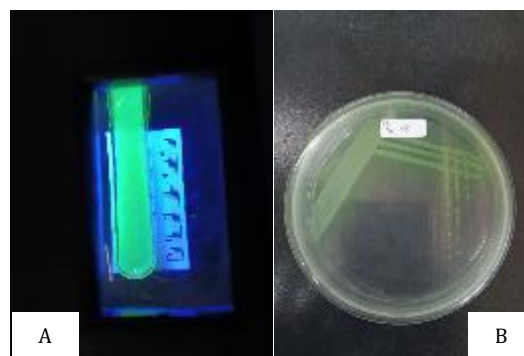
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi *P. fluorescens* pada media Kings'B.

Hasil identifikasi ini dilakukan di Laboratorium Agensi Hayati BBPOPT Karawang. Proses identifikasi dilakukan secara makroskopis dengan menggunakan sinar UV dan pengamatan langsung terhadap koloni *P. fluorescens* yang menunjukkan ciri khas berupa kemampuan berpendar saat terpapar sinar ultraviolet. Fenomena ini disebabkan oleh sifat bakteri *P. fluorescens* sebagai agensi pengendali hayati yang mengandung senyawa pengelut unsur

besi, yang sangat berguna dalam proses bioremediasi dan pengendalian patogen.

Media yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri *P. fluorescens* adalah media Kings' B, yang memiliki sedikit kandungan ion besi (Fe). Hal ini memungkinkan bakteri dalam kelompok *P. fluorescens* untuk membentuk siderofor, senyawa yang berfungsi mengikat ion besi. Selain itu, siderofor yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* juga memiliki peran penting dalam meningkatkan daya saing bakteri terhadap mikroorganisme lain, dengan cara mengurangi ketersediaan ion besi yang diperlukan oleh patogen. Keberadaan siderofor ini juga berkontribusi pada aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh *P. fluorescens*, sehingga menjadikannya pilihan yang efektif dalam pengendalian hayati.



Koloni *P. fluorescens* berpendar pada Media Kings'B

Gambar 3. Hasil Identifikasi *P. fluorescens*; (A) Pengamatan koloni *P. fluorescens* Secara Makroskopis, (B) Pengamatan koloni *P. fluorescens* menggunakan sinar UV.

Hasil Uji Kerapatan

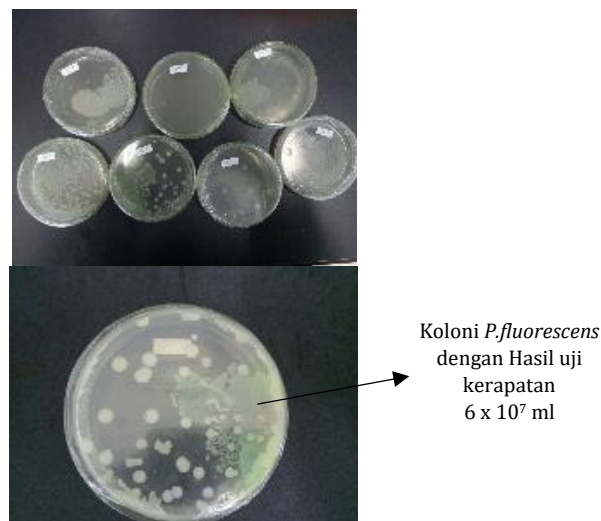
Kepadatan populasi bakteri *P. fluorescens* berada pada pengenceran ke-6. Cara perhitungan jumlah koloni yang dilakukan menggunakan perhitungan TPC,

dengan cara menghitung koloni yang muncul dihitung. Hasil perhitungan yaitu sebanyak 12 koloni, maka dilakukan perhitungan dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Koloni} &= \frac{\text{Jumlah Koloni}}{\text{ml}} \\ &= \frac{12 \times 10^6}{0,2} \\ &= \frac{12 \times 10^6}{12 \times 10^{-1}} \\ &= \frac{12 \times 10^{6+1}}{2} \\ &= 6 \times 10^7\end{aligned}$$

Kepadatan populasi bakteri *P. fluorescens* berada pada pengenceran ke-6. Perhitungan jumlah koloni dilakukan menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*), dengan cara menghitung koloni yang muncul pada pelat agar. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa

kepadatan populasi bakteri *P. fluorescens* adalah 6×10^7 koloni/ml⁻¹. Hal ini didasarkan pada kepadatan populasi bakteri yang diinginkan yaitu $\pm 10^7$ ml⁻¹ per polibag, sedangkan faktor pengenceran adalah 10^6 untuk mencapai kepadatan populasi yang diinginkan. Proses pengenceran dilakukan secara bertahap dengan tujuan untuk mengurangi jumlah mikroba dalam cairan sehingga memudahkan perhitungannya. Penentuan tingkat pengenceran bergantung pada perkiraan jumlah mikroba yang ada dalam sampel.



Gambar 4. Hasil Uji Kerapatan 10^1 - 10^{10} Bakteri *P. fluorescens*

Jumlah Bintil Akar Kedelai

Hasil analisis rata-rata jumlah bintil akar kedelai disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Jumlah Bintik Akar (HST)

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Bintil Akar		
	20	40	60
A1	0,74 ^a	1,50 ^a	4,50 ^a
A2	0,87 ^a	1,50 ^a	4,90 ^a
A3	0,92 ^a	1,50 ^a	9,60 ^{ab}
A4	0,92 ^a	3,20 ^{ab}	18,10 ^b
A5	0,94 ^a	4,30 ^b	28,40 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% pada uji jarak berganda Duncan.

Hasil analisis varians parameter jumlah bintil pada umur 20 HST dan 40 HST menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan *P. fluorescens* sebagai faktor perkembangan akar kedelai. Pada umur 60 HST, jumlah bintil akar terbanyak terdapat pada perlakuan A5 (20 ml l⁻¹), yang berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Banyaknya jumlah bintil akar yang terbentuk pada perlakuan A5 disebabkan oleh penggunaan agens hayati *P. fluorescens* yang konsentrasi salah satunya yang tertinggi diantara semua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan *P. fluorescens* pada konsentrasi tersebut memberikan pengaruh yang baik terhadap kondisi akar tanah, karena *P. fluorescens* mampu menghasilkan fitohormon dan mengikat nitrogen.

Mekanisme bakteri ini adalah penggunaan sekresi akar, kolonisasi dan reproduksi di lingkungan rizosfer. (Sarkar

et al., 2022). Bakteri *P. fluorescens* dapat mempengaruhi perkembangan bintil akar. Proses pertumbuhan tanaman kedelai memerlukan nitrogen yang cukup untuk diserap tanaman melalui akar tanaman. Asimilasi nitrogen juga dapat dilakukan melalui proses fiksasi N₂ oleh bakteri *Rhizobium* (Meitasari & Wicaksono, 2017). *R. japonicum* merupakan bakteri simbiosis yang mampu bersimbiosis dalam menyediakan unsur hara tanaman dan mengkolonisasi akar kedelai. Bakteri *P. fluorescens* ini bersimbiosis dengan perakaran kedelai, lalu menginfeksi akar kedelai sehingga membentuk bintil-bintil pada kedelai. Simbiosis ini memainkan peran penting dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman kedelai melalui proses fiksasi nitrogen yang terjadi di dalam bintil akar.

Bobot Basah Bintil Akar Kedelai

Hasil Pengamatan dilakukan setelah menghitung jumlah bintil umur 20 HST.

Tabel 2. Hasil Analisis Bobot Basah Bintil Akar (HST)

Perlakuan	Rata-rata Bobot Basah Bintil Akar		
	20	40	60
A1	5,04 ^a	41,45 ^a	41,45 ^a
A2	9,77 ^a	116,44 ^a	116,44 ^a
A3	9,84 ^a	131,34 ^a	131,34 ^a
A4	15,62 ^a	153,87 ^a	711,40 ^{ab}
A5	20,42 ^a	175,84 ^a	1294,65 ^b

Hasil analisis bobot basah bintil akar umur 20 HST dan 40 HST menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata untuk

setiap perlakuan (*Pseudomonas fluorescens* 5 ml l⁻¹), *Pseudomonas fluorescens* 10 ml l⁻¹, *Pseudomonas*

fluorescens 15ml l⁻¹, dan *Pseudomonas fluorescens* 20ml l⁻¹), faktor utama yang mempengaruhi adalah iklim, karena di daerah yang memiliki curah hujan rendah dapat mengakibatkan kekeringan tanah sehingga menghambat proses perkembangan pada bintil akar.

Hasil analisis pada umur 60 HST menunjukkan berat basah bintil pada perlakuan A5 (20 ml l⁻¹) berbeda nyata dengan semua perlakuan. Unsur hara biasanya mempengaruhi bobot basah bintil kedelai, Namun jumlah air yang

terkandung dalam tanaman dapat menyebabkan perbedaan pada berat basah bintil kedelai.

Hal ini sesuai dengan pernyataan (Sipaúba & Dias., 2014) bahwa kandungan berat basah tanaman dipengaruhi oleh kandungan air jaringan atau organ tanaman, unsur hara dan zat organik yang terkandung dalam tanaman.

Jumlah Polong Kedelai

Hasil analisis jumlah polong per tanaman kedelai pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Rata-Jumlah Polong Kedelai per tanaman

Perlakuan	Rata-rata Bobot Basah Bintil Akar		
	20	40	60
A1	5,04 ^a	41,45 ^a	41,45 ^a
A2	9,77 ^a	116,44 ^a	116,44 ^a
A3	9,84 ^a	131,34 ^a	131,34 ^a
A4	15,62 ^a	153,87 ^a	711,40 ^{ab}
A5	20,42 ^a	175,84 ^a	1294,65 ^b

Berdasarkan hasil analisis, pada perlakuan A3 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Namun jumlah polong per tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan A5 menggunakan *P.fluorescens* yaitu 20 ml l⁻¹, dibandingkan dengan data seluruh parameter antara lain jumlah bintil akar, bobot basah bintil dan jumlah polong tanamam. Semua terbentuk pada perlakuan A5. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya jumlah bintil akar yang terbentuk pada akar tanaman kedelai berperan penting dalam pengisian polong dalam meningkatkan produksi tanaman. Banyaknya jumlah bintil akar yang terbentuk pada akar tanaman kedelai

berperan penting dalam pengisian polong dan meningkatkan produksi tanaman. *P. fluorescens*, meski tidak mempengaruhi jumlah bintil akar, dapat membantu meningkatkan kualitas simbiosis dengan *R. japonicum* melalui aktivitas pengendalian patogen, yang dapat mendukung produktivitas kedelai secara keseluruhan (Chavez., 2015; Choudhury., 2013).

KESIMPULAN

Aplikasi *P. fluorescens* pada semua perlakuan tidak menunjukkan pengaruh negatif terhadap perkembangan bintil akar *Rhizobium japonicum*. Hal ini

mengindikasikan bahwa *P. fluorescens* tidak menghambat atau mengganggu simbiosis antara tanaman kedelai dan *R. japonicum* dalam pembentukan bintil akar.

Penambahan konsentrasi *P. fluorescens* tidak mempengaruhi perkembangan bintil akar *R. japonicum* pada perakaran tanaman kedelai. Ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi *P. fluorescens* tidak berdampak signifikan terhadap interaksi simbiotik tersebut, yang dapat mengindikasikan toleransi yang tinggi antara kedua mikroorganisme ini dalam kondisi yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedayo, A. A., Babalola, O. O., Prigent-Combaret, C., Cruz, C., Stefan, M., Kutu, F., & Glick, B. R. (2022). The application of plant growth-promoting rhizobacteria in *Solanum lycopersicum* production in the agricultural system : a review. *PeerJ*, 10, e13405.
- Advinda, A. M. L., Azwir, A., Irma, L. E. P., & Siska, A. F. (2023). *Pseudomonas fluorescens* sebagai Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). (*journal ?*), 8(1), 67-73. e-ISSN: 2722-2829
- Atmaja, I. S. F., Iskandar, L., & Heni. P. (2020). Laju Pengisian Biji pada Beberapa Varietas Kedelai dengan Berbagai Ukuran Biji Seed Filling Rates in Several Soybean Varieties of Various Seed Sizes. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(2), 142-149. ISSN 2085-2916 e-ISSN 2337-3652
- Aznur, F., Suwanto, H., & Purnamawati. (2017). Efisiensi penggunaan cahaya matahari dan partisi karbohidrat tanaman sorgum pada berbagai tingkat pemupukan. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45, 278-284.
- Chavez, M. A., (2015). Effect of *Pseudomonas fluorescens* on soybean root nodulation and growth. *Journal of Agricultural Science*, 7(3), 74-80.
- Choudhury, R., (2013). Role of *Pseudomonas fluorescens* in the rhizosphere of leguminous plants. *Plant Soil*, 366(1-2), 215-227.
- Crouch, A. A., Jani, M., Mulvaney, G., Hochmuth, J., Bennett, R., Gloaguen, R., Langham, D., & Rowland. (2017). Nitrogen accumulation, partitioning, and remobilization by diverse sesame cultivars in the humid southeastern USA. *Field Crops Res.*, 203, 55- 64. DOI:10.1016/j.fcr.2016.12.012
- Hendarto, K., Widagdo, S., Ramadiana, S., & Meliana, F. S. (2021). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK dan Jenis Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 110. <https://doi.org/10.23960/ja.v20i2.5086>
- Marwa, P. & Farida, E. B.S. 2019. Biological Seed Treatment Dengan Bakteri *Rhizobium* SP. Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis Hypogaeae* L.). *Jurnal Pertanian dan Pangan*.
- Meitasari, Afidha D., & Wicaksono, K. (2017). Inokulasi *Rhizobium* dan Perimbangan Nitrogen Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) merrill) Varietas Willis. *Plantropica Journal of Agricultural Science*, 2(1), 55 - 63.
- Purwaningsih, Okti, & Kusumastuti, C. (2019). *Pemanfaatan Bahan Organik Dalam Budidaya Kedelai*. UPY Press Sonosewu Kasihan Bantul.
- Rifki, A. F. & Puspitawati, M. (2018). Budidaya tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Burangrang Pada Lahan Kering. *Jurnal Bioindustri*, 1(1).
- Rohman, E. A. & Saputro, T. B. (2016). Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan Pada Kondisi Cekaman

- Glenangan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2). 2337-3520 (2301-928X Print).
- Sarkar, B., Kumar, C., Pasari, S., & Goswami, B. (2022). Review On Pseudomonas fluorescens: A Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Journal of Positive School Psychology*, 2701-2709
- Sarprastp. (2021). Rhizobium Si Kecil Yang Menyuburkan Tanah. Dinas Pertanian Dan Ketahanan Pangan. Retrieved from: <https://dppk.jogjapro.go.id>.
- Sipaúba-Tavares, L. H., & Dias, S. G. (2014). Dry weight, wet weight, organic matter, total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) of plant tissues during the study period.
- Suherman et al. (2016). Pengaruh konsentrasi giberelin dan pupuk organik cair asal rami terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman rami (*Boehmeria nivea* L. (Gaud)) klon Ramindo 1. *Jurnal Kultivasi*, 15(3).
- Wicaksono, M. & Harahap. (2020). Pengaruh Interaksi Perlakuan Rhizobium dan Pemupukan Nitrogen Terhadap Indeks Panen Terhadap Tiga Varietas Kedelai. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 39-44. e-ISSN:2.