



# Fluorescent Pseudomonad Association in Plant Rhizosphere

## Asosiasi Pseudomonad Fluoresen pada Rizosfir Tanaman

Intan Febriani<sup>1</sup>, Linda Advinda<sup>1\*</sup>, Dezi Handayani<sup>1</sup>, Siska Alicia Farma<sup>1</sup>, Dwi Hilda Putri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

\*Correspondence author: [linda\\_advinda@fmipa.unp.ac.id](mailto:linda_advinda@fmipa.unp.ac.id)

### Abstract

Plant growth promoting rhizobacteria or known as Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) are bacteria found on the surface of plant roots and are beneficial microorganisms. The rhizosphere is an ideal area for the growth and development of soil microorganisms. This situation is supported by its function, namely as a provider of nutrients and also as a place for the growth and development of microorganisms. One of the bacteria found in the rhizosphere of plants is the fluorescent pseudomonad. Fluorescent pseudomonads are biological agents that can be isolated from the surface area of plant roots. This study aims to collect and analyze articles related to the association of fluorescent pseudomonads from plant rhizosphere. This type of research is research that uses the literature review method and literature collection using internet sources from the Google Scholar database. This stage consists of identification, screening, eligibility and acceptance. Based on the articles collected, it was found that the use of fluorescent pseudomonads as a biological control agent has been widely carried out because of their ability to produce antimicrobial compounds.

**Key words:** *fluorescent pseudomonads, biological agents, rhizosphere*

### Abstrak

Rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau yang dikenal dengan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) adalah bakteri yang terdapat di permukaan akar tanaman dan merupakan mikroorganisme yang menguntungkan. Rizosfir merupakan daerah yang ideal bagi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme tanah. Keadaan ini didukung oleh fungsinya, yaitu sebagai penyedia nutrisi dan juga sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Salah satu bakteri yang terdapat pada rizosfir tanaman adalah pseudomonad fluoresen. Pseudomonad fluoresen merupakan agen hayati yang dapat diisolasi dari daerah permukaan akar tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis artikel yang berhubungan dengan asosiasi pseudomonad fluoresen dari rizosfir tanaman. Jenis penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan metode literatur review dan pengumpulan literatur menggunakan sumber internet dari database Google Scholar. Tahapan ini terdiri dari identifikasi, skrining, kelayakan dan penerimaan. Berdasarkan artikel yang dikumpulkan didapatkan hasil bahwa pemanfaatan pseudomonad fluoresen sebagai agen pengendali hayati telah banyak dilakukan karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antimikroba.

**Kata kunci :** *pseudomonad fluoresen, agen hayati, rizosfir*

### Pendahuluan

Pseudomonad fluoresen adalah kelompok bakteri di sekitar perakaran tanaman dan menjadi agen biokontrol dalam menekan penyakit tanaman. Pseudomonad fluoresen dapat diisolasi dari rizosfir berbagai jenis tanaman. Rizosfir merupakan tanah yang terdapat di antara serabut perakaran tanaman yang dipengaruhi oleh eksudasi perakaran dan mikroorganisme tanah (Sukmadi, 2013). Rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman secara kompetitif

mengkolonisasi akar tanaman, merangsang pertumbuhan tanaman serta mengurangi timbulnya penyakit tanaman (Hass dan Defago, 2005).

*Pseudomonad* fluoresen merupakan kelompok bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agen hayati pengendali patogen tanaman. *Pseudomonad* fluoresen dapat diisolasi dari daerah perakaran tanaman dan banyak ditemukan pada tanah, tanaman dan air. Beberapa spesies dari *pseudomonad* fluoresen adalah *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. syringae*, *P. stutzeri* dan lain-lain (Suyono dan Salahudin, 2011).

*Pseudomonad* fluoresen mampu mengendalikan patogen tanaman, menginduksi ketahanan tanaman *Induced Systemic Resistance* (ISR), pengkelatan besi karena produksi siderofor, serta sebagai antibiosis (Advinda, 2020). Deshwal dan Kumar (2013) menyatakan *P. fluorescens* merupakan salah satu jenis dari *pseudomonad* fluoresen yang bermanfaat karena kemampuannya menghasilkan siderofor, asam sianida (HCN), *Indole Acetic Acid* (IAA), dan senyawa pelarut fosfat, untuk mendorong pertumbuhan tanaman.

Rizobakteri merupakan mikroorganisme indigenus pada tanah dan rizosfir tanaman. Kelompok bakteri ini heterogen yang ditemukan dalam kompleks rizosfir, pada permukaan akar (rizoplan) dan berasosiasi dalam akar (endofit) (Yanti *et al.*, 2013). Istilah rizosfir diciptakan oleh Hiltner pada tahun 1904 untuk menggambarkan bagian dari tanah di mana mikroorganisme berada di bawah pengaruh sistem perakaran. (Berg and Smalla, 2009). Fungsi rizosfir sangat penting untuk nutrisi, kesehatan dan kualitas tanaman. Curah hujan, biomassa, dan aktivitas mikroorganisme sangat berperan penting dalam rizosfir (Sorensen, 1997; Raaijmakers *et al.*, 2009). Interaksi tumbuhan-mikroorganisme di rizosfir dalam penyerapan karbon dan siklus nutrisi berpengaruh terhadap ekosistem alami dalam sistem pertanian dan hutan (Singh *et al.*, 2004). Oleh karena itu penting untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan komunitas mikroba di rizosfir ini.

## Bahan dan Metode

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian menggunakan metode literatur review. Literatur review merupakan salah satu metode dalam penelitian yang bertujuan mengidentifikasi, mengevaluasi serta menginterpretasikan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan suatu topik penelitian tertentu, dan dilakukan dengan cara menelaah artikel ilmiah secara terstruktur (Kitchenham, 2004).

### Prosedur Penelitian

Tahapan ini terdiri dari identifikasi, skrining, kelayakan dan penerimaan. Pada tahapan identifikasi, dilakukan penelusuran sumber-sumber artikel dari internet atau sumber dari literatur lain. Pada tahapan skrining, dilakukan penyaringan artikel seperti yang terduplikasi, kemudian dilakukan proses penilaian kelayakannya dengan mengambil informasi dari judul dan abstrak pada setiap artikel. Artikel yang diambil adalah artikel yang relevan dengan judul pada penelitian literatur review ini. Tahapan terakhir yaitu tahap penerimaan, dilakukan penentuan artikel yang memenuhi kriteria yang sudah ditetapkan, dan layak digunakan dengan cara membaca keseluruhan isi pada artikel tersebut. (Liberati dkk., 2009).

## Hasil dan Pembahasan

### Aspek Ekologi *Pseudomonad* Fluoresen dalam Rizosfir

Asosiasi antara mikroorganisme dan akar dapat menguntungkan, netral atau berbahaya, tetapi seringkali efeknya tergantung pada kondisi tanah (Persello-Cartieaux *et al.*, 2003). Tujuan utama dalam memahami efek rizosfir adalah untuk meningkatkan keseimbangan mikroorganisme yang menguntungkan dan merugikan. Namun, kapasitas kolonisasi dan kompetisi yang tinggi diperlukan untuk kehidupan organisme ini. Potensi kolonisasi terkait dengan dukungan keseimbangan nutrisi dari akar, mikroba, serta gen yang berhubungan dengan kolonisasi rizosfir (Bloembergen and Lugtenberg, 2001).

Akar tanaman merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Interaksi antara bakteri dan akar tanaman akan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi keduanya. Permukaan akar tanaman disebut rhizoplane. Sedangkan rizosfir adalah selapis tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar. Tebal tipisnya lapisan rizosfir antar setiap tanaman berbeda. Rizosfir merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba oleh karena akar tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya menstimulir pertumbuhan mikroba. Bahan organik yang dikeluarkan oleh akar dapat berupa eksudat akar, bahan yang dikeluarkan dari aktivitas sel akar hidup seperti gula, asam amino, asam organik, asam lemak dan sterol, faktor tumbuh, nukleotida, flavonon, enzim, dan miscellaneous (Husen, 2008).

Salah satu bakteri yang dapat hidup di rizosfir, filoplen dan filosfir tanaman adalah *pseudomonad* fluoresen. *Pseudomonad* fluoresen merupakan agen hayati yang dapat diisolasi dari daerah permukaan akar tanaman (Advinda,



2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bakteri dari kelompok ini mampu mengendalikan penyebab penyakit jamur baik yang terbawa tanah (Whippes, 2001; Kazempour, 2004) maupun terbawa udara (Blakeman, 1985; Abdel-Sater, 2001). Kemampuan bakteri antagonis bertahan hidup di rizosfir dan filosfir merupakan salah satu faktor penting dalam mengendalikan patogen yang menginfeksi pada tanaman. Pemanfaatan *P. fluorescens* sebagai agen pengendali hayati telah banyak dilakukan karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antimikroba seperti siderofor, antibiotik, senyawa volatil, dan asam sianida (De Boer *et al.*, 2003).

### **Mekanisme *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Kontrol Biologi**

Rizosfir adalah zona sempit tanah yang secara langsung dipengaruhi oleh akar. Interaksi di rizosfir dipengaruhi oleh banyak sinyal pengatur yang berbeda, yang hanya sedikit yang telah diidentifikasi. Ini adalah wilayah tanah yang berdekatan dengan akar dengan populasi padat mikroorganisme beragam termasuk jamur, bakteri, protista, nematoda, dan invertebrata. Selain itu, ini adalah tempat di mana flora mikro dan mikrofauna berinteraksi dengan patogen tular tanah (Meena *et al.*, 2013). Rizosfir dikolonisasi oleh rizobakteri yang dapat, secara individu atau bekerja sama dengan jamur mikoriza, meningkatkan kebugaran tanaman. Rizobakteri membawa perubahan kualitatif dan kuantitatif dengan terus memetabolisme berbagai senyawa organik dari eksudat akar yang secara signifikan mempengaruhi suplai nutrisi (Ahmad dan Kibret 2014).

Rizosfir merupakan daerah yang ideal bagi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme tanah. Keadaan ini didukung oleh fungsinya, yaitu sebagai penyedia nutrisi dan juga sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Beberapa macam nutrisi disekresikan di dalam rizosfir yang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan di dalam tanah. Beberapa bakteri penyedia hara yang terdapat pada rizosfir akar disebut sebagai rizobakteri pemacu tanaman atau dikenal sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Bashan, 1998). Wijaya dan Advinda (2021) menyatakan pemanfaatan isolat tunggal dari agen hayati fluorescent pseudomonads dapat mengendalikan BDB yang diisolasi di rizosfir tanaman. Didapatkan 6 konsorium bakteri rizosfir, 3 menunjukkan beda nyata dalam membentuk zona hambat, yakni konsorium bakteri RC, RH, dan RR.

Peningkatan pertumbuhan tanaman yang dimediasi PGPR terjadi dengan mengubah seluruh komunitas mikroba di relung rizosfir melalui produksi berbagai zat. Secara umum, PGPR mendorong pertumbuhan tanaman secara langsung dengan memfasilitasi perolehan sumber daya seperti nitrogen, fosfor, dan mineral esensial melalui fiksasi nitrogen biologis, pelarutan fosfat, dan pengkelatan besi oleh siderofor. Disamping itu, PGPR dapat menghasilkan hormon tanaman seperti auksin, giberelin (GA), sitokinin (CK), dan oksida nitrat (NO). Secara tidak langsung PGPR dapat berkompetisi di rizosfir, resistensi sistemik yang diinduksi (ISR), dan biosintesis fitohormon terkait stres seperti asam jasmonat (JA), kadaverin (Cad), atau terkait katabolisme etilen enzim 1-aminosiklopropana-1-karboksilat (ACC) deaminase. Kemampuan PGPR yang cepat mengkolonisasi rizosfir dan merangsang pertumbuhan tanaman, menyebabkan akhir - akhir ini telah banyak dieksploitasi untuk peningkatan produksi tanaman (do Vale *et al.*, 2010).

Proses pengikatan fosfat oleh beberapa mineral menyebabkan fosfat yang ada di tanah tidak dapat diserap oleh tanaman karena dalam bentuk fosfat terikat. Fosfor (P) merupakan unsur utama makronutrien yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sebagian fosfor di tanah dalam bentuk yang tidak dapat diserap oleh tanaman (P tidak terlarut) sehingga tanaman hanya mampu menyerap mono atau dibasik fosfat, organik fosfat atau bentuk fosfat yang tidak terlarut. Bentuk fosfat ini harus dimineralisasi atau dilarutkan oleh mikroorganisme yaitu bakteri pelarut fosfat (Ramaekers *et al.*, 2010).

Bakteri pelarut fosfat diketahui mampu melarutkan P dengan melepaskan senyawa P melalui mekanisme pembentukan khelat, reaksi pertukaran, dan produksi asam organik (Chen *et al.*, 2006). Pengaruh mikroorganisme pelarut fosfat terhadap tanaman, tidak hanya disebabkan oleh kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan P tetapi juga karena kemampuannya dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh, terutama oleh mikroorganisme yang hidup pada permukaan akar (Roni, *et al.*, 2013). Susanti dan Advinda (2021) menyatakan pseudomonad fluoresen memiliki kemampuan melarutkan fosfat yang lebih baik dan mempunyai kestabilan dalam melarutkan fosfat dan didapatkan adalah semua isolat pseudomonad fluoresen PfPb1, PfPb3, PfPj1, PfMs, Cas, LAHLS1, mampu melarutkan fosfat dengan terbentuknya zona bening.

Bukti sebelumnya menunjukkan bahwa *Pseudomonas* mampu mereduksi nitrogen dan mengubahnya menjadi nitrat yang diserap oleh tanaman. Oleh karena itu, *Pseudomonas* membawa nitrogen dan melepaskannya dalam sitoplasma sel tanaman dan merangsang sel untuk membelah. Dalam beberapa tahun terakhir, beberapa isolat *Pseudomonas* seperti *Pseudomonas stutzeri* CMT.9.A dan *Pseudomonas stutzeri* A15 adalah dua isolat *Pseudomonas* yang diidentifikasi sebagai pemecah nitrogen yang kuat (Khan *et al.*, 2016). Selain itu, penelitian terbaru mengidentifikasi bahwa denitrifikasi merupakan mekanisme penting dalam kompetensi Rizosfir. Advinda *et al.*, (2022) menunjukkan



enam isolat identik dengan *Pseudomonas aeruginosa* (93-94%). Semua isolat bakteri yang diuji mampu menghasilkan siderofor, HCN, dan melarutkan fosfat. Siderofor tertinggi dihasilkan oleh isolat PfPj2. Sedangkan isolat PfKd7 memiliki produksi HCN tertinggi dan kemampuan melarutkan fosfat.

Penerapan mikroorganisme untuk mengendalikan penyakit, yang merupakan salah satu bentuk pengendalian biologis, merupakan pendekatan yang ramah lingkungan (Arshad *et al.*, 2007). Bakteri agen hayati dapat memacu pertumbuhan tanaman dan berperan dalam mekanisme langsung atau tidak langsung melalui pengendalian penyakit untuk mempertahankan produktivitas tanaman. Mekanisme langsung terjadi melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, serta produksi siderofor, fitohormon, dan 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase, sedangkan mekanisme tidak langsung melalui produksi antibiotik, hidrogen sianida (HCN), dan siderofor; kompetisi relung ekologis (lingkungan tumbuh/ecological niche), dan induksi ketahanan sistemik (Choudhary dan Johri, 2009; Martinez-Viveros *et al.*, 2010; Glick, 2012; Ahemat dan Kibret, 2014). Manik *et al.*, 2022 menyatakan pseudomonad fluoresen mampu memproduksi senyawa antimikroba berupa asam sianida (HCN), siderofor, senyawa pelarut fosfat dan asam salisilat dan didapatkan enam isolat pseudomonad fluoresen yang berpotensi menghasilkan HCN yaitu PfPb1, PfCas3, LaHP2, PfKd7, PfPj1, dan Pf Cas.

## Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah memberi kesempatan penulis untuk menulis artikel ini. Terima kasih kepada semua pihak yang ikut berpartisipasi memberikan bantuan kepada penulis demi kelancaran penelitian dan penulisan artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Abdel-Sater, M. A. 2001. Antagonistic interactions between fungal patogen and leaf surface fungi of onion (*Allium cepa* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 4:838-842.
- Advinda, L. 2020. *Pseudomonad Fluoresen Agens Biokontrol Blood Disease Bacteria (BDB) Tanaman Pisang*, (Monograf). Yogyakarta: DEEPUBLISH.
- Advinda, L., Putri, D. H., Anhar, A., dan Irdawati. 2022. Identification and Characterization of Fluorescent *Pseudomonas* Producing Active Compounds Controlling Plant Pathogens. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(4), 795-804.
- Ahemad MA dan Khan MS. 2011. Functional aspects of plant growth promoting rhizobacteria: recent advancements. *Insight Microbiol*, 1:39-54.
- Ahemad, M., M. Kibret, 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria. *Curr. Perspective J. King Saud Univ. Sci.* 26:1-20.
- Arshad, M., Saleem, M., & Hussain, S. 2007. Perspectives of bacterial ACC deaminase in phytoremediation. *TRENDS in Biotechnology*, 25(8), 356-362.
- Bashan, Y., & Holguin, G. Proposal for The Division of Plant Growth Promoting Rhizobacteria into Two Classifications Biocontrol PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*) and PGPB. *Soil Biol Biochem.* 30: 1225-1228. 1998.
- Berg, G. and Smalla, K. 2009. Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere. *FEMS Microbiol.Ecol.*68:1-13.
- Bhattacharya A (2010) Siderophore mediated metal uptake by *Pseudomonas fluorescens* and its comparison to iron (iii) chelation. *Ceylon J Sci* 39:147-155.
- Blakeman, J. P. 1985. Ecological succession of leaf surface microorganisms in relation to biological control. In Windels C.E., Lindow, S.E., eds. *Biological control on the phylloplane*. St. Paul, MI:Amer. Phytopathol. Soc.
- Bloemberg, G. V., & Lugtenberg, B. J. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. *Current opinion in plant biology*, 4(4), 343-350.
- Chen, Y. P., Rekha, P. D., Arun, A. B., Shen, F. T., Lai, W. A., & Young, C. C. (2006). Phosphate solubilizing bacteria from subtropical and their tricalciumphosphatesolubilizing ability. *Applied Soil and Ecology*, 34(1), 33-41.
- Choudhary, D.K., B.N. Johri. 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plants with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiol. Res.* 164:493-51.
- De Boer, M., P. Bom, F. Kindt, J.J.B. Keurentjes, L. van der Sluis, L.C. van Loon and P.A.H.M. Bakker. 2003. Control of *Fusarium* wilt of radish by combining *Pseudomonas putida* strain that have different disease-suppressive mechanisms. *Phytopathology*, 93:626-632.



- Deshwal, V dan K.P. Kumar. 2013. Production of Plant growth promoting substance by Pseudomonads. *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)*. 2: 221-225.
- Do Vale BFM, Seldin L, de Araujo FF, & de Lima Ramos Mariano R. 2010. Plant growth promoting rhizobacteria: fundamentals and applications. In: D.K. Maheshwari (ed.), *Plant growth and health promoting bacteria, Microbiology Monographs* 18. p : 21 – 43.
- Glick BR & Pasternak JJ. 2003. *Molecular Biotechnology: Principles dan Applications of Recombinant DNA*. Ed ke-3. Washington: ASM Press
- Glick, B. R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*.
- Haas D, dan G. Defago. 2005. Biological Control Of Soil-borne Pathogens by Fluorescent Pseudomonads. *Natural Review of Microbiology* 3 : 307-319.
- Husen, E., R. Saraswati dan R.D. Hastuti. 2008. Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman.
- Kazempour, M. N. 2004. Biological control of Rhizoctonia solani, the causal agent of rice sheath blight by antagonistic bacteria in greenhouse and field conditions. *Plant Pathology Journal*, 3:88-96.
- Khan H, Parmar N, Kahlon RS. 2016. Pseudomonas-plant interactions I: plant growth promotion and defense-mediated mechanisms. In: Kahlon RS (ed) *Pseudomonas: molecular and applied biology*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Kitchenham, B. 2004. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 33(2004), 1-26.
- Kloepper, J. W., & Schroth, M. N. 1981. Relationship of in vitro antibiosis of plant growth-promoting rhizobacteria to plant growth and the displacement of root microflora. *Phytopathology*, 71(10), 1020-1024.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. 2009. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7).
- Manik, T. S. T., Advinda, L., & Handayani, D. 2022. Potensi Isolat Pseudomonad Fluoresen Dalam Menghasilkan Asam Sianida (HCN). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 2, pp. 1781-1784).
- Martínez-Viveros, O., M.A. Jorquera, D.E. Crowley, G. Gajardo, M.L. Mora. 2010. Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 10:293-319.
- Meena VS, Maurya BR, Bohra JS, Verma R, Meena MD (2013b) Effect of concentrate manure and nutrient levels on enzymatic activities and microbial population under submerged rice in alluvium soil of Varanasi. *Crop res.* 45 (1,2 & 3): 6-12.
- Perez-Montano F, Alias-Villegas C, Bellogín RA, Cerro P, Espuny MR, Jimenez-Guerrero I, Lopez-Baena FJ, Ollero FJ, Cubo T (2014) Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production. *Microbiol Res* 169:325–336.
- Persello-Cartieaux, F.; Nussaume, L.; Robaglia, C. 2003. Tales from the underground: molecular plant-rhizobia interactions. *Plant, Cell Environ.*, 26, 189-199.
- Ramaekers, L., Remans, R., Rao, I. M., Blair, M. W & Vanderleyden, J. 2010. Strategies for improving phosphorus acquisition efficiency of crop plants. *Field Crops Research*, 117, 167-176.
- Roni, N. G., Witariadi, N. M., Candraasih, K. N. N., & Siti, N. W. (2013). Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan produktivitas kudzu tropika (*Pueraria phaseoloides* Benth.). *Pastura*, 3(1), 13-16.
- Sukmadi, R. B. 2013. Aktivitas Fitohormon Indole-3-acetic Acid (IAA) dari Beberapa Isolat Bakteri Rizosfir dan Endofit. *J Sains dan Teknologi Indonesia*. 13 (3). 221-227.
- Susanti, D., & Advinda, L. 2022. Seleksi Beberapa Isolat Pseudomonad Fluoresen Dalam Kemampuannya Melarutkan Fosfat. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 2, pp. 1590-1593).
- Suyono, Y., dan Salahudin, F. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Pseudomonas pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal BIOPROPAL INDUSTRI* Vol. 02, No. 01, Juni 2011.
- Upadhyay A, Srivastava S. 2010. Evaluation of multiple plant growth promoting traits of an isolate of Pseudomonas fluorescens strain Psd. *Indian J Exp Biol* 48:601–609.
- Weller MD. 2007. *Pseudomonas Biocontrol Agents of Soilborne Pathogens: Looking Back Over 30 Years*. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service, Root Disease and Biological Control Research Unit. Amerika: Washington State University.
- Whippes, J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 52:487-511.
- Widiawati, S., dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat, *Biodiversitas*. Vol. 7 (2), Hal: 109-113.
- Wijaya, V., & Advinda, L. 2022. The Effect of the Rhizosphere Bacteria Consortium on As a result of Bacterial Blood Disease (BDB) Causes Banana Plant Blood Disease (*Musa paradisiaca* L.). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 2, pp. 1491-1497).





---

Yanti Y, Habazar T, Resti Z & Suhalita D. 2013. Penapisan isolat rizobakteri dari perakaran tanaman kedelai yang sehat untuk pengendalian penyakit pustul bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(1) : 24-34