



Pseudomonas fluorescens as a Biocontrol Agent for Controlling Various Plant Diseases

Pseudomonas fluorescens Sebagai Agen Biokontrol Pengendali Berbagai Penyakit Tanaman

Beni Gusnadi¹, Linda Advinda^{1*}, Azwir Anhar¹, Irma Leilani Eka Putri¹, Moralita Chatri¹

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

*Correspondence author: linda_advinda@fimipa.unp.ac.id

Abstract

Biological control or biocontrol is a way that involves organisms to reduce the growth of pathogens and reduce the impact of disease. The use of biocontrol agents is an alternative to control plant disease-causing pathogens. One of the biocontrol agents that can be used is *Pseudomonas fluorescens*. Basically *P. fluorescens* is the largest group producing antibiotics and antimicrobial compounds of cyanide acid (HCN) and siderophores. The compounds it produces can inhibit activity and control pathogens. Therefore, *P. fluorescens* has great potential as a biocontrol agent for controlling plant diseases. This study aims to collect and analyze articles related to *P. fluorescens* as a biocontrol agent for controlling various plant diseases. This type of research is research that uses internet sources from the Google Scholar database. The stages consist of identification, screening, eligibility and acceptance. Based on the articles collected, it was found that *P. fluorescens* is a biocontrol agent that can control various plant diseases. Biocontrol agents influence the activity and growth of pathogens thanks to the compounds they produce.

Key words: Biocontrol, *Pseudomonas fluorescens*, plant diseases

Abstrak

Pengendalian hayati atau biokontrol merupakan suatu cara yang melibatkan organisme untuk mengurangi pertumbuhan patogen dan mengurangi dampak penyakit. Penggunaan agen biokontrol menjadi salah satu alternatif untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman. Salah satu agen biokontrol yang dapat digunakan adalah *Pseudomonas fluorescens*. Pada dasarnya *P. fluorescens* merupakan kelompok terbesar penghasil antibiotik dan senyawa antimikroba asam sianida (HCN) dan siderofor. Senyawa yang dihasilkannya dapat menghambat aktivitas dan mengendalikan patogen. Oleh karena itu, *P. fluorescens* sangat berpotensi sebagai agen biokontrol pengendali penyakit tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis artikel yang berhubungan dengan *P. fluorescens* sebagai agen biokontrol pengendali berbagai penyakit tanaman. Jenis penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan sumber internet dari database Google Scholar. Tahapannya terdiri atas identifikasi, skrining, kelayakan dan penerimaan. Berdasarkan artikel yang dikumpulkan didapatkan hasil bahwa *P. fluorescens* merupakan salah satu agen biokontrol yang dapat mengendalikan berbagai penyakit tanaman. Agen biokontrol mempengaruhi aktivitas dan pertumbuhan patogen berkat senyawa yang dihasilkannya.

Kata kunci: Biokontrol, *Pseudomonas fluorescens*, penyakit tanaman

Pendahuluan

Pengendalian hayati atau biokontrol pada dasarnya mengacu pada keterlibatan organisme secara langsung atau tidak langsung untuk mengurangi pertumbuhan patogen dan mengurangi dampak penyakit (Khasani, 2020).

Penggunaan mikroorganisme antagonis sebagai agen biokontrol berpotensi tinggi dalam menghambat serangan patogen, dan mampu beradaptasi serta berkolonisasi pada perakaran tanaman (Prasetyo *dkk.*, 2017). Penggunaan agen biokontrol sebagai salah satu bentuk pengendalian hayati telah terbukti efektif mengendalikan berbagai jenis patogen. Dari beberapa bakteri salah satu agen biokontrol yang cukup efektif dalam mengendalikan penyakit tanaman adalah *Pseudomonas fluorescens*. (Arwiyanto *dkk.*, 2009).

P. fluorescens bersifat antagonis terhadap berbagai patogen baik dari golongan cendawan maupun bakteri. Salah satu contohnya adalah *P. fluorescens* mampu menekan penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Ralstonia solanacearum* pada tanaman pisang (Mayaserli dan Renowati, 2015). Hal ini dikarenakan kemampuannya dalam mengkolonisasi perakaran tanaman, memproduksi siderofor, dan antibiosis yang dihasilkan menghambat pertumbuhan patogen (Nasrun *dkk.*, 2005). Selain itu menurut Advinda (2004) agen hayati ini juga menghasilkan senyawa yang merupakan sinyal bagi tanaman untuk memproduksi metabolit sekunder yang bersifat antimikroba (fitoaleksin).

Penggunaan agen biokontrol merupakan salah satu alternatif model pengelolaan organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan mikroba antagonis, dapat meminimalisasi dampak kerusakan pada tanaman-tanaman budidaya (Haas dan Défago, 2005). Selain itu pengendalian menggunakan agen biokontrol dapat menghambat pertumbuhan patogen tanpa harus membunuh patogen tersebut sehingga keanekaragaman hayati tetap terjaga. Kemampuan *P. fluorescens* dalam menginduksi pembentukan ketahanan di perakaran tanaman sukses di terapkan, tidak hanya di Indonesia tapi juga di negara-negara lain (Edy, 2011).

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 keterimaan. 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 keterimaan, 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

Pseudomonas fluorescens

Pseudomonas fluorescens merupakan salah satu spesies dalam kelompok pseudomonad fluoresen. *P. fluorescens* merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agen biokontrol patogen tanaman. Bakteri ini dapat diisolasi dari daerah perakaran serta banyak ditemukan di tanah, tanaman, dan air (Suyono dan Salahudin, 2011). *P. fluorescens* bersifat Gram negatif dan termasuk bakteri aerob. Koloni *P. fluorescens* berbentuk bulat dengan tepi rata dan akan mengeluarkan warna kuning kehijauan jika dibiakkan dalam medium King's B (Arwiyanto *dkk.*, 2007).

Penggunaan *P. fluorescens* sebagai agen biokontrol berpotensi menghambat serangan patogen, mampu beradaptasi dan berkolonisasi pada perakaran tanaman. Bakteri ini juga merupakan bakteri yang dapat berfungsi sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), dan dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman (Prasetyo *dkk.*, 2017). Bakteri ini mampu menghasilkan berbagai senyawa seperti HCN, siderofor, pelarut fosfat, dan *Indole Acetic Acid* (IAA) (Advinda, 2020). Istiqomah *dkk.*, (2017) menyatakan *P. fluorescens* isolat UB-PF 5 dan UB-PF6 merupakan bakteri yang dapat melarutkan fosfat dan menghasilkan IAA. Aplikasi kedua bakteri ini pada tanaman dapat meningkatkan bobot akar, panjang akar, tinggi tanaman, dan jumlah daunnya.



P. fluorescens merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agen biokontrol untuk bakteri ataupun jamur patogen tanaman. Salah satu isolatnya yaitu *P. fluorescens* P60 telah menunjukkan kemampuannya dalam mengendalikan beberapa patogen tanaman, khususnya patogen tular tanah, baik *in vitro*, *in planta*, maupun *in vivo* (Soesanto *dkk.*, 2010). Menurut Suada (2017) *P. fluorescens* dapat mengendalikan penyakit bercak daun pada buncis, penyakit layu *Fusarium oxysporum* pada gladiol, serta penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* pada cabai, tomat, dan jahe. Selain itu, *P. fluorescens* yang ditumbuhkan pada medium King's B yang mengandung FeCl₃ dapat menekan serangan penyakit akar bengkok yang disebabkan oleh *Plasmidiophora brassicae* pada tanaman caisin hingga 72,51%.

Benih jagung manis yang diberi perlakuan *P. fluorescens* mampu menginduksi ketahanan tanaman dari penyakit karat dan hawar daun. *P. fluorescens* berkoloni dan beradaptasi dengan baik pada akar tanaman. Bakteri ini memanfaatkan eksudat akar untuk mensintesis senyawa metabolit yang mampu menghambat pertumbuhan dan aktivitas patogen atau memicu ketahanan sistemik dari tanaman terhadap patogen (Prasetyo *dkk.*, 2017).

PRODUKSI ANTIBIOTIK METABOLIT SEKUNDER

P. fluorescens dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti siderofor, HCN, pelarut fosfat (Advinda *dkk.*, 2022), pterin, pirol, fenazin dan beberapa senyawa antibiotik (Soesanto dan Loekas, 2008). Senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* berupa pyoluteorin, siderofor fluoresen, fenazin karboksilat, pyoverdin bersifat menghambat dan mematikan patogen (Salamiah dan Rahnani, 2015). Metabolit sekunder yang dihasilkan memungkinkannya bersaing dengan mikroorganisme patogen. Salah satunya ialah antibiotik *phenazine-1-carboxylic acid* yang disintesis oleh isolat *P. fluorescens* 2-79 yang dapat menekan patogen penyakit *Gaeumanomyces graminis var. tritici*.

Pada aktivitas *P. fluorescens* terjadi berbagai macam mekanisme pengendalian seperti senyawa antibiotik dan bakteriolitik (Sood *dkk.*, 2007). Menurut Javandira *dkk.*, (2013) *P. fluorescens* dapat mengendalikan patogen *Erwinia carotovora* penyebab penyakit busuk lunak pada umbi kentang. Bakteri ini menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat merusak fungsi perlindungan dari membran sel bakteri *E. carotovora*. Sehingga aktivitas metabolisme patogen terganggu dan menyebabkan kematian pada patogen. Hasil penelitian Suryadi (2009) menunjukkan pada pengujian *in vitro* aplikasi *P. fluorescens* terhadap patogen *R. solanacearum* pada tanaman kacang tanah memiliki zona hambat sebesar 0,4-6,9 cm. Selain itu penyiraman kacang tanah dengan isolat PF3 memberikan persentase layu terkecil yaitu 7,17%.

PASAM SIANIDA (HCN)

Asam sianida adalah senyawa anorganik yang dapat berbentuk ion sianida (CN⁻), hidrogen sianida (HCN), dan metalo sianida yang banyak diproduksi oleh bakteri dari golongan Pseudomonas. Asam sianida terbentuk secara enzimatis dari dua senyawa bakal racun yaitu linamarin dan metil linamarin. Kedua senyawa ini berhubungan dengan enzim linamarase dan oksigen dari udara yang merombak menjadi glukosa, aseton, dan asam sianida. Asam sianida mempunyai sifat mudah larut dan mudah menguap (Hutami dan Harijono, 2014).

Asam sianida (HCN) adalah senyawa volatil yang dihasilkan oleh bakteri endofit. HCN merupakan senyawa metabolit sekunder yang diproduksi oleh beberapa mikroorganisme. Kehadiran gas HCN dalam jaringan tanaman yang diproduksi oleh bakteri endofit berperan sebagai biokontrol lingkungan dari tanaman terhadap serangan gulma, penyakit atau nematoda (Wandita *dkk.*, 2018). Dewi dan Advinda (2022) melaporkan kelompok *Pseudomonas sp.* yang diisolasi dari perakaran tanaman memiliki kemampuan menghasilkan HCN. Dari hasil penelitian terlihat perubahan warna pada setiap kertas saring mulai dari coklat muda, coklat tua, dan merah bata yang mengindikasikan setiap isolat menghasilkan asam sianida dengan tingkatan yang berbeda.

Asam sianida (HCN) yang dilepaskan sebagai produk metabolisme sekunder mempengaruhi organisme dengan menghambat sintesis ATP yang dimediasi oleh sitokrom oksidase. Persentase sianida yang ditemukan sangat rendah di antara rhizobakteria, tergantung pada organisme sasaran (Kremer & Souissi, 2001). Mikroorganisme penghasil HCN bermanfaat saat mereka menekan komponen komunitas mikroba yang tidak diinginkan (Septiani *dkk.*, 2014). Menurut Ramamoorthy *dkk.*, (2002) beberapa isolat bakteri yang mampu menghasilkan HCN, yaitu *P. fluorescens* PG01, PG02, dan PG04.

Asam sianida sudah lama dikenal sebagai senyawa yang berperan dalam menekan berbagai penyakit tanaman. Produksi HCN telah terbukti memberikan efek menguntungkan pada tanaman. Tingkat HCN yang diproduksi oleh mikroba dapat bervariasi tergantung pada spesies tanaman karena adanya perbedaan komposisi asam amino dari eksudat akar. *P. fluorescens* merupakan agen biokontrol yang dapat menghasilkan HCN sehingga berperan dalam induksi resistensi terhadap penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur patogen. HCN terlibat dalam menginduksi resistensi tanaman terhadap penyakit yang disebabkan oleh pathogen, seperti *Thielaviopsis basicola* pada tembakau, *Pythium ultimum* pada mentimun dan *Fusarium oxysporum* pada tomat secara *in vitro* (Jain dan Das, 2016)..



PRODUKSI SIDEROFOR

Siderofor merupakan senyawa organik antimikroba yang dapat mengendalikan penyakit tanaman (Advinda *dkk.*, 2019). Siderofor yang diproduksi oleh bakteri digunakan untuk mengikat besi dari lingkungan dan dimanfaatkan untuk perkembangbiakannya. Kemampuan bakteri ini menyebabkan berkurangnya ketersediaan besi dan akan menghambat pertumbuhan patogen sehingga dapat mengurangi penyebab penyakit pada tanaman (Wulandari, 2019).

Siderofor dapat mengikat Fe pada lingkungan sehingga terjadi defisiensi di lingkungan tersebut. Defisiensi Fe ini menyebabkan terhambatnya pertumbuhan patogen (Maemunah, 2017). Menurut Yulianda *dkk.*, (2022) kelompok *pseudomonas sp.* penghasil siderofor dapat menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* penyebab penyakit layu tanaman nilam. Isolat yang diujikan menghasilkan zona hambat terhadap *R. solanacearum*. Isolat LAHP2 menghasilkan zona hambat terbesar yaitu 10,61 mm dan zona hambat terkecil dihasilkan oleh isolat PfPj2 yaitu 3,94 mm.

Kemampuan *P. fluorescens* menghasilkan siderofor sangat berguna dalam menghambat berbagai patogen tanaman. Siderofor mampu mengikat besi (Fe³⁺) untuk ketersediaan unsur Fe bagi tanaman sehingga patogen kekurangan unsur Fe. Produksi siderofor oleh Isolat PfCas3 dan PfLAHP2 pada medium tumbuh yang ditambahkan sumber karbon yang berbeda menghasilkan siderofor dengan kadar yang berbeda pula. Menurut Mihardjo (2008) Kemampuan *P. fluorescens* dalam memproduksi siderofor dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* sebesar 70,2%.

PROSPEK PEMANFAATAN *Pseudomonas fluorescens* DI MASA AKAN DATANG

Dalam kondisi sekarang ini pengelolaan pertanian harus menggunakan metode ramah lingkungan. Penggunaan pestisida kimia secara terus menerus akan merusak lingkungan dan ekosistem. Untuk menjaga kelestarian lingkungan dan ekosistem di masa yang akan datang kita dapat menggunakan agen biokontrol sebagai pengendali penyakit tanaman. Penggunaan *P. fluorescens* sangat membantu dalam pengendalian berbagai penyakit tanaman. Sehingga *P. fluorescens* memiliki prospek yang sangat besar di masa depan sebagai agen biokontrol

P. fluorescens memang belum banyak di aplikasikan ke lapangan, namun sudah banyak penelitian ilmiah yang menunjukkan bahwa *P. fluorescens* mampu mengedalikan berbagai patogen penyebab penyakit tanaman. Oleh karena itu potensinya sangat besar sebagai alternatif pengganti pestisida kimia karena lebih murah, efisien dan ramah lingkungan. Prospek masa depan kemungkinan adalah metode pengaplikasian ke lapangan, masa simpan yang lama, dan penelitian lebih lanjut dimasa yang akan datang.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa *P. fluorescens* dapat digunakan sebagai agen biokontrol untuk pengendalian penyakit tanaman. *P. fluorescens* dapat mengeluarkan berbagai senyawa metabolit sekunder seperti asam sianida (HCN), siderofor, dan beberapa antibiotik. *P. fluorescens* mampu menekan berbagai patogen penyebab penyakit tanaman, diantaranya *F. oxysporum*, *Plasmodiophora brassicae*, *E. carotovora*, *G. graminis var. tritici*, *P. ultimum*, *T. basicola*, dan *R. solanacearum*.

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

- Advinda, L. (2004). *Tanggap Pertumbuhan Tanaman Pisang yang Telah Diimunisasi dengan Pseudomonas berfluorensi Terhadap Ralstonia solanacearum*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang.
- Advinda, L. (2020). *Pseudomonad Fluoresen Agens Biokontrol Blood Disease Bacteria (BDB) Tanaman Pisang*. (Monograf). Yogyakarta: Deepublish.
- Advinda, L., Pratama, I., Fifendy, M., & Anhar, A. (2019). The Addition of Various Carbon Sources on Growing Media to Increase the Siderophore Level of Fluorescent Pseudomonad Bacteria. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). IOP Publishing.
- Advinda, L., Putri, D.H., Anhar, A., & Irdawati, I. (2022). Identification and Characterization of Fluorescent Pseudomonas Producing Active Compounds Controlling Plant Pathogens. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(4): 795-804.



- Arwiyanto, T., Chrisnawati., dan Nasrun. (2009). Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Nilam menggunakan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Litri*, 15(3): 116-123.
- Chatri, M., Handayani, D., & Primayani, S.A. (2019). The Effect of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit Extract on the Growth of *Sclerotium rolfsii* With In-vitro. *Journal of Physics: Conference Series*. 1317(1) 012081.
- Dewi, P. A., & Advinda, L. (2022). The Ability of Fluorescent *Pseudomonas* to Produce Cyanide Acid. *Jurnal Serambi Biologi*, 7(1): 7-12.
- Edy, Nur. (2011). Pengendalian Hayati Penyakit Darah Pada Pisang Dengan *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus* sp. *J. Agroland*, 18(1) : 29 – 35.
- Haas, D., & Défago, G. (2005). Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature reviews microbiology*, 3(4): 307-319.
- Hutami, F. D. dan Harijono. (2014). Pengaruh penggantian larutan dan konsentrasi NaHCO₃ terhadap penurunan kadar sianida pada pengolahan tepung ubi kayu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4), 1-11.
- Jain, A. dan Das, S. (2016). Insight into the Interaction between Plants and Associated Fluorescent *Pseudomonas* spp. *International Journal of Agronomy*, pages 1-8.
- Javandira, C., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2013). Pengendalian Penyakit Busuk Lunak Umbi Kentang (*Erwinia carotovora*) Dengan Memanfaatkan Agens Hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 1(1), 90-97.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele, UK, Keele University, 33(2004), 1-26.
- Kremer, R.J., and Souissi, T. (2001). Cyanide Production by Rhizobacteria and Potential for Suppression of Weed Seedling Growth. *Current Microbiology*. 43:182-186.
- 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).
- Maemunah. Anhar, A. Advinda, L. (2017). Pengaruh Kombinasi *Pseudomonas* Fluorescens dan EM4 Dalam Menghambat Pertumbuhan *Blood Disease Bacteria* (BDB) Penyebab Penyakit Darah Tanaman Pisang Secara In Vitro. *Jurnal Bioscience*. (1): 1.
- Mayaserli, D.P., Renowati, R. (2015). Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Media Pertumbuhan *Pseudomonas fluorescens* dan Aplikasinya Sebagai Pupuk Cair Tanaman. *Jurnal Kesehatan Perintis*. 2(2): 19-22.
- Mihardjo, P. A., & Majid, A. (2008). Pengendalian Penyakit Layu Pada Pisang Dengan Bakteri Antagonis *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus Subtilis*. *Jurnal Pengendalian Hayati*, 1(1): 26-31.
- Nasrun., Christanti., Arwiyanto, T., Mariska, I. (2005). Pengendalian Penyakit Layu Bakteri Nilam Menggunakan *Pseudomonas* Fluorescens. *Jurnal Litri*. 11(1): 19-24.
- Prasetyo, G., Ratih, S., Ivayani, I., & Akin, H. M. (2017). Efektivitas *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap keparahan penyakit karat dan hawar daun serta pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* var. *Saccharata*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(2): 102-108
- Ramamoorthy P. K., Bono A., Malole, M.B.M, C.S.U. Pramono. (2002). Antioxidant Activity, Total Phenolic And Flavonoid Content of Morinda Citrifolia Fruit Extracts From Various Extraction Processes. *Journal of Engineering Science and Technology*. 2(1):70-80.
- Salamiah dan Rahnani Wahdah. (2015). Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dalam Pengendalian Penyakit Tungro pada Padi Lokal Kalimantan Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1(6): 1448-1456.
- Septiani, T., Zul, D., Isda, M.N. (2014). Uji efektifitas bakteri pelarut fosfat penghasil asam sianida asal tanah gambut Riau dalam mengendalikan gulma dominan pada tanaman kelapa sawit. *JOM FMIPA*.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., & Rahayuniati, R. F. (2010). Kajian mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* pada tanaman tomat in vivo. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 10(2): 108-115.
- Soesanto, Loekas. (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sood, A., Shivesh S., K. Viviek dan L. T. Ram. (2007). Antagonism of Dominant Bacteria in Tea Rhizosphere of Indian Himalayan Regions. *Journal Appl. Science Environment Management*. 11(4): 63-66.
- Suada, I.K. (2017). *Mikroba Potensial dalam Pengendalian Biologi Patogen Tumbuhan: Mengenal Mikroba Sahabat Petani*. Bali: Pelawa Sari.
- Suryadi, Yadi. (2009). Efektivitas *Pseudomonas Fluorescens* Terhadap Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) Pada Tanaman Kacang Tanah. *J. HPT Tropika*. Vol. 9, No. 2: 174 – 180.
- Suyono, Y., Salahudin, F. (2011). Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* Pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal Biopropal Industri*. 02(01): 8-13.



-
- Wandita, R. H., Pujiyanto, S., Suprihadi, A., & Hastuti, R. D. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat dan Penghasil *Hidrogen Cyanide* (HCN) dari Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 9-16.
- Wulandari, N., Irfan, M., & Saragih, R. (2019). Isolasi dan Karakterisasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dari Rizosfer Kebun Karet Rakyat. *Dinamika Pertanian*, 35(3), 57-64.
- Yulianda, S., Advinda, L., & Handayani, D. (2022). Uji Antagonis Pseudomonad Fluoresen Penghasil Siderofor Terhadap *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Nilam. *Prosiding Seminar Nasional*.