



Biogenerasi Vol 11 No 1, 2025

Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi

Universitas Cokroaminoto Palopo

<https://e-journal.my.id/biogenerasi>

e-ISSN 2579-7085



KEMAMPUAN PSEUDOMONAS BERFLUORESEN SEBAGAI AGEN ANTAGONIS TERHADAP *Ralstonia solanacearum* PENYEBAB LAYU TANAMAN NILAM (*Pogestemon cablin* Benth)

Abil Pratama Putra, Linda Advinda, Moralita Chatri, Dezi Handayani

Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author E-mail: pratamaputraabil@gmail.com

DOI : 10.30605/biogenerasi.v11i1.8088

Accepted : 21 Desember 2025 Approved : 1 Februari 2026 Published : 2 Februari 2026

Abstract

Patchouli (*Pogestemon cablin* Benth) is a cultivated plant that can produce oil and generate income for farmers. However, attacks by plant pests (OPT) often pose a challenge to patchouli production in Indonesia. One organism that causes wilt disease in patchouli plants is the bacterium *Ralstonia solanacearum*. Therefore, more environmentally friendly and sustainable control methods are needed. One strategy is the use of biological agents, especially antagonistic rhizosphere bacteria such as fluorescent pseudomonas. This study was conducted from June to August 2025 at the Plant Physiology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University. This study used a completely randomized design (CRD) as the experimental design. In this study, there were 6 treatments (different isolates), each repeated 3 times. The parameter observed was the formation of an inhibition zone using the disc diffusion method. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). If there were significant differences, Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) was used at a 5% level. Based on the results and discussions, it can be concluded that all fluorescent *Pseudomonas* isolates tested have the ability to inhibit *R. solanacearum*, the cause of wilt disease in patchouli plants. The isolate with the best ability to inhibit the growth of *R. solanacearum* on patchouli plants was isolate Pf S36 with an inhibition zone of 20.37 mm, but there was no significant difference between the other isolates because the inhibition effectiveness was relatively uniform.

Keywords: Patchouli, *Ralstonia solanacearum*, Bacterial wilt disease, Fluorescent *Pseudomonas*

PENDAHULUAN

Tanaman nilam (*Pogestemon cablin* Benth) merupakan tanaman budidaya yang dapat menghasilkan minyak dan menguntungkan serta memberikan sumbangan yang signifikan terhadap pendapatan para petani (Harli, 2016). Pada tahun 2022, ekspor minyak nilam Indonesia, berdasarkan data BPS, mencapai 1.500 ton dengan nilai sebesar 50 juta dolar AS (setara dengan Rp 785 miliar). Berdasarkan informasi dari Pusat Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian Perkebunan (BRMP) karena mencapai tahun 2025, sekitar 90 persen pasokan minyak nilam dunia berasal dari Indonesia. Provinsi Aceh tetap menjadi penghasil terbesar, diikuti oleh Bengkulu, Sumatera Barat, dan Lampung. Harga minyak nilam per liter berada dalam kisaran Rp 1,5 juta hingga Rp 3 juta, tergantung pada kadar patchouli alcohol (PA), yang merupakan senyawa yang menentukan kualitasnya (Khairan *et al.*, 2025). Minyak nilam premium dari Indonesia memiliki kadar PA di atas 30 persen, jauh melebihi standar internasional yang ditetapkan sebesar 25 persen. Kualitas inilah yang menjadikan minyak nilam Indonesia sebagai favorit di pasar global (Rambe *et al.*, 2022). Namun, serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) sering kali menjadi tantangan bagi produksi tanaman nilam di Indonesia. Salah satu organisme yang menyebabkan penyakit layu pada tanaman nilam adalah bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Penyakit layu yang disebabkan oleh bakteri adalah masalah serius, karena sulitnya pengendalian dan dampaknya terhadap banyak tanaman bernilai ekonomi secara global (Setiawan, 2019). Gabriel *et al.* (2006) menyebutkan bahwa *R. solanacearum* adalah salah satu penyebab penyakit yang paling merugikan di seluruh dunia. Patogen ini memiliki kemampuan untuk menyebar melalui tanah dan dapat bertahan lama di dalamnya tanpa adanya inang. Oleh karena itu, pengendaliannya sangat sulit dan menjadi tantangan besar dalam manajemen penyakit di lapangan. Setiawan (2019) juga mencatat bahwa penyakit yang menyebar melalui tanah, seperti layu

bakteri, dianggap memiliki dampak yang jauh lebih besar dibandingkan dengan penyakit yang disebarkan melalui biji atau melalui udara.

Pengendalian *R. solanacearum* menggunakan pestisida kimia tidak selalu berhasil, dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan resistensi pada patogen, pencemaran lingkungan, serta sisa-sisa berbahaya bagi manusia dan hewan (Yuliar *et al.*, 2015). Maka dari itu, diperlukan metode pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu strategi yang banyak diteliti adalah penggunaan agen hayati, terutama bakteri rizosfer antagonis seperti *pseudomonas* berfluoresen.

Pseudomonas berfluoresen merupakan kelompok mikroorganisme yang hidup di sekitar akar tanaman dan berfungsi sebagai agen biokontrol untuk mengurangi penyakit pada tanaman. Bakteri ini dapat diambil dari rizosfer berbagai jenis tanaman (Febriani *et al.*, 2023). Cara kerja antagonis dari *pseudomonas* berfluoresen dalam melawan patogen yang menyebar melalui tanah meliputi produksi antibiotik (seperti 2,4-diacetylphloroglucinol, pyoluteorin, dan phenazine), siderofor untuk bersaing dalam mendapatkan zat besi, enzim litik (seperti chitinase dan protease), serta kompetisi terhadap ruang dan nutrisi di wilayah akar tanaman (Weller, 2007; Haas dan Défago, 2005). Advinda (2020) menyatakan bahwa bakteri *pseudomonas* berfluoresen ini juga dapat memproduksi berbagai senyawa seperti HCN, siderofor, pelarut fosfat, dan *Indole Acetic Acid* (IAA).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah dan Kusumawati (2018) menunjukkan bahwa isolat UB-PF6 dari *pseudomonas* berfluoresen mampu menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* pada tanaman tomat dengan ukuran zona hambat mencapai 21,38 mm. Pada hasil penelitian Nasrun dan Nurmansyah (2016) menjelaskan bahwa isolat Pf19 dari *pseudomonas* berfluoresen juga dapat menekan pertumbuhan bakteri *R. solanacearum* yang menyebabkan penyakit layu pada tanaman nilam. Glick (2012) mengungkapkan bahwa sifat antagonistik dari *pseudomonas*

berfluoresen sangat bervariasi, tergantung pada isolat yang digunakan serta interaksi dengan patogen tertentu. Dalam penelitian ini, beberapa isolat pseudomonas berfluoresen (koleksi Advinda) yang sebelumnya belum diuji dari segi aktivitas antagonistik terhadap *R. solanacearum* pada tanaman nilam digunakan. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan dan menentukan isolat terbaik di antara beberapa isolat pseudomonas berfluoresen dalam menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* penyebab penyakit layu pada tanaman nilam.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2025 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai desain percobaan. Dalam penelitian ini terdapat 6 perlakuan (isolat yang berbeda) yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali ulangan. Parameter yang diamati adalah terbentuknya zona hambat dengan pengujian menggunakan metode cakram (*disc diffusion method*). Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Duncan's *New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Adapun prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *erlenmeyer*, gelas ukur, gelas kimia, batang pengaduk, kertas saring steril, pinset, jarum ose, mikropipet, tips, *vortex*, *waterbath*, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *oven*, *autoclave*, *shaker*, bunsen, spiritus, timbangan digital, jangka sorong, alat tulis dan kamera.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat *R. solanacearum* (koleksi Advinda) yang diisolasi dari tanaman nilam, 6 isolat pseudomonas berfluoresen (koleksi advinda), yaitu Pf LAH S1 (dari rizosfer tanaman lobak singgalang), Pf PJ2 (dari rizosfer tanaman pisang jantan), Pf PB3 (dari rizosfer tanaman pisang batu), Pf S31 (dari

rizosfer tanaman lengkung), Pf S36 (dari rizosfer tanaman jahe merah), dan PfS40 (dari rizosfer tanaman oxalis), Nutrient Agar (NA), Nutrient Broth (NB), 2,3,5-Triphenyltetrazolium Chloride (TZC), barium clorida (BaCl_2), asam sulfat (H_2SO_4), akuades steril, dan alkohol 70%, plastik wrap, *aluminium foil*, kertas label, dan plastik kaca.

2. Pembuatan Medium Nutrient Agar (NA)

Medium NA seberat 5 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, ditambahkan akuades steril hingga total volumenya mencapai 250 mL, kemudian dipanaskan sampai mendidih dengan menggunakan *hot plate* dan pengaduk magnet. Setelahnya, campuran tersebut dipindahkan ke erlenmeyer dengan penutupan rapat menggunakan aluminium foil, lalu dibungkus dengan plastik wrap untuk mencegah kebocoran dan kontaminasi. Proses sterilisasi medium dilakukan dengan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

3. Pembuatan Medium Nutrient Broth (NB)

Medium NB ditimbang sebanyak 8 gram, kemudian ditempatkan dalam beaker glass. Setelah itu, akuades ditambahkan hingga total volumenya menjadi 1.000 mL. Campuran tersebut dipanaskan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan *hot plate* sampai mendidih, lalu dipindahkan ke erlenmeyer dan ditutup rapat dengan aluminium foil serta dibungkus dengan plastik wrap. Langkah selanjutnya adalah melakukan sterilisasi pada medium menggunakan autoclave dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

4. Pembuatan Medium TZC (*Triphenyl Tetrazolium Chloride*)

Medium TZC dipersiapkan dengan menimbang 0,2 g casein hydrolysate, 2 g pepton, 1 g glukosa, dan 3,6 g agar. Campuran bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass dan dilarutkan dengan menambahkan akuades hingga total volume mencapai 500 mL. Selanjutnya, campuran tersebut dipanaskan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan *hot plate* hingga mendidih, kemudian dipindahkan ke

dalam erlenmeyer, ditutup dengan rapat menggunakan aluminium foil, dan dibungkus dengan plastik wrap. Proses sterilisasi medium dilakukan dengan autoclave pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

5. Pembuatan Medium King's B Agar

Medium King' B seberat 10,05 g dimasukkan ke dalam beaker glass, lalu ditambahkan gliserol sebanyak 3,75 mL dan akuades hingga mencapai volume 250 mL. Campuran tersebut kemudian dipanaskan sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer dan hot plate hingga mendidih, setelah itu dialihkan ke erlenmeyer, yang kemudian ditutup rapat dengan aluminium foil dan dibungkus menggunakan plastik wrap. Selanjutnya, medium disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

6. Peremajaan isolat *Pseudomonas* berfluoresen dan *R. solanacearum*

Isolat *Pseudomonas* berfluoresen koleksi Advinda diremajakan dalam cawan petri menggunakan medium padat King's B dengan teknik gores, dan diinkubasi selama 2x24 jam. Setelah itu, inokulum diperbanyak dengan mengambil satu ose dari kultur murni dalam petri, dan kemudian ditumbuhkan dalam 50 mL medium NB cair di erlenmeyer berkapasitas 250 mL, serta diaduk selama dua kali dua puluh empat jam dengan kecepatan 100 rpm. *R. solanacearum*

dari nilam diremajakan dengan ose dan digores pada media TZC, lalu diinkubasi selama 2x24 jam.

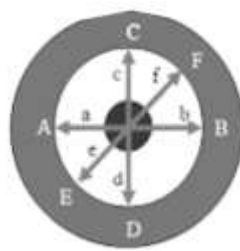
7. Uji Antagonis

Setiap isolat *pseudomonas* berfluoresen dan isolat *R. solanacearum* dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 1 mL suspensi isolat, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi akuades steril, dan disesuaikan kepadatan populasinya dengan skala 1 McFarland's (populasi 3×10^8 sel/mL).

Uji antagonis *pseudomonas* berfluoresen dilakukan dengan mengambil 1 mL suspensi *R. solanacearum* penyebab penyakit layu tanaman nilam dengan skala 1 McFarland's, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri. Selanjutnya dituangkan medium NA, dan dihomogenkan dengan cara memutar petri seperti angka delapan. Setelah medium dingin, diletakkan cakram steril yang telah ditetesi 0,1 mL suspensi isolat *pseudomonas* berfluoresen dengan skala 1 McFarland's (populasi 3×10^8 sel/mL) pada bagian tengah cawan petri, dan inkubasi selama 2x24 jam pada suhu ruang.

8. Pengamatan Penelitian

Isolat bakteri bersifat antagonis jika terbentuk zona hambat setelah dilakukan pengujian. Pengamatan dilakukan terhadap besarnya zona hambat yang terbentuk menggunakan jangka sorong. Diameter zona hambat diukur empat sisi yang berbeda, kemudian dirata-ratakan. Cara mengukur zona hambat dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Pengukuran diameter zona hambat (Mesy *et al.*, 2022)

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh isolat *Pseudomonas* berfluoresen koleksi Advinda mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Ralstonia solanacearum*, patogen penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman nilam. Hal ini dibuktikan dengan terbentuknya zona hambat di sekitar cakram yang mengandung isolat *Pseudomonas* berfluoresen setelah masa inkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Menurut Merta *et al.* (2013), zona hambat ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar cakram. Terbentuknya zona hambat mengindikasikan adanya aktivitas antagonistik dari bakteri *Pseudomonas* berfluoresen terhadap *R. solanacearum*. Kemampuan *pseudomonas* berfluoresen terhadap pertumbuhan *R. solanacearum* pada tanaman nilam dapat dilihat zona hambat yang terbentuk pada Gambar 2.



Gambar 2. Zona hambat pada *R. solanacearum* nilam.

Aktivitas antagonistik *Pseudomonas* berfluoresen terhadap patogen tular tanah telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian. Pada penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah dan Kusumawati (2018) menunjukkan bahwa isolat UB-PF6 dari *pseudomonas* berfluoresen mampu menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* pada tanaman tomat dengan ukuran zona hambat mencapai 21,38 mm. Sejalan dengan itu, hasil penelitian Nasrun dan Nurmansyah (2016) menjelaskan bahwa isolat Pf19 dari *pseudomonas* berfluoresen juga dapat menekan pertumbuhan bakteri *R. solanacearum* yang menyebabkan penyakit layu pada tanaman nilam.

Mekanisme penghambatan ini umumnya berkaitan dengan kemampuan *Pseudomonas* berfluoresen dalam menghasilkan metabolit sekunder seperti antibiotik, siderofor, enzim hidrolitik, serta senyawa volatil yang bersifat antibakteri. Menurut Haas dan Défago (2005), bakteri *pseudomonas* berfluoresen diketahui mampu memproduksi senyawa antibiotik seperti fenazin, 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG), pyoluteorin, dan pyrrolnitrin yang berperan penting dalam menekan pertumbuhan patogen tular tanah. Selain itu *pseudomonas* berfluoresen juga menghasilkan siderofor yang berfungsi mengikat ion besi (Fe^{3+}), sehingga ketersediaan besi bagi patogen menjadi terbatas dan menghambat pertumbuhannya (Hasanuddin, 2011). Advinda (2020) menyatakan bahwa *pseudomonas* berfluoresen ini juga mampu menghasilkan berbagai senyawa seperti HCN, siderofor, pelarut fosfat, dan *Indole Acetic Acid* (IAA). Menurut Weller (2007), *Pseudomonas* berfluoresen juga dikenal sebagai agen pengendali hayati yang efektif karena mampu berkolonisasi dengan baik di rizosfer serta menghasilkan senyawa antimikroba yang mampu menekan pertumbuhan patogen tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Soesanto *et al.*, (2010), bahwa *pseudomonas* berfluoresen isolat P60 mampu meningkatkan senyawa fenol (tanin, saponin, dan glikosida) di dalam jaringan tanaman dan dapat memberikan ketahanan serta antibiosis bagi tanaman sehingga dapat digunakan sebagai agen bikontrol. Menurut Haas dan Défago (2005), tidak semua isolat *Pseudomonas* berfluoresen memiliki kemampuan biokontrol yang sama, karena aktivitas antagonistik sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi lingkungan, serta interaksi mikroba di sekitarnya.



Gambar 3
Pembuatan medium



Gambar 4
Peremajaan isolat
Ralstonia solanacearum



Gambar 5 Peremajaan
isolat *pseudomonas*
berfluoresen



Gambar 6
Pengukuran zona
hambat

Tabel 1. Rata-rata Zona Hambat pseudomonas berfluoresen terhadap bakteri *R. solanacearum* pada tanaman nilam.

Kode Isolat	Zona Hambat <i>R. solanacearum</i> Nilam(mm)
Pf S31	7,27
Pf LAH S1	8,37
Pf S40	9,67
Pf PJ2	10,96
Pf PB3	12,36
Pf S36	20,37

Berdasarkan hasil pengukuran rerata diameter zona hambat, isolat Pf S36 menunjukkan daya hambat tertinggi terhadap *R. solanacearum* dengan diameter zona hambat sebesar 20,37 mm, sedangkan isolat Pf S31 memiliki daya hambat terendah yaitu sebesar 7,26 mm. Perbedaan besar zona hambat ini mengindikasikan adanya variasi kemampuan antagonistik antar isolat *Pseudomonas* berfluoresen. Variasi tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan kemampuan masing-masing isolat dalam memproduksi senyawa antibakteri atau perbedaan laju pertumbuhan dan adaptasi terhadap media uji. Isolat dengan daya hambat lebih besar diduga menghasilkan antibiotik dalam jumlah lebih tinggi atau memiliki efektivitas yang lebih kuat dalam menghambat pertumbuhan patogen.

Hasil pengukuran rerata diameter zona hambat menunjukan adanya variasi daya hambat antar isolat *pseudomonas* berfluoresen. Lingga *et al.* (2016) menyatakan bahwa semakin besar zona hambat semakin besar pula kemampuan untuk menghambat bakteri. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa setiap isolat memiliki kemampuan antagonistik yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh variasi genetic antar isolat yang berpengaruh terhadap jenis dan jumlah senyawa antibakteri yang dihasilkan (Weller, 2007). Menurut Ababa (2024), *R. solanacearum* merupakan spesies kompleks yang memiliki keragaman fisiologis dan genetic yang tinggi, sehingga sensitivitasnya terhadap agen antagonis juga bervariasi.

Kemudian untuk hasil uji *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan SPSS untuk zona hambat *pseudomonas* berfluoresen terhadap bakteri *R. solanacearum* pada tanaman nilam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji Anova zona hambat pseudomonas berfluoresen terhadap bakteri *R. solanacearum* pada tanaman nilam

Zona Hambat	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	332.244	5	66.449	2.321	0.108
Within Groups	343.498	12	28.625		
Total	675.741	17			

Tabel 2 tersebut merupakan hasil uji Anova zona hambat. Pada tabel dapat dilihat bahwa zona hambat *pseudomonas* berfluoresen terhadap bakteri *R. solanacearum* pada tanaman nilam nilai F hitung 2.321 lebih kecil daripada F tabel 5% (3.110) dan diperkuat dengan signifikasi sebesar 0.108 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukan bahwa secara statistik tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan isolat *Pseudomonas* berfluoresen terhadap daya hambat *R. solanacearum*. Tidak adanya perbedaan nyata ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat variasi ukuran zona hambat secara numerik, kemampuan penghambatan antar isolat masih berada dalam rentang yang relatif sama. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara

lain jumlah ulangan yang terbatas, variabilitas biologis antar isolat, serta keseragaman mekanisme antagonistik yang dimiliki oleh isolat-isolat tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Zehra *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa interaksi antara agen hayati dan patogen sangat kompleks dan dipengaruhi oleh factor fisiologis, genetik, serta lingkungan. Hasil uji statistik yang tidak berbeda nyata tidak selalu menunjukkan bahwa perlakuan tidak memiliki efek, tetapi dapat mengindikasikan bahwa variasi data antar perlakuan masih cukup besar sehingga perbedaan secara statistik belum terdeteksi.

Meskipun tidak terdapat perbedaan nyata secara statistik, fakta bahwa seluruh isolat mampu membentuk zona hambat menunjukkan potensi

besar *Pseudomonas* berfluoresen sebagai agen pengendali hayati *R. solanacearum*. Hal ini sejalan dengan penelitian Nur *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa aplikasi bakteri antagonis, khususnya *Pseudomonas* berfluoresen, berpotensi menekan intensitas penyakit layu bakteri pada berbagai tanaman inang. Hasil penelitian ini Isolat Pf S26 menunjukkan potensi tertinggi dalam menghambat pertumbuhan patogen *R. solanacearum* dan memperkuat peran *Pseudomonas* berfluoresen sebagai kandidat agens hayati yang ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit layu bakteri pada tanaman nilam. Pemanfaatan bakteri antagonis ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengendalian penyakit yang berkelanjutan serta mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semua isolat *pseudomonas* berfluoresen yang diuji mempunyai kemampuan dalam menghambat *R. solanacearum* penyebab penyakit layu pada tanaman nilam. Isolat dengan kemampuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* pada tanaman nilam adalah isolat Pf S36 dengan zona hambat sebesar 20,37 mm namun tidak adanya perbedaan nyata antar isolat lainnya karena efektifitas penghambatan yang relatif seragam.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan dilakukan penelitian lanjutan untuk menguji efektivitas isolat *Pseudomonas* berfluoresen secara *in vivo* atau di lapangan guna mengetahui kemampuan sebenarnya dalam menekan penyakit layu bakteri pada tanaman nilam. Selain itu, perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut terhadap mekanisme antagonistik yang dimiliki oleh isolat-isolat *Pseudomonas* berfluoresen, seperti produksi antibiotik, siderofor, dan enzim hidrolitik.

DAFTAR RUJUKAN

Ababa, G. 2024. Pathogenic Diversity, Ecology, Epidemiology, and Management Practices of the Potato Cavterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*) Disease. *Journal Cogent Food & Agriculture*, 10(1): 1-18.

Advinda, L. 2020. *Pseudomonad Fluoresen Agens Biokontrol Blood Disease Bacteria*

(BDB) Tanaman Pisang, (Monograf). Yogyakarta: Deepublish.

Febriani, I., Advinda, L., Handayani, D., Farma, S. a., Putri, D. H. 2023. Asosiasi *Pseudomonad* Fluoresen pada Rizosfir Tanaman. *Serambi Biologi*, 8(2), 117-122.

Gabriel, D.W., Allen, I.C., Schell, M., Denny, T.P., Greenberg, J.T., Duan, Y.P., Cruz, Z. F., Huang, Q., Clifford, J. M., Presting, G., González, E.T., Reddy, J., Elphinstone, J., Swanson, J., Yao, J., Mulholland, V., Liu, L., Farmerie, W., Patnaikuni, M., Balogh, B., Norman, I.D., Alvarez, A., Castillo, J.A., Jones, J., Saddler, G., Walunas, T., Zhukov, A., Mikhailova, N. 2006. Identification of Open Reading Frames Unique to a Select Agent: *Ralstonia solanacearum* Race 3 Biovar 2. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19 (1): 69-79.

Glick, B. R. 2012. Plant Growth-promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. *Scientifica*, 2012, Article ID 963401.

Haas, D., & Défago, G. 2005. Biological Control of Soil-borne Pathogens by fluorescent *Pseudomonads*. *Nature Reviews Microbiology*, 3(4): 307–319.

Harli. 2016. Identifikasi dan Potensi Perluasan Tanaman Nilam (*Pogestemon cablin* Benth) di Bawah Tegakan Kakao di Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Agrovital*, 1(1): 21-26.

Hasanuddin. 2011. Uji Aktivitas Antibiosis *Pseudomonads* Pendarfluor Terhadap *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) imazeki Penyebab Penyakit Akar Putih. *Jurnal HPT Tropika*, 11(1): 87-94.

Istiqomah & Kusumawati, E. 2018. Pemanfaatan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam Pengendalian Hayati *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Bakteri pada Tomat. *Jurnal Agroindustri*, 5(1): 1-12.

Khairan, K., Husna, N., Maisyarah, H., & Diah, M. 2025. Formulation and Evaluastion of Liquid Parfum from Natural Fragrance Using Patchouli Oil. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 12 (2): 119-129.

Lingga, A. R., Pato, U., & Rossi, E. 2016. Uji Antibakteri Ekstrak Batang Kecombrang (*Nicolaia speciosa* horan) Terhadap

- Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Jom Faperta*, 3(1): 1-15.
- Merta, I. W., Nuidja, I. N. & Marwati, N. M. 2013. Ekstrak Gambir Memiliki Daya Hambat Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara in Vitro. *Jurnal Skala Husada*, 10(1): 39-43.
- Mesy, M. AR., Lestari, M. D., Setiawan, U. N., Setyaningrum, E., Nukmal, N., Arifyianto, & A., Aeny, T. N. 2022. Uji Daya Hambat Pertumbuhan Mikroba Patogen oleh *Streptomyces sp. strain* 188 Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Bioekperimen*, 8(2): 88-96.
- Nasrun & Nurmansyah. 2016. Keefektifan Formula *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Layu Bakteri dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Nilam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12 (2): 46-52.
- Nur. M. S., Mohd, Z. A. W., & Sapak, Z. 2023. The Potential of *Pseudomonas fluorescens* as Biological Control Agent Against Sheath Blight Disease in Rice: a Systematic review. *Journal Food Research*, 7(2): 46-56.
- Rambe, T. R., Parinduri, W. M., Wandu, L., Nasir, M., Sulaimant, Herdiani, E., Maharani, E. P., & Sunita. 2022. Pemanfaatan Minyak Atsiri Daun Nilam untuk Mengobati Sakit Kepala. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2): 62-68.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., & Rahayuniati, R.F. 2010. Kajian Mekanisme Antagonis *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sp. Lycopersici* pada Tanaman Tomat in Vivo. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan Tropis*, 10(2): 108-115.
- Setiawan, A.W. 2019. Epidemiologi Penyakit Layu Bakteri dan Perkembangan Kompleks Spesies *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Galung Tropika*, 8(3): 243-270.
- Weller, D. M. 2007. *Pseudomonas* Biocontrol Agents of Soilborne Pathogens: Looking Back Over 30 Years. *Jurnal Phytopathology*, 97(2): 250–256.
- Yuliar, Nion, Y. A., & Toyota, K. 2015. Recent trends in control methods for bacterial wilt diseases caused by *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Microbes and environments*, 30(1): 1-11.
- Zehra, A., Raytekar, N. A., Meena, M., & Swapnil, P. 2024. Efficiency of Microbial Bio-agents as Elicitors in Plant Defense Mechanism Under Biotic Stress: A Review. *Current Research in Microbial Sciences*, vol, 2.