

**AKTIVITAS ANTIMIKROBA BAKTERI ENDOFIT
(*Pseudomonas Berfluoresen*) DARI AKAR PISANG BUAH
(*Musa x paradisiaca* L.) SECARA *IN VITRO***



**ASTRID
NIM.22032053/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**AKTIVITAS ANTIMIKROBA BAKTERI ENDOFIT
(Pseudomonas Berfluoresen) DARI AKAR PISANG BUAH
(*Musa x paradisiaca* L.) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**OLEH:
ASTRID
NIM.22032053/2022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit (*Pseudomonas*
Berfluoresen) dari Akar Pisang Buai (*Musa × paradisiaca* L.)
secara In Vitro

Nama : Astrid

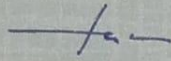
NIM/TM : 22032053/2022

Program Studi : Biologi NK

Departemen : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Padang, 27 Februari 2026
Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



Dezi Handayani, M.Si.
NIDN. 197701262006042002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

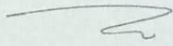
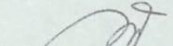
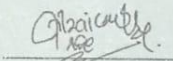
Nama : Astrid
NIM/TM : 22032053/2022
Program Studi : Biologi NK
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

AKTIVITAS ANTIMIKROBA BAKTERI ENDOFIT (*Pseudomonas* Berfluoresen) DARI AKAR PISANG BUAH (*Musa x paradisiaca* L.) SECARA IN VITRO

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Biologi, Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 27 Februari 2026

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dezi Handayani, M.Si.	
Anggota	: Dr. Irdawati, M. Si.	
Anggota	: Dr. Filza Yulina Ade, S.Si., M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

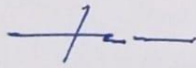
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Astrid
NIM/TM : 22032053/2022
Program Studi : Biologi NK
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya yang berjudul "Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit (*Pseudomonas* Berfluoresen) Dari Akar Pisang Buai (*Musa × paradisiaca* L.) Secara In Vitro" adalah benar hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang dituliskan dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed.
NIP. 197508152006042001

Padang, 08 Mei 2026

Saya yang menyatakan,



Astrid
NIM. 22032053

AKTIVITAS ANTIMIKROBA BAKTERI ENDOFIT (*Pseudomonas* Berfluoresen) DARI AKAR PISANG BUAI (*Musa x paradisiaca* L.) SECARA *IN VITRO*

Astrid

ABSTRAK

Peningkatan resistensi antimikroba menyebabkan pengobatan infeksi bakteri dan jamur menjadi semakin sulit, sehingga diperlukan sumber antimikroba alternatif yang efektif dan berkelanjutan. Bakteri endofit, khususnya *Pseudomonas* berfluoresen, diketahui mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai agen antibakteri dan antijamur. Akar pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) merupakan salah satu sumber bakteri endofit yang berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah isolat *Pseudomonas* berfluoresen dari akar pisang buai yang memiliki aktivitas antimikroba serta menentukan isolat dengan aktivitas terbaik terhadap mikroba uji.

Penelitian ini merupakan eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 44 isolat dan tiga kali ulangan. Uji aktivitas antimikroba dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode inokulasi titik terhadap *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans*. Parameter yang diamati adalah diameter zona hambat, kemudian dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 3 isolat mampu menghambat *E. coli*, 8 isolat mampu menghambat *S. aureus*, dan 40 isolat mampu menghambat *C. albicans*. Isolat PFPB 32 menunjukkan aktivitas terbaik terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, sedangkan isolat PFPB 300 menunjukkan aktivitas antijamur terbaik terhadap *C. albicans*. Perbedaan aktivitas antar isolat menunjukkan adanya variasi potensi antimikroba. Dengan demikian, bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen dari akar pisang buai berpotensi sebagai sumber agen antimikroba, terutama sebagai antijamur terhadap *C. albicans*.

Kata kunci: Bakteri Endofit, *Pseudomonas* Berfluoresen, Aktivitas Antimikroba.

**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ENDOPHYTIC BACTERIA
(*Pseudomonas Berfluoresen*) FROM BANANA ROOTS (*Musa x
paradisiaca L.*) IN VITRO**

Astrid

ABSTRACT

*The increasing incidence of antimicrobial resistance has reduced the effectiveness of conventional treatments for bacterial and fungal infections, highlighting the need for alternative and sustainable antimicrobial sources. Endophytic bacteria, particularly fluorescent Pseudomonas, are known to produce secondary metabolites with antibacterial and antifungal properties. Banana roots (*Musa × paradisiaca L.*) represent a potential source of endophytic bacteria capable of producing bioactive compounds. This study aimed to determine the number of fluorescent Pseudomonas isolates from banana roots that exhibit antimicrobial activity and to identify the isolates with the highest activity against test microorganisms.*

This experimental study employed a Completely Randomized Design (CRD) involving 44 isolates with three replications. Antimicrobial activity was evaluated in vitro using the spot inoculation method against Eschericia coli, Staphylococcus aureus, and Candia albicans. The diameter of inhibition zones was measured and analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

The results showed that 3 isolates inhibited E. coli, 8 isolates inhibited S. aureus, and 40 isolates inhibited C. albicans. Isolate PFPB 32 demonstrated the highest activity against E. coli and S. aureus, while isolate PFPB 300 exhibited the strongest antifungal activity against C. albicans. The variation in antimicrobial activity among isolates indicates differences in their bioactive potential. Therefore, endophytic fluorescent Pseudomonas from banana roots has promising potential as a source of antimicrobial agents, particularly as an antifungal agent against C. albicans.

Keywords: *Endophytic Bacteria, Fluorescent Pseudomonas, Antimicrobial Activity*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Sang Pemilik ilmu pengetahuan, atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya yang tiada henti. Berkat kuasa dan izin-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit (*Pseudomonas Berfluoresen*) Dari Akar Pisang Buai (*Musa x paradisiaca* L.) Secara *In Vitro*”** sebagai syarat kelulusan program sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penyusunan skripsi ini merupakan perjalanan panjang yang penuh dengan tantangan, pembelajaran, dan pengalaman berharga. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian karya ilmiah ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan, doa, serta dukungan dari berbagai pihak yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis.

Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M. Biomed selaku Ketua Departemen Biologi, yang telah memfasilitasi kebutuhan akademik penulis melalui sarana dan prasarana departemen, serta nasihat dan arahan yang memotivasi penulis selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dezi Handayani, M.Si. selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta kritik membangun mulai dari tahap perencanaan penelitian hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Dr. Irdawati, M. Si. dan Ibu Dr. Filza Yulina Ade, S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritikan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
4. Ibu Irma Leilani Eka Putri, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik (PA), yang telah membimbing dan memberikan arahan akademik.
5. Bapak dan Ibu Dosen Staf Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama penulis duduk di bangku kuliah.

6. Kedua Orang tua tercinta Bapak Eri Cagag dan Ibu Irawati yang merupakan sumber kekuatan utama bagi penulis. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, pengorbanan yang tidak terhitung, serta kasih sayang dan dukungan moral maupun material yang menjadi pendorong penulis untuk menyelesaikan studi ini.
7. Abang dan adik-adikku, Gofal, A.Md.T., Kesyanovi Ikhsana, Qurratul Aini, dan Tanzeela Xena, tak lupa kepada ibu Ilmawati, Endramawati, dan Nurhayati telah menjadi *support system* terbaik bagi penulis.
8. Sahabat penulis (Filia, Azzahara, dan Aliviannisa) yang telah menemani penulis dari awal perkuliahan sampai sekarang.
9. Teman-teman penelitian (Muthmainnah, Layla, Palupi dan Eka) terima kasih atas semua bantuan, dukungan dan kerjasamanya.
10. Kak Tesya dan kak Liza atas bimbingan, berbagi pengalaman, dan motivasinya yang sangat membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga besar Biologi 2022 yang selalu memberikan dukungan serta semangat.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Padang, 11 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Hipotesis Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Pseudomonas Berfluoresen	7
B. Bakteri Endofit.....	10
C. Pisang Buai (<i>Musa × paradisiaca</i> L.).....	11
D. Mikroba Uji.....	13
E. Antimikroba.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Jenis Penelitian	20
B. Waktu Dan Tempat Penelitian	20
C. Alat Dan Bahan.....	20
D. Rancangan Penelitian.....	21
E. Prosedur Penelitian	21
F. Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Hasil Pengamatan	28
B. Pembahasan	30
BAB V PENUTUP	36
A. Kesimpulan.....	36
B. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi mikroskopis sel bakteri <i>Pseudomonas</i> berfluoresen	8
2. <i>Pseudomonas</i> berfluoresen di medium King's B	9
3. Zona hambat antimikroba.....	26
4. Zona hambat <i>Pseudomonas</i> Berfluoresen terhadap mikroba uji.....	28
5. Diagram zona hambat isolat <i>Pseudomonas</i> berfluoresen terhadap <i>E. coli</i>	29
6. Diagram zona hambat isolat <i>Pseudomonas</i> berfluoresen terhadap <i>S. aureus</i>	29
7. Diagram zona hambat isolat bakteri endofit <i>Pseudomonas</i> berfluoresen terhadap <i>C. albicans</i>	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Rata-rata diameter zona hambat isolat <i>Pseudomonas</i> pada mikroba uji.	38
2. Hasil Uji ANOVA pada masing-masing mikroba uji.	50
3. Tabel hasil uji DMRT terhadap masing-masing mikroba uji.....	51
4. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	55

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit infeksi merupakan salah satu isu kesehatan masyarakat utama di negara-negara maju maupun berkembang, termasuk Indonesia. Hal ini terus menjadi faktor kunci peningkatan morbiditas dan mortalitas. Penyakit ini dapat menular dari individu ke individu atau dari hewan ke manusia, dan disebabkan oleh berbagai mikroorganisme seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur (Hasanah *et al.*, 2021). Untuk mengatasi masalah ini, obat-obatan antimikroba seperti antibiotik, antijamur, antivirus, dan antiprotozoal sering digunakan (Lestari & Marchaban, 2023).

Penggunaan antimikroba yang tidak sesuai dengan anjuran medis menjadi salah satu permasalahan serius dalam kesehatan global karena dapat memicu terjadinya resistensi antimikroba atau *Antimicrobial Resistance* (AMR). Resistensi antimikroba telah diakui oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai salah satu ancaman kesehatan terbesar di era modern, karena kondisi ini dapat menurunkan efektivitas obat dalam mengatasi penyakit infeksi. WHO menyatakan bahwa krisis resistensi ini dapat menghambat kemampuan tenaga medis dalam mengobati infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus, maupun jamur (Wasir *et al.*, 2024). Resistensi biasanya muncul akibat penggunaan antimikroba yang tidak rasional, seperti penggunaan tanpa resep, dosis yang tidak tepat, serta kesalahan dalam cara dan jadwal pemberian (Izati *et al.*, 2024). Sehingga, diperlukan upaya pencarian alternatif sumber antimikroba baru yang lebih efektif guna mengatasi permasalahan resistensi yang terus meningkat.

Peningkatan angka resistensi antimikroba di dunia telah menyebabkan kegagalan pengobatan, perpanjangan durasi penyakit, serta peningkatan angka kematian. Menurut perkiraan *World Health Organization* (2024), resistensi antimikroba menyebabkan sekitar 1,27 juta kematian langsung dan berkontribusi pada 4,95 juta kematian secara global pada tahun 2019.

Staphylococcus aureus adalah salah satu bakteri patogen yang mampu memicu infeksi. Informasi terkait infeksi *S. aureus* telah menunjukkan peningkatan dalam kurun waktu 20 tahun terakhir. *S. aureus* menjadi bakteri patogen paling umum yang menyebabkan infeksi di Amerika Serikat dan Eropa, dengan tingkat kejadian sebesar 18-30%. Tingkat kejadian ini hampir setara dengan yang sedang terjadi di wilayah Asia dan Indonesia, yaitu 23,5% (Mehraj *et al.*, 2014). Tidak hanya *S. aureus*, *Escherichia coli* juga bersifat patogen dan dapat menimbulkan infeksi. Prevalensi infeksi yang disebabkan oleh bakteri *E. coli* sangat tinggi di negara berkembang dengan perkiraan angka kejadian lebih dari 100 kasus per 100.000 penduduk per tahun. Sedangkan di negara maju, perkiraan tingkat kejadian infeksi bakteri *E. coli* adalah 48 kasus per 100.000 penduduk per tahun (Bonten *et al.*, 2021).

Selain *S. aureus* dan *E. coli*, infeksi juga dapat disebabkan oleh mikroorganisme lain, termasuk jamur *Candida albicans*, yang sering menimbulkan infeksi jaringan lunak pada rongga mulut. *C. albicans* merupakan bagian dari flora normal tubuh dan paling banyak ditemukan pada kulit, membran mukosa, rongga mulut, saluran pencernaan, serta saluran pernapasan. Pada kondisi normal, *C. albicans* bersifat non-patogen. Namun, ketika ada faktor predisposisi seperti penurunan sistem kekebalan tubuh atau penggunaan antimikroba berlebihan, jamur

ini dapat berubah menjadi patogen dan menyebabkan infeksi (Selviani *et al.*, 2024) situasi ini semakin menyoroti perlunya pendekatan inovatif dan cepat untuk mengatasi resistensi antimikroba, karena obat-obatan standar semakin kehilangan efektivitasnya terhadap patogen yang semakin adaptif.

Bakteri endofit dari berbagai tanaman merupakan alternatif potensial sebagai sumber antimikroba baru. Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman inang tanpa menyebabkan gejala-gejala penyakit pada tanaman inangnya. Beberapa jenis bakteri endofit telah dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri, antimalaria, dan antifungi (Purwanto *et al.*, 2017).

Pseudomonas berfluoresen merupakan salah satu bakteri endofit yang diketahui memiliki aktivitas antimikroba. Bakteri ini mampu menghasilkan metabolit sekunder seperti fenazin, siderofor, dan lipopeptida yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur patogen (Gross & Loper, 2009; Haas & Défago, 2005). Fenazin bekerja dengan mengganggu respirasi sel mikroorganisme, sedangkan siderofor berperan dalam kompetisi besi sehingga menekan pertumbuhan patogen (Gross & Loper, 2009; Haas & Défago, 2005). Oleh karena itu, *Pseudomonas* berfluoresen berpotensi sebagai sumber antimikroba alternatif.

Salah satu tanaman yang berpotensi mengandung bakteri endofit yang bermanfaat adalah pisang buai (*Musa x paradisiaca* L.). Pisang buai (*Musa x paradisiaca* L.) merupakan tanaman tropis yang memiliki sistem perakaran kaya mikroorganisme endofit. Akar tanaman pisang menghasilkan eksudat yang mendukung kolonisasi dan aktivitas bakteri endofit (Thomas & Reddy, 2013). Beberapa penelitian melaporkan bahwa akar dan rizosfer tanaman pisang

merupakan sumber bakteri *Pseudomonas* berfluoresen. Febriani *et al* (2022) melaporkan keberhasilan isolasi *Pseudomonas* fluoresen dari rizosfer pisang berdasarkan karakteristik fluoresensi pada media *King's B*. Sementara itu, Lv *et al* (2023) berhasil mengisolasi 69 strain *Pseudomonas* dari akar dan rizosfer pisang, yang menunjukkan aktivitas antagonis terhadap patogen tanah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bakteri *Pseudomonas* dari akar pisang berpotensi dikembangkan sebagai sumber agen antimikroba.

Penelitian pendahuluan telah berhasil mengisolasi sebanyak 44 isolat *Pseudomonas* berfluoresen dari akar tanaman pisang buai. Bagian akar dipilih karena akar merupakan zona interaksi langsung antara tanaman dan mikroorganisme di lingkungan tanah, di mana nutrisi dan eksudat akar mendukung pertumbuhan bakteri endofit seperti *Pseudomonas* berfluoresen (Gusnadi *et al.*, 2023). *Pseudomonas* berfluoresen tersebut kemungkinan memiliki potensi untuk menghasilkan senyawa antimikroba.

Pseudomonas berfluoresen diketahui mampu menghasilkan senyawa phenazine, yang memiliki sifat antibakteri dan antijamur, sehingga berpotensi dalam mengatasi patogen resisten (Haas & Défago, 2005). Selain itu, *Pseudomonas* berfluoresen juga berperan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), yang dapat mengolonisasi akar tanaman serta secara efisien mengaktifkan mekanisme pertahanan tanaman (Probowati *et al.*, 2021). Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit (*Pseudomonas* berfluoresen) dari Akar Pisang Buai (*Musa x paradisiaca* L.) secara *In Vitro*.”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen dari akar tanaman pisang buai yang memiliki aktivitas antimikroba?
2. Isolat *Pseudomonas* berfluoresen dari akar tanaman pisang buai manakah yang menunjukkan aktivitas antimikroba terbaik?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui jumlah isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen dari akar tanaman pisang buai yang memiliki aktivitas antimikroba.
2. Mengetahui aktivitas antimikroba isolat *Pseudomonas* berfluoresen dari akar tanaman pisang buai yang terbaik.

D. Hipotesis Penelitian

1. Bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen yang diisolasi dari akar tanaman pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) memiliki aktivitas antimikroba terhadap *E. coli*, *S. aureus*, dan *C. albicans* secara *in vitro*.
2. Aktivitas antimikroba antar isolat *Pseudomonas* berfluoresen dari akar tanaman pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) berbeda secara nyata, sehingga dapat ditentukan isolat dengan aktivitas antimikroba terbaik.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif sumber antimikroba alami untuk mengatasi masalah resistensi antimikroba.
2. Mendukung pengembangan solusi inovatif dan berkelanjutan dalam upaya

penanganan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan jamur resisten obat.

3. Menambah wawasan ilmiah mengenai peran bakteri endofit dalam pengembangan agen antimikroba yang ramah lingkungan dan efektif.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen yang diperoleh dari akar tanaman pisang buai yang mampu menghambat *E. coli* sebanyak 3 isolat, menghambat *S. aureus* sebanyak 8 isolat, dan menghambat *C. albicans* sebanyak 40 isolat.
2. Isolat yang menunjukkan aktivitas antimikroba terbaik adalah PFPB 32 terhadap bakteri *E. coli* dengan kategori sedang dan *S. aureus* dengan kategori kuat, serta isolat PFPB 300 terhadap jamur *C. albicans* dengan kategori sangat kuat.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, isolat *Pseudomonas* berfluoresen yang memiliki aktivitas antimikroba terbaik disarankan untuk diteliti lebih lanjut, terutama untuk mengetahui senyawa antimikroba yang dihasilkan. Penelitian selanjutnya juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengujian serta jenis mikroba uji yang lebih beragam guna memperoleh informasi mengenai spektrum aktivitas antimikroba yang lebih luas. Selain itu, diperlukan penelitian lanjutan secara *in vivo* untuk mengetahui efektivitas dan keamanan isolat sebelum dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alattas, H., Glick, B. R., Murphy, D. V., & Scott, C. (2024). Harnessing *Pseudomonas* spp. for sustainable plant crop protection. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1–21. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1485197>
- Asril, M., Mahyarudin, Rini, I. A., Nurfitriani, A., Junairiah, Hidayah, N., Fatiha, L. A., Lestari, W., Ikerismawat, S., & Novianto, E. D. (2024). *Bioteknologi Senyawa Antimikroba*. Yayasan Kita Menulis. <https://www.researchgate.net/publication/379607235>
- Aswathy, A. J., Jasim, B., Jyothis, M., & Radhakrishnan, E. K. (2013). Identification of two strains of *Paenibacillus* sp. as indole 3 acetic acid-producing rhizome-associated endophytic bacteria from *Curcuma longa*. *Biotech*, 3(3), 219–224. <https://doi.org/10.1007/s13205-012-0086-0>
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibensouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Bonten, M., Johnson, J. R., Van Den Biggelaar, A. H. J., Georgalis, L., Geurtsen, J., De Palacios, P. I., Gravenstein, S., Verstraeten, T., Hermans, P., & Poolman, J. T. (2021). Epidemiology of *Escherichia coli* Bacteremia: A Systematic Literature Review. *Clinical Infectious Diseases*, 72(7), 1211–1219. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa210>
- Dewi, A. K. (2013). Isolation, Identification and Sensitivity Test of *Staphylococcus aureus* against Amoxicillin of the Milk sample in the Mastitis Crossbred Ettawa Goat at Girimulyo Area, Kulon Progo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2), 138–150. <https://doi.org/10.22146/jsv.3780>
- Djereng, D. K., Kawuri, R., & Ramona, Y. (2017). Potensi *Bacillus* sp. B3 sebagai agen biokontrol penyakit layu bakteri Yang Disebabkan Oleh *Ralstonia* sp. pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) potential. *Metamorf. J.Biol. Sains*, 4(2), 237–246.
- Febriani, I., Wulandari, P., Yulita, R., Advinda, L., Junaidi, & Priyanti. (2022). Isolation of Fluorescent *Pseudomonas* from Banana Rhizosphere. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(2), 601–607.
- Gouda, S., Das, G., Sen, S. K., Shin, H. S., & Patra, J. K. (2016). Endophytes: A treasure house of bioactive compounds of medicinal importance. *Frontiers in Microbiology*, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01538>
- Gross, H., & Loper, J. E. (2009). Genomics of secondary metabolite production by *Pseudomonas* spp. *Natural Product Reports*, 26(11), 1408–1446. <https://doi.org/10.1039/b817075b>

- Gusnadi, B., Advinda, L., Anhar, A., Putri, I. L. E., & Chatri, M. (2023). *Pseudomonas fluorescens* Sebagai Agen Biokontrol Pengendali Berbagai Penyakit Tanaman. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 123–128.
- Haas, D., & Défago, G. (2005). Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature Reviews Microbiology*, 3(4), 307–319. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1129>
- Hasanah, U., Shafwan, A., Pulungan, S., & Gultom, S. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Penyebab Infeksi Pada Kulit Dari Jamur Endofit Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.). *Jurnal Biosains*, 7(3), 152–156. <https://doi.org/10.24114/jbio.v7i3.28837>
- Indrayati, S., & Sari, R. I. (2018). Gambaran *Candida albicans* pada bak penampung air di toilet sdn 17 batu banyak kabupaten solok. *Jurnal kesehatan perintis (Perintis's Health Journal)*, 5(2), 133–138. <https://doi.org/10.33653/jkp.v5i2.148>
- Kadhim, S. R. (2015). Efficacy of the Bioactive Substance of *Pseudomonas fluorescens* against Bacteria from Skin Infections. *Intern J Pharm Sci Rev and Res*, 34(2), 193–196.
- Kamazeri, T. S. A. T., Samah, O. A., Taher, M., Susanti, D., & Qaralleh, H. (2012). Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(3), 202–209. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(12\)60025-X](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(12)60025-X)
- Kumalasari, E., Agustina, D., & Ariani, N. (2020). Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* merr.) Terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 3(1), 75–84. <https://doi.org/10.36387/jifi.v3i1.497>
- Kusumawati, D. E., Pasaribu, F. H., & Bintang, M. (2014). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit dari Tanaman Miana (*Coleus scutellarioides* [L.] Benth.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Current Biochemistry*, 1(1), 45–50. <https://doi.org/10.29244/cb.1.1.45-50>
- Lestari, M. P., & Marchaban. (2023). Upaya Pencegahan Resistensi Antibiotik dengan Edukasi Penggunaan Obat yang Rasional. *Journal of Innovation in Community Empowerment*, 5(2), 86–90. <https://doi.org/10.30989/jice.v5i2.965>
- Lv, N., Tao, C., Ou, Y., Wang, J., Deng, X., Liu, H., Shen, Z., Li, R., & Shen, Q. (2023). Root-Associated Antagonistic *Pseudomonas* spp. Contribute to Soil Suppressiveness against Banana Fusarium Wilt Disease of Banana. *Microbiology Spectrum*, 11(2), 1–18.

- Mehraj, J., Akmatov, M. K., Strömpl, J., Gatzemeier, A., Layer, F., Werner, G., Pieper, D. H., Medina, E., Witte, W., Pessler, F., & Krause, G. (2014). Methicillin-sensitive and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nasal carriage in a random sample of non-hospitalized adult population in Northern Germany. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107937>
- Mousa, W. K., & Raizada, M. N. (2013). The diversity of anti-microbial secondary metabolites produced by fungal endophytes : an interdisciplinary perspective. *Frontiers in Microbiology*, 4(65), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00065>
- Mutiawati, V. K. (2016). Pemeriksaan mikrobiologi pada *Candida albicans*. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 16(1), 53–63. <https://doi.org/10.1214/aop/1176991250>
- Nikaido, H. (2003). Molecular Basis of Bacterial Outer Membrane Permeability Revisited. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67(4), 593–656. <https://doi.org/10.1128/MMBR.67.4.593>
- Niken, Yusuf, R. N., & Annita. (2022). Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) Terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 726–735.
- Novilla, A., Nursidika, P., & Mahargyani, W. (2017). Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*) yang Berpotensi sebagai Anti Kandidiasis. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 161. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1447>
- Nuraini, F. E., Putri, D. H., Advinda, L., Irdawati, Handayani, D., Nazri, L. M., Wulandari, T., & Febrianti, L. (2026). Uji aktivitas antimikroba bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans*. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 47–53.
- Nurwahidah, A., & Alif, T. (2022). Potensi air rebusan kedelai sebagai media alternatif perbanyakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebagai agen hayati. *Jurnal Matematika & Sains*, 2(1), 203–210.
- Panjaitan, R. S., & Madayanti, F. (2017). Uji aktivitas antibakteri ekstrak kasar lipid *Ulva fasciata* terhadap *Bacillus cereus*. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(1), 14–24. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i1.1295>
- Pappas, P. G., Lionakis, M. S., Arendrup, M. C., Ostrosky-Zeichner, L., & Kullberg, B. J. (2018). Invasive candidiasis. *Nature Reviews Disease Primers*, 4(1), 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/nrdp.2018.26>
- Probowati, W., Nugraheni, I. A., & Aryani, T. (2021). Efektivitas pupuk cair *Pseudomonas fluorescens* agensia pengendali hayati terhadap penyakit mosaik tanaman kakao. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 7(1), 42–49.

- Purwanto, U. M. S., Pasaribu, F. H., & Bintang, M. (2017). Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Potensinya sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Current Biochemistry*, 1(1), 51–57. <https://doi.org/10.29244/cb.1.1.51-57>
- Raaijmakers, J. M., Vlami, M., & Souza, J. T. De. (2002). Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. *Antonie van Leeuwenhoek*, 8(1), 537–547.
- Razak, A., Djamal, A., & Revilla, G. (2013). Uji daya hambat air perasan buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* S.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara *In Vitro*. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 2(1), 5–8. <https://doi.org/10.25077/jka.v2i1.54>
- Selviani, Y., Anas, R., & Sattar, S. Z. R. (2024). Efektivitas ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) terhadap pertumbuhan daya hambat jamur *Candida albicans*. *IJOH: Indonesian Journal of Public Health*, 2(4), 632–639. <https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJOH/article/view/501>
- Silhavy, T. J., Kahne, D., & Walker, S. (2010). The Bacterial Cell Envelope. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(5), 1–17.
- Silverio, M. P., Schultz, J., Parise, M. T. D., Parise, D., Viana, M. V. C., Nogueira, W., Ramos, R. T. J., Góes-Neto, A., Azevedo, V. A. D. C., Brenig, B., Bonelli, R. R., & Rosado, A. S. (2025). Genomic and phenotypic insight into antimicrobial resistance of *Pseudomonas fluorescens* from King George Island, Antarctica. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1535420>
- Simarmata, R., Lekatompessy, S., & Sukiman, H. (2007). Isolasi mikroba endofitik dari tanaman obat sambung nyawa (*Gynura procumbens*) dan analisis potensinya sebagai antimikroba. *Berkala Penelitian Hayati*, 13(1), 85–90. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.13.1.200714>
- Singh, R. N., Singh, R. P., Sharma, A., & Saxena, A. K. (2016). Modeling of PrnD protein from *Pseudomonas fluorescens* RajNB11 and its comparative structural analysis with PrnD proteins expressed in Burkholderia and Serratia. *Turkish Journal of Biology*, 40(3), 623–633. <https://doi.org/10.3906/biy-1501-4>
- Strobel, G., & Daisy, B. (2003). Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67(4), 491–502. <https://doi.org/10.2307/1592233>
- Thomas, P., & Reddy, K. M. (2013). Microscopic elucidation of abundant endophytic bacteria colonizing the cell wall – plasma membrane peri-space in the shoot-tip tissue of banana. *AoB Plants*, 5, 1–12. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plt011>

- Tong, S. Y. C., Varrone, L., Chatfield, M. D., Beaman, M., & Giffard, P. M. (2015). Progressive increase in community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Indigenous populations in northern Australia from 1993 to 2012. *Epidemiology & Infection*, 143(7), 1519–1523. <https://doi.org/10.1017/S0950268814002611>
- Vanessa, V., Waturangi, D. E., Yulandi, A., Gde, P., Julyantoro, P. G. S., & Papuangan, N. (2024). Antibiofilm activity of *Morganella morganii* JB8F and *Pseudomonas fluorescens* JB3B compound to control single and multi-species of aquaculture pathogens. *BMC Microbiology*, 24(1), 1–13.
- Wahyudi, T., Sugiyana, D., & Helmy, Q. (2011). Sintesis nanopartikel perak dan uji aktivitasnya terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. *Arena Tekstil*, 26(1), 55–60. <https://doi.org/10.31266/at.v26i1.1442>
- World Health Organization. (2024). *Indonesia Memulai Survei Nasional Perdana tentang AMR pada Infeksi Aliran Darah*. World Health Organization. <https://www.who.int/indonesia/id/news/detail/13-02-2025-indonesia-launches-groundbreaking-national-amr-survey-on-bloodstream-infections>
- Yanis, I. F., Alamsjah, F., Agustien, A., & Maideliza, T. (2020). A Yanis, I. F., Alamsjah, F., Agustien, A., & Maideliza, T. (2020). Antibacterial Potency of Fresh Extract Leaves of Jamaican Cherry (*Muntingia calabura* L.) in Inhibiting the Growth of *Shigella dysenteriae*. *Jurnal Biologi UNAND*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.31266/at.v26i1.1442>