



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

Astrid¹, Dwi Hilda Putri², Dezi Handayani^{3*}

Departemen Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author E-mail: dzhandayani@yahoo.com

DOI : 10.30605/biogenerasi.v11i1.8176

Accepted : 10 februari 2026 Approved : 22 Februari 2026 Published : 23 Februari 2026

Abstract

Infectious diseases caused by pathogenic bacteria and fungi remain a global health problem, particularly due to the increasing incidence of antimicrobial resistance, highlighting the need for effective alternative antimicrobial sources. Endophytic bacteria, especially fluorescent *Pseudomonas*, are known to produce secondary metabolites with antibacterial and antifungal properties. This study aimed to evaluate the antimicrobial activity of endophytic fluorescent *Pseudomonas* isolated from the roots of banana buai (*Musa × paradisiaca* L.) and to identify isolates with the highest activity. This experimental study employed a Completely Randomized Design (CRD) using 44 isolates with three replications. Antimicrobial activity was tested in vitro using the spot inoculation method against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Candida albicans*. The observed parameter was the diameter of the inhibition zone, which was analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed that antimicrobial activity varied among isolates and was specific to the test microorganisms. Isolate PFPB 32 exhibited the highest activity against *E. coli* and *S. aureus*, while isolate PFPB 300 showed the strongest antifungal activity against *C. albicans*. These findings indicate that endophytic fluorescent *Pseudomonas* from banana buai roots have potential as a source of antimicrobial agents, particularly antifungal agents against *Candida albicans*.

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

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi masih menjadi permasalahan utama kesehatan masyarakat di berbagai negara, termasuk Indonesia, dengan kontribusi signifikan terhadap peningkatan morbiditas dan mortalitas. Infeksi dapat ditularkan antarindividu maupun dari hewan ke manusia dan disebabkan oleh berbagai mikroorganisme, seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur (Hasanah et al., 2021). Penanganan infeksi umumnya dilakukan melalui penggunaan obat antimikroba, antara lain antibiotik, antijamur, antivirus, dan antiprotozoal (Lestari & Marchaban, 2023).

Penggunaan antimikroba yang tidak rasional telah mempercepat munculnya *antimicrobial resistance* (AMR), *World Health Organization* (WHO) menetapkan resistensi antimikroba sebagai salah satu ancaman kesehatan terbesar di era modern. AMR menurunkan efektivitas terapi terhadap infeksi bakteri, virus, dan jamur patogen, serta berdampak pada meningkatnya kegagalan pengobatan, perpanjangan durasi penyakit, dan angka kematian (Wasir et al., 2024; Izati et al., 2024). WHO (2024) melaporkan bahwa AMR menyebabkan sekitar 1,27 juta kematian langsung dan berkontribusi terhadap 4,95 juta kematian secara global pada tahun 2019.

Beberapa patogen yang terlibat dalam kasus infeksi dan resistensi antimikroba diantaranya *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Candida albicans*. *S. aureus* dan *E. coli* merupakan bakteri patogen utama dengan tingkat kejadian infeksi yang tinggi di berbagai wilayah, baik di negara maju maupun berkembang (Mehraj et al., 2014; Bonten et al., 2021). Sementara itu, *C. albicans* merupakan jamur oportunistik yang umumnya bersifat non-patogen, namun dapat menyebabkan infeksi ketika terjadi penurunan sistem imun atau penggunaan antimikroba berlebihan (Selviani et al., 2024). Kondisi ini menegaskan urgensi pengembangan sumber antimikroba alternatif yang efektif.

Eksplorasi bakteri endofit merupakan salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam pencarian agen antimikroba baru. Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada inangnya dan diketahui mampu menghasilkan metabolit sekunder dengan aktivitas antibakteri dan antijamur (Purwanto et al., 2017). Di antara bakteri endofit tersebut, *Pseudomonas*

berfluoresen dilaporkan mampu menghasilkan senyawa antimikroba seperti fenazin, siderofor, dan lipopeptida yang berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Gross & Loper, 2009; Haas & Défago, 2005).

Tanaman pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) merupakan tanaman tropis dengan sistem perakaran yang kaya akan mikroorganisme endofit, termasuk *Pseudomonas* berfluoresen, akibat adanya eksudat akar yang mendukung kolonisasi mikroba (Thomas & Reddy, 2013). Beberapa penelitian melaporkan keberhasilan isolasi *Pseudomonas* berfluoresen dari akar dan rizosfer tanaman pisang yang menunjukkan aktivitas antagonis terhadap patogen (Febriani et al., 2022).

Penelitian pendahuluan juga berhasil mengisolasi 44 isolat *Pseudomonas* berfluoresen dari akar pisang buai yang berpotensi menghasilkan senyawa antimikroba (Gusnadi et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aktivitas antimikroba bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen yang diisolasi dari akar pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) secara *in vitro* terhadap mikroorganisme patogen.

METODE

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 44 jenis isolat dan tiga ulangan. Parameter yang diamati adalah diameter zona hambat menggunakan metode inokulasi titik terhadap *E. coli*, *S. aureus*, dan *C. albicans*.

Alat yang digunakan di antara lain cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, timbangan digital, gelas ukur, plastik, alat tulis, Erlenmeyer, beaker glass, bunsen, ose, oven, autoclave, magnetic stirrer, vortex, laminar air flow, kuvet, spektrofotometer, kamera handphone, jangka sorong.

Bahan yang digunakan yaitu isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen diisolasi dari akar pisang buai berjumlah 44 yang merupakan koleksi Laboratorium Biologi FMIPA UNP, tiga mikroba uji yaitu *E. coli*, *S. aureus* dan *C. albicans*, *King's B Medium* (KB), *Nutrien Agar* (NA), *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Mueller Hinton Agar* (MHA), gliserol, aquades, alkohol 70%, larutan NaCl 0,9%, spiritus, lidi steril, swab kapas steril, tisu steril,

kapas, kain kasa, label, *aluminium foil*, *wrapping*.

Peremajaan Isolat *Pseudomonas Berfluoresen*

Meja kerja disterilisasi menggunakan alkohol 70%. Sebanyak 44 isolat bakteri endofit diremajakan dengan cara menginokulasikan stok kultur dari media NA miring ke media King's B menggunakan lidi steril. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 24–48 jam hingga mencapai pertumbuhan optimal dan menunjukkan fluoresensi.

Peremajaan Mikroba Uji

Peremajaan mikroba uji dilakukan dengan menginokulasi masing-masing biakan murni mikroba uji, yaitu *E. coli*, *S. aureus*, dan *C. albicans*, sebanyak 1 ose ke medium pertumbuhan yang sesuai (NA untuk bakteri dan PDA untuk jamur) dengan metode zigzag. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk bakteri dan 48-72 jam untuk jamur.

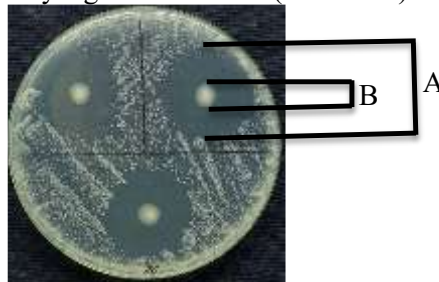
Pembuatan Suspensi Mikroba Uji

Suspensi mikroba uji dibuat dengan memasukkan satu ose mikroba yang telah

diremajakan ke dalam 9 mL larutan NaCl 0,9%, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Kekeruhan suspensi diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm hingga diperoleh nilai absorbansi 0,08–0,10, yang menunjukkan kepadatan sel seragam dan sesuai untuk uji aktivitas antimikroba.

Uji Aktivitas Antimikroba

Aktivitas antimikroba diuji menggunakan metode inokulasi titik untuk mengevaluasi kemampuan isolat bakteri murni dalam menghambat pertumbuhan mikroba uji (Balouiri et al., 2016). Mikroba uji diinokulasikan secara merata pada permukaan media Mueller Hinton Agar (MHA) untuk bakteri dan Potato Dextrose Agar (PDA) untuk jamur menggunakan swab steril, kemudian isolat *Pseudomonas berfluoresen* diinokulasikan dengan metode titik menggunakan lidi steril dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Aktivitas antimikroba ditunjukkan oleh terbentuknya zona bening di sekitar koloni, dengan diameter zona hambat dan koloni diukur menggunakan jangka sorong (Gambar 1).



Gambar 1. Zona Hambat Antimikroba

A) Diameter zona bening

B) Diameter koloni.

Diameter zona hambat ditentukan dengan rumus:

$$H = A - B$$

Keterangan:

H : Rata-rata diameter zona hambat

A : Rata-rata diameter zona bening

B : Rata-rata diameter koloni

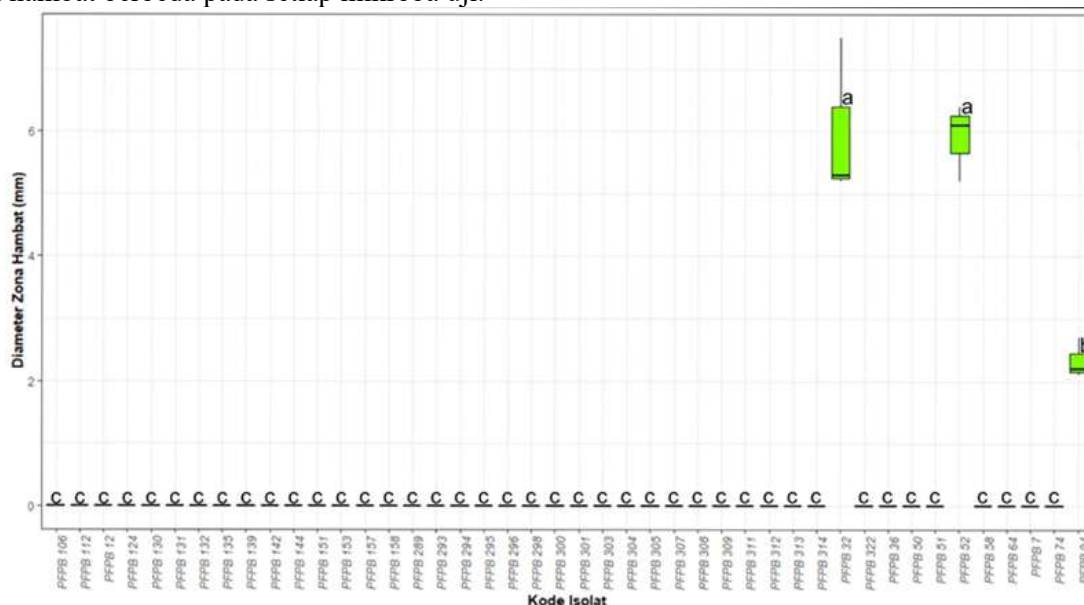
Rata-rata diameter zona hambat setiap isolat *Pseudomonas berfluoresen* dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dikelompokkan berdasarkan kategori Davis & Stout (1971), sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 1. Kategori Zona Hambat

Diameter Zona Hambat	Kategori
≤ 5 mm	Lemah
6-10 mm	Sedang
11-20 mm	Kuat
≥21 mm	Sangat Kuat

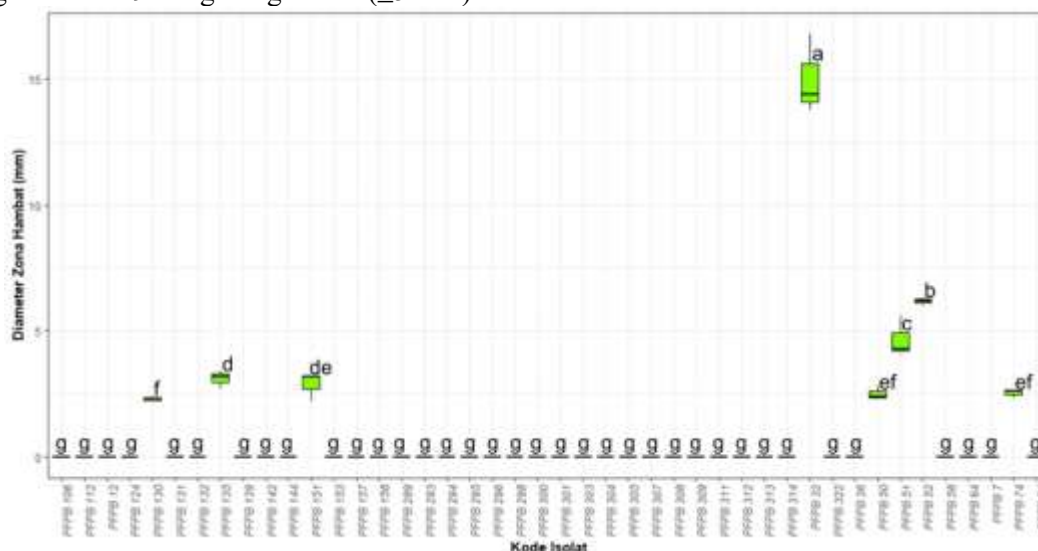
HASIL PENELITIAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba isolat *Pseudomonas* berfluoresen bervariasi, di mana tidak semua dari 44 isolat mampu membentuk zona hambat dan besarnya diameter zona hambat berbeda pada setiap mikroba uji.



Gambar 2. Diagram boxplot zona hambat isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen terhadap *E. coli*

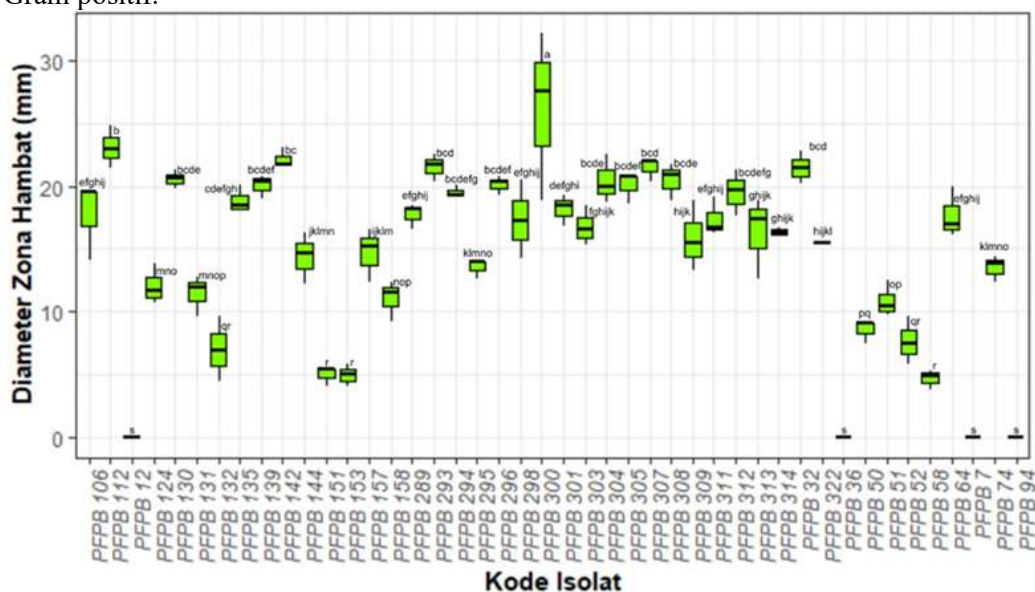
Pada pengujian terhadap *Escherichia coli*, dari 44 isolat *Pseudomonas* berfluoresen hanya tiga isolat (PFPB 32, PFPB 52, dan PFPB 94) yang membentuk zona hambat. Isolat PFPB 32 dan PFPB 52 menunjukkan diameter zona hambat relatif sama dan lebih besar dibandingkan PFPB 94. Berdasarkan klasifikasi Davis & Stout (1971), aktivitas PFPB 32 dan PFPB 52 termasuk kategori sedang (6–10 mm), sedangkan PFPB 94 tergolong lemah (≤ 5 mm).



Gambar 3. Diagram boxplot zona hambat isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen terhadap *S. aureus*

Hasil pengujian terhadap *S. aureus* menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri isolat *Pseudomonas* berfluoresen lebih tinggi dibandingkan terhadap *E. coli*. Dari 44 isolat yang diuji, delapan isolat mampu membentuk zona hambat dengan diameter yang bervariasi. Isolat PFPB 32 menghasilkan diameter zona hambat tertinggi, diikuti oleh PFPB 52, sedangkan isolat lainnya menunjukkan daya hambat yang relatif lebih rendah. Perbedaan diameter zona hambat ini menunjukkan adanya variasi potensi antibakteri antar isolat. Berdasarkan klasifikasi Davis & Stout (1971), aktivitas isolat unggul tersebut termasuk dalam

kategori sedang hingga kuat, yang menunjukkan kemampuan penghambatan yang cukup baik terhadap bakteri Gram positif.



Gambar 4. Diagram boxplot zona hambat isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen terhadap *C. albicans*

Pada pengujian terhadap *Candida albicans*, sebagian besar isolat *Pseudomonas* berfluoresen menunjukkan aktivitas antijamur. Dari 44 isolat yang diuji, 40 isolat membentuk zona hambat dengan diameter bervariasi dari kategori lemah hingga sangat kuat. Beberapa isolat menghasilkan diameter ≥ 21 mm, dan isolat PFPB 300 menunjukkan zona hambat terbesar dibandingkan isolat lainnya. Berdasarkan klasifikasi Davis & Stout (1971), aktivitas PFPB 300 termasuk kategori sangat kuat. Boxplot diameter zona hambat memperlihatkan variasi data yang luas antar isolat, dan analisis ragam menunjukkan bahwa jenis isolat berpengaruh sangat nyata terhadap diameter zona hambat *C. albicans* ($p < 0,001$).

PEMBAHASAN

Aktivitas antimikroba bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen yang diisolasi dari akar pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) menunjukkan variasi daya hambat terhadap mikroba uji. Variasi tersebut menunjukkan adanya perbedaan kemampuan fisiologis dan metabolik antar isolat dalam menghasilkan senyawa bioaktif. Setiap isolat memiliki potensi yang tidak sama dalam mensintesis metabolit sekunder, yang dipengaruhi oleh faktor genetik serta kondisi lingkungan di dalam jaringan tanaman inang.

Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman yang merupakan lingkungan kompleks dengan tingkat kompetisi mikroba yang tinggi.

Untuk mempertahankan keberadaannya, bakteri ini menghasilkan berbagai senyawa antimikroba sebagai bentuk adaptasi dan mekanisme kompetitif terhadap mikroorganisme lain. Kondisi tersebut sejalan dengan Gouda et al. (2016) serta Strobel dan Daisy (2003) yang menyatakan bahwa variasi aktivitas antimikroba pada bakteri endofit mencerminkan strategi ekologisnya dalam berinteraksi dengan tanaman inang dan lingkungan sekitarnya.

Daya hambat terhadap *Escherichia coli* relatif lebih rendah dibandingkan mikroba uji lainnya. Kondisi ini berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri Gram negatif yang memiliki membran luar mengandung lipopolisakarida, sehingga membatasi penetrasi senyawa antimikroba (Nikaido, 2003; Silhavy et al., 2010). Meskipun demikian, beberapa isolat tetap menunjukkan aktivitas terhadap *E. coli*, yang menunjukkan potensi spektrum kerja yang cukup luas. Hasil ini konsisten dengan laporan Nuraini et al. (2026) dan Mousa & Raizada (2013) yang menyatakan bahwa bakteri endofit umumnya memiliki efektivitas lebih rendah terhadap bakteri Gram negatif dibandingkan Gram positif.

Sebaliknya, *Staphylococcus aureus* menunjukkan tingkat sensitivitas yang lebih tinggi. Struktur dinding sel Gram positif yang lebih sederhana memungkinkan interaksi langsung antara metabolit sekunder, seperti

fenazin dan lipopeptida, dengan membran sel bakteri (Haas & Défago, 2005; Gross & Loper, 2009). Penelitian Kadhim (2015) juga melaporkan bahwa *Pseudomonas fluorescens* mampu menghasilkan zona hambat 10–20 mm terhadap *S. aureus*, termasuk kategori sedang hingga kuat. Pola yang sama terlihat pada penelitian ini, sehingga memperkuat karakter antagonistik *Pseudomonas* terhadap bakteri Gram positif.

Aktivitas paling menonjol teramati terhadap *Candida albicans*. Tingginya daya hambat menunjukkan bahwa isolat *Pseudomonas* berfluoresen berpotensi kuat sebagai agen antijamur. Metabolit seperti fenazin, siderofor, pyrrolnitrin, dan lipopeptida diketahui mampu mengganggu permeabilitas membran sel jamur serta menghambat pembentukan biofilm (Ceresa et al., 2017; Ramesh et al., 2024). Nuraini et al. (2026) bahkan melaporkan zona hambat hingga 29,9 mm terhadap *C. albicans*, yang menunjukkan bahwa genus ini memiliki potensi antijamur yang signifikan. Dominannya aktivitas terhadap *C. albicans* pada penelitian ini mempertegas potensi isolat sebagai kandidat sumber antijamur alami.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa akar pisang buai merupakan sumber bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen dengan potensi antimikroba yang nyata, terutama terhadap jamur patogen *C. albicans*. Variasi aktivitas antar isolat juga menunjukkan peluang seleksi isolat unggul untuk pengembangan agen antimikroba alternatif di tengah meningkatnya resistensi mikroba.

SIMPULAN DAN SARAN

Isolat bakteri endofit *Pseudomonas* berfluoresen dari akar pisang buai (*Musa × paradisiaca* L.) menunjukkan aktivitas antimikroba yang bervariasi, dengan hanya sebagian isolat mampu menghambat pertumbuhan mikroba uji. Isolat PFPB 32 memiliki aktivitas antibakteri tertinggi terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, sedangkan isolat PFPB 300 menunjukkan aktivitas antijamur paling kuat terhadap *C. albicans*. Perbedaan tingkat dan spektrum penghambatan antar isolat menegaskan bahwa aktivitas antimikroba *Pseudomonas* berfluoresen bersifat selektif terhadap mikroorganisme target.

Isolat *Pseudomonas* berfluoresen yang menunjukkan aktivitas antimikroba tertinggi disarankan untuk diteliti lebih lanjut guna

mengidentifikasi dan mengkarakterisasi senyawa bioaktif yang dihasilkan. Penelitian lanjutan juga perlu dilakukan dengan variasi metode pengujian serta penggunaan mikroba uji yang lebih beragam untuk mengetahui spektrum aktivitas antimikroba secara lebih luas. Selain itu, uji lanjutan secara *in vivo* diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas dan keamanan isolat sebelum dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber antimikroba alami.

DAFTAR RUJUKAN

- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, 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>
- Ceresa, C., Rinaldi, M., & Fracchia, L. (2017). Synergistic Activity Of Antifungal Drugs And Lipopeptide Ac7 Against *Candida albicans* Biofilm on Silicone. *Aims Bioengineering*, 4(2), 318–334. <https://doi.org/10.3934/Bioeng.2017.2.318>
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc Plate Method Of Microbiological Antibiotic Assay. *Applied Microbiology*, 22(4), 659–665.
- Febriani, I., Wulandari, P., Yulita, R., Advinda, L., Junaidi, & Priyanti. (2022). Isolasi *Pseudomonas* fluoresen Dari Rizosfir Tanaman Pisang 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*, 7, 1–8. <https://doi.org/10.3389/Fmicb.2016.01538>
- Gross, H., & Loper, J. E. (2009). Genomics Of Secondary Metabolite Production By *Pseudomonas* sp. *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>
- Izati, M., Husni, P., & Mustofa, Y. A. (2024). Peran Badan Pengawas Obat Dan Makanan (BPOM) Dalam Pengendalian Resistensi Antimikroba Di Indonesia. *Obat: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 2(4), 236–248.
<https://doi.org/10.61132/Obat.V2i4.571>
- 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.
- 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>
- 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>
- 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). Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 726–735.
- 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.
- 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>
- Ramesh, S., Roy, U., Roy, S., & Rudramurthy, S. M. (2024). A Promising Antifungal Lipopeptide from *Bacillus subtilis*: Its Characterization And Insight Into The Mode Of Action. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 108(1), 1–21.
<https://doi.org/10.1007/S00253-023-12976-5>
- 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.
- Strobel, G., & Daisy, Bryn. (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>
- Wasir, R., Sulistiadi, W., Syuhada, Wulandari, A. A., & Ilmi, P. N. (2024). Mengurangi Penggunaan Antimikroba Tanpa Resep Dokter: Strategi Pemberdayaan Masyarakat untuk Menangani Resistensi Antimikroba di Indonesia. In *Sibijaks Awards*.
- 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). Ayanis, 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), 14–19.