



**ARTIKEL REVIEW: BAKTERI ENDOFIT SEBAGAI SUMBER SENYAWA
ANTIMIKROBA**

^{1*}Nadika Rahma, ²Dezi Handayani

^{1,2}Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author E-mail: nadikarahma432@gmail.com

Abstract

DOI : 10.30605/biogenerasi.v11i1.7832

Accepted :27 Desember 2025 Approved : 12 Januari 2026 Published : 13 Januari 2026

Antimicrobial resistance is a global problem that drives the search for new sources of antimicrobial compounds. One potential source that has been widely studied is endophytic bacteria, which are microorganisms that live within plant tissues without causing disease. This review aims to examine the potential of endophytic bacteria as a source of antimicrobial compounds based on national and international scientific literature. The review was conducted through an analysis of relevant research articles in the field of microbiology. The findings indicate that endophytic bacteria, particularly from the genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, and *Streptomyces*, are capable of producing various bioactive secondary metabolites, including alkaloids, antimicrobial peptides, polyketides, and phenolic compounds. These metabolites have demonstrated inhibitory activity against pathogenic microorganisms. The production of antimicrobial metabolites is influenced by host plant species and environmental conditions. Therefore, endophytic bacteria have strong potential to be developed as a source of natural antimicrobials to address antibiotic resistance, although further studies are required to evaluate production optimization and safety.

Keywords : *Endophytic bacteria, antimicrobial compounds, secondary metabolites*

PENDAHULUAN

Resistensi antimikroba merupakan salah satu tantangan terbesar dalam bidang mikrobiologi dan kesehatan global saat ini. Meningkatnya kasus infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme resisten terhadap antibiotik konvensional telah menurunkan efektivitas terapi dan meningkatkan risiko kegagalan pengobatan (Go'zaloy & Qizi, 2025). Kondisi ini mendorong perlunya eksplorasi sumber senyawa antimikroba baru yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan untuk mengatasi krisis resistensi antimikroba (Reza *et al.*, 2025).

Ada beberapa cara untuk mengatasi masalah resistensi bakteri, seperti melakukan penelitian terkait penemuan zat mikroba baru yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen. Banyak penelitian telah menemukan bahwa mikroorganisme endofit yang diisolasi dari tanaman obat merupakan sumber potensial senyawa antimikroba (Handayani *et al.*, 2021). Potensi biodiversitas lokal, khususnya tanaman obat, perlu digali sebagai sumber senyawa antimikroba baru yang berpotensi menjadi kandidat obat dalam mengatasi resistensi antibiotik (Nurayni & Handayani, 2021).

Dalam beberapa dekade terakhir, mikroorganisme telah banyak diteliti sebagai penghasil senyawa bioaktif dengan aktivitas biologis yang beragam, termasuk aktivitas antibakteri dan antijamur. Salah satu kelompok mikroorganisme yang menarik perhatian adalah endofit merupakan mikroorganisme yang berada dalam jaringan tumbuhan hidup tanpa menimbulkan penyakit atau gangguan pada tumbuhan inangnya (Afifah *et al.*, 2018).

Bakteri endofit, yaitu mikroba yang hidup secara simbiotik di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit. Dalam kondisi tertentu, bakteri endofit mampu mensintesis metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis, termasuk efek antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Christina *et al.*, 2013).

Bakteri endofit dilaporkan mampu menghasilkan berbagai jenis metabolit sekunder, seperti alkaloid, peptida antimikroba, poliketida, dan senyawa fenolik, yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap berbagai mikroorganisme patogen (Caruso *et*

al., 2022). Menariknya, beberapa senyawa yang dihasilkan oleh bakteri endofit menunjukkan aktivitas biologis yang sebanding atau bahkan lebih tinggi dibandingkan senyawa yang dihasilkan oleh tanaman inangnya (Strobel & Daisy, 2015). Hal ini menjadikan bakteri endofit sebagai sumber potensial senyawa antimikroba alami yang dapat dikembangkan dalam bidang kesehatan, pertanian, dan bioteknologi.

Berbagai penelitian telah melaporkan keberhasilan isolasi bakteri endofit dari beragam jenis tanaman, termasuk tanaman obat, dengan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan jamur patogen tanaman (Widiantini *et al.*, 2018). Namun demikian, informasi mengenai keanekaragaman bakteri endofit, jenis metabolit sekunder yang dihasilkan, serta mekanisme aktivitas antimikrobanya masih tersebar dalam berbagai publikasi ilmiah. Kondisi ini menyulitkan pemahaman secara menyeluruh mengenai potensi bakteri endofit sebagai sumber senyawa antimikroba.

Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian literatur yang bertujuan untuk mengkaji peran bakteri endofit berdasarkan publikasi ilmiah yang telah dilaporkan, meliputi keanekaragaman bakteri endofit, jenis metabolit sekunder yang dihasilkan, aktivitas serta mekanisme antimikrobanya, sehingga dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan penelitian dan aplikasi lebih lanjut di bidang mikrobiologi.

METODE

Penelitian ini menerapkan teknik tinjauan pustaka yang mengumpulkan berbagai hasil penelitian, seperti artikel yang dianggap kredibel dan komprehensif. Setelah mengumpulkan sumber artikel, peneliti melakukan penelaahan ulang terhadap artikel yang telah diterbitkan untuk menghasilkan analisis baru yang valid. Eksplorasi referensi dilakukan melalui investigasi jurnal ilmiah dari berbagai jurnal nasional dan internasional, seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed. Peneliti menggunakan strategi pencarian dengan menggunakan sejumlah kata kunci, antara lain bakteri endofit, senyawa antimikroba, metabolit sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik dan Peran Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan mikroba yang hidup secara simbiotik di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit. Dalam kondisi tertentu, bakteri endofit mampu mensintesis metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis, termasuk efek antimikroba (Christina *et al.*, 2013). Hubungan simbiosis antara bakteri endofit dan tanaman memungkinkan terjadinya pertukaran nutrisi dan metabolit, sehingga bakteri endofit dapat memproduksi senyawa antimikroba sebagai mekanisme pertahanan tidak langsung bagi tanaman inang.

Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa bakteri endofit banyak ditemukan pada tanaman obat dan tanaman liar, yang secara empiris telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional, sehingga memperkuat potensi bakteri endofit sebagai sumber senyawa antimikroba baru (Magharaniq *et al.*, 2014).

2. Keanekaragaman Bakteri Endofit

Keanekaragaman bakteri endofit dipengaruhi oleh jenis tanaman inang, bagian jaringan tanaman, serta kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman. Beberapa penelitian nasional melaporkan bahwa genus *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Streptomyces* merupakan bakteri endofit yang paling sering diisolasi dari tanaman obat dan menunjukkan aktivitas antimikroba yang signifikan (Hardoim *et al.*, 2015).

Isolat bakteri endofit dari jaringan daun dilaporkan memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan bagian akar, karena jaringan tersebut memiliki kontak langsung dengan lingkungan dan mikroorganisme di sekitarnya (Strobel & Daisy, 2015).

3. Metabolit Sekunder yang Dihasilkan Bakteri Endofit

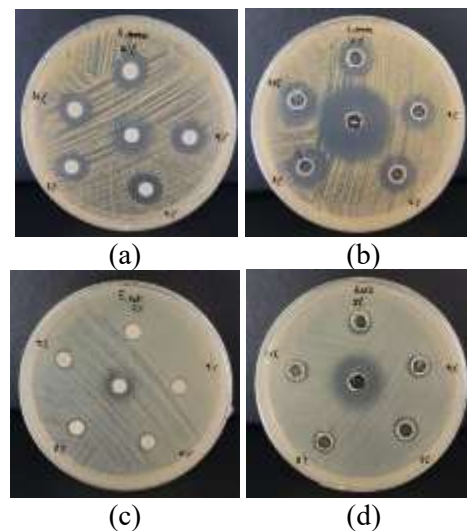
Bakteri endofit mampu menghasilkan berbagai jenis metabolit sekunder, seperti alkaloid, peptida antimikroba, poliketida, dan senyawa fenolik, yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap berbagai mikroorganisme patogen (Caruso *et al.*, 2022). Metabolit sekunder ini berperan penting dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen melalui berbagai mekanisme, termasuk perusakan membran sel dan penghambatan sintesis protein.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa metabolit yang dihasilkan bakteri endofit memiliki aktivitas antimikroba yang sebanding dengan ekstrak tanaman inangnya, sehingga bakteri endofit berpotensi menjadi alternatif sumber senyawa bioaktif tanpa harus mengeksploitasi tanaman secara berlebihan (Pinto *et al.*, 2025).

Bakteri endofit memiliki sifat yang sangat unik dimana fisiologi tumbuhan yang berasal dari spesies yang sama namun tumbuh pada lingkungan yang berbeda, maka bakteri endofit yang dihasilkan akan berbeda pula sesuai kondisinya lingkungannya (Putri *et al.*, 2018)

4. Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit

Aktivitas antimikroba bakteri endofit umumnya diuji menggunakan metode difusi cakram atau metode sumuran terhadap bakteri patogen yaitu bakteri Gram positif dan Gram negatif, seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Astuty *et al.*, 2019).



Gambar 1. Uji aktivitas antimikroba bakteri endofit terhadap *S. aureus*; (a) Metode Cakram dan (b) Metode Sumuran dan *E. coli*; (c) Metode Cakram dan (d) Metode Sumuran (Nurhayati *et al.*, 2020).

Temuan ini menunjukkan bahwa bakteri endofit berpotensi dikembangkan sebagai sumber antimikroba alami, khususnya dalam menghadapi meningkatnya resistensi antibiotik konvensional.

5. Mekanisme Kerja Senyawa Antimikroba

Mekanisme kerja senyawa antimikroba yang dihasilkan bakteri endofit meliputi perusakan struktur membran sel mikroba,

penghambatan aktivitas enzim, serta gangguan terhadap proses metabolisme dan replikasi sel patogen (Sari *et al.*, 2023). Selain itu, beberapa bakteri endofit juga menghasilkan senyawa siderofor yang berfungsi mengikat ion besi, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang membutuhkan besi untuk kelangsungan hidupnya.

6. Faktor yang Mempengaruhi Produksi Metabolit Antimikroba

Produksi metabolit sekunder oleh bakteri endofit dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis tanaman inang, kondisi lingkungan, media pertumbuhan, dan lama inkubasi. Penelitian menunjukkan bahwa perbedaan komposisi media dapat memengaruhi jumlah dan jenis metabolit antimikroba yang dihasilkan oleh bakteri endofit (Astari & Rialita, 2021).

Pengembangan senyawa antibiotik aktif dari bakteri membutuhkan proses yang panjang agar dapat diproduksi dalam skala industri. Kondisi produksi yang optimal memerlukan proses optimasi yang ekstensif dan memakan waktu lama. Untuk menjaga kelangsungan hidup bakteri selama proses pengembangan dan pemanfaatan, perlu dilakukan peremajaan bakteri melalui proses subkultur. Subkultur adalah proses pemindahan mikroba dari satu media pertumbuhan ke media baru agar mikroba dapat tumbuh dengan baik (Putri *et al.*, 2023)

Variasi faktor-faktor tersebut menjadi tantangan dalam pemanfaatan bakteri endofit secara luas, karena diperlukan optimasi kondisi kultur untuk memperoleh produksi metabolit yang maksimal dan konsisten.

7. Potensi Aplikasi dan Tantangan

Bakteri endofit memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam bidang kesehatan dan pertanian sebagai sumber antimikroba alami. Namun, pengembangan lebih lanjut masih menghadapi tantangan, seperti proses isolasi senyawa aktif, uji toksisitas, serta standarisasi produksi metabolit. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mendukung pemanfaatan bakteri endofit sebagai alternatif pengganti antibiotik sintetis (Sari *et al.*, 2023).

SIMPULAN DAN SARAN

Dalam artikel review ini dapat disimpulkan bahwa bakteri endofit memiliki potensi besar sebagai sumber senyawa

antimikroba alami. Bakteri endofit mampu menghasilkan berbagai metabolit sekunder bioaktif, seperti alkaloid, peptida antimikroba, poliketida, dan senyawa fenolik, yang efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Keanekaragaman bakteri endofit dipengaruhi oleh jenis tanaman inang dan kondisi lingkungan, dengan genus seperti *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Streptomyces* dilaporkan dominan serta menunjukkan aktivitas antimikroba yang signifikan. Potensi ini menjadikan bakteri endofit sebagai alternatif yang menjanjikan dalam menghadapi permasalahan resistensi antimikroba global.

Meskipun demikian, pengembangan bakteri endofit sebagai sumber antimikroba masih memerlukan penelitian lanjutan, khususnya terkait identifikasi molekuler, optimasi produksi metabolit, serta uji keamanan dan toksisitas senyawa bioaktif yang dihasilkan. Selain itu, eksplorasi bakteri endofit dari tanaman obat lokal perlu terus dikembangkan dengan pendekatan bioteknologi modern agar potensi keanekaragaman hayati dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, N., Putri, D. H., & Irdawati, I. (2018). Isolation and identification of endophytic bacteria from the andalus plant stem (*Morus macroura* Miq.). *Bioscience*, 2(1), 72-75.
- Astari, S. M., & Rialita, A. (2021). Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit tanaman kunyit (*Curcuma longa* L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 8(2), 9-16.
- Astuty, E., Syam, F., & Sari, S. R. (2019). Isolasi bakteri endofit dari tanaman kayu jawa (*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr) dan Potensinya sebagai antimikroba terhadap beberapa bakteri patogen. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(02), 199-208.
- Caruso, D. J., Palombo, E. A., Moulton, S. E., & Zaferanloo, B. (2022). Exploring the promise of endophytic fungi: a review of novel antimicrobial compounds. *Microorganisms*, 10(10).
- Christina, A., Christopher, V., & Bhore, S. J. (2013). Endophytic bacteria as a source of novel antibiotics: An

- overview. *Pharmacognosy Reviews*, 7(13), 11.
- Go‘zaloy, K., & Qizi, O. (2025). Antimicrobial resistance: a global health threat and strategies for prevention. *Journal Of New Century Innovations*, 79(2), 105–106.
- Handayani, D., Putri, D. H., Oktaviani, M., & Rahwani. (2021). Antimicrobial activity of endophytic fungi from Andalas (*Morus macroura* Miq.) plant. *Journal of Physics: Conference Series*, 012050.
- Hardoim, P. R., Overbeek, L. S. Van, Berg, G., Pirttilä, M., Compant, S., Campisano, A., & Döring, M. (2015). The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 79(3), 293–320.
- Magharaniq, U., Purwanto, S., Pasaribu, F. H., & Bintang, M. (2014). Isolasi bakteri endofit dari tanaman sirih hijau (*Piper betle* L.) dan potensinya sebagai penghasil senyawa antibakteri. *Current Biochemistry*, 1(1), 51–57.
- Nurayni, S., dan Handayani, D. (2021). Optimasi kondisi fermentasi cendawan endofit andalas (*Morus Macroura* Miq.) isolat CED 3 untuk menghasilkan Senyawa Antibakteri. *Serambi Biologi*, 6(2), 42-46.
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan pengujian aktivitas antibakteri starter yogurt dengan metode difusi sumuran dan metode difusi cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41–46.
- Pinto, S., Cristina, T., Tavares, S., Cardenas-alegria, O. V., Maria, E., Guedes, S., Sousa, C. P. De, Ribeiro, A., & Nunes, C. (2025). Endophytic bacteria with potential antimicrobial activity isolated from *Theobroma cacao* in brazilian amazon. *Microorganisms*, 13(7), 1686.
- Putri, D. H., Haq, I. S., Handayani, D., Violita, Nurhasnah, & Irdawati. (2023). Stability of Production of Active Antibiotic Compounds by Andalas Endophyte Bacteria (*Morus Macroura* Miq.) at Several Subculture Frequency. In *IcoBioSE* (Vol. 1). Atlantis Press International BV.
- Putri, M. F., Fifendy, M., & Putri, D. H. (2018). Diversitas bakteri endofit pada daun muda dan tua tumbuhan andaleh (*Morus macroura* miq.). *EKSAKTA*, 19(1), 1411–3724.
- Reza, N., Dubey, V., Sharland, M., & Hope, W. (2025). Antimicrobial use and resistance. *BMJ*, 391(e082681).
- Sari, W. E., Zamzami, R. S., & Vanda, H. (2023). Isolasi bakteri endofit balakacida (*Chromolaena odorata*) asal banda aceh dan uji aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen *Pasteurella multocida* dan *Bacillus subtilis*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 364–374.
- Strobel, G., & Daisy, B. (2015). Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *NBU Journal of Plant Sciences*, 9(1), 1–13.
- Widiantini, F., Nasahi, C., Yulia, E., & Noviyawati, S. (2018). Komunikasi singkat: Potensi metabolit sekunder asal bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan miselium *Ganoderma boninense*. *Jurnal Fitopatologi*, 14(3), 104–109.