

Potensi Bakteri Endofit Tanaman Penghasil Senyawa Bioaktif

Elfira Jumrah¹

¹Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

Email : elfira.jumrah@unm.ac.id

Abstract

*Endophytic bacteria are bacteria that reside within the tissues of host plants without causing damage. These bacteria form effective colonies within plant tissues, stimulating plant immune responses while establishing symbiotic relationships with their hosts and producing bioactive compounds. Endophytic bacteria can produce antibacterial compounds that inhibit pathogenic bacteria and generate antioxidant compounds. Plant endophytic bacteria that produce bioactive compounds include those isolated from pulai leaves (*Alstonia scholaris*), andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC), pepaya (*Carica papaya* L.), soursop leaves (*Annona muricata* L.), banana humps (*Musa balbisiana* Colla), kasturi mango (*Mangifera casturi* Kosterm), and turmeric (*Curcuma longa* L.), all of which produce antibacterial compounds capable of inhibiting pathogenic bacteria. Meanwhile, endophytic bacteria from *Hoya multiflora* Blume, red ginger (*Zingiber officinale* Linn. var. *Rubrum*), and guava leaves (*Psidium guajava* L.) produce potent antioxidant compounds.*

Kata kunci: *Endophytic bacteria, Plant, Bioactive compounds*

Abstrak

Bakteri endofit adalah bakteri yang berada di dalam jaringan tanaman inang tanpa menyebabkan kerusakan. Bakteri endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman merupakan koloni yang efektif, mampu merangsang respons imun tanaman sekaligus membentuk hubungan simbiosis dengan inangnya serta menghasilkan senyawa bioaktif. Bakteri endofit dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat menghambat bakteri patogen serta menghasilkan senyawa antioksidan. Bakteri endofit tanaman yang menghasilkan senyawa bioaktif yaitu yang berasal dari daun pulai (*Alstonia scholaris*), andalima (*Z. acanthopodium* DC), pepaya (*Carica papaya* L.), daun sirsak (*Annona muricata* L.), Bonggol Pisang (*Musa balbisiana* Colla), mangga kasturi (*Mangifera casturi* Kosterm) dan kunyit (*Curcuma longa* L.) memiliki senyawa antibakteri yang dapat menghambat bakteri patogen. Bakteri endofit dari *Hoya multiflora* Blume, jahe merah (*Zingiber officinale* Linn. Var *Rubrum*), daun jambu biji (*Psidium guajava* L) menghasilkan senyawa antioksidan potensial.

Kata kunci: *Bakteri endofit, Tanaman, Senyawa Bioaktif*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, senyawa bioaktif sangat diminati dalam bidang farmasi dan naturopati karena manfaat kesehatannya bagi manusia dan tumbuhan. Mikroorganisme mensintesis senyawa ini, termasuk beberapa enzim, baik secara mandiri maupun dalam asosiasi dengan tumbuhan. Mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman, yang dikenal sebagai endofit, juga menghasilkan berbagai senyawa tersebut. Actinomycetes endofit menjadi sumber potensial senyawa bioaktif bernilai tinggi secara bioteknologi dan metabolit sekunder (Singh et al., 2017). Bakteri endofit adalah bakteri yang berada di dalam jaringan tanaman inang tanpa menyebabkan kerusakan. Bakteri endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman merupakan koloni yang efektif, mampu merangsang respons imun tanaman sekaligus membentuk hubungan simbiosis dengan inangnya (Ali et al., 2024) serta dapat menghasilkan metabolit sekunder yang mirip dengan inangnya (Irvanita et al., 2024). Bakteri endofit dapat menginfeksi jaringan tanaman melalui akar, bunga, batang, daun, maupun kotiledon (Nur et al., 2024). Hal tersebut menyebabkan bakteri endofit dapat diisolasi dari seluruh jaringan tanaman.

Bakteri endofit dapat diisolasi dari berbagai jenis tanaman. Pada penelitian (Marchut-Mikołajczyk et al., 2023) mengungkapkan bahwa bakteri endofit jenis *Bacillus cereus* dan *Bacillus mycoides* berhasil diisolasi dari *Urtica dioica* L. yang menghasilkan enzim dan polifenol. Penelitian lainnya disebutkan telah berhasil mengisolasi 45 isolat bakteri endofit yang berasal dari tanaman obat yang diambil dari jaringan akar, batang dan daun tanaman *Plantago major* L., *Hypericum perforatum* L., *Kalanchoe daigremontiana*, *Cichorium intybus* L., *Melissa officinalis* L., *Mentha piperita* L., *Matricaria recutita* L. (M.N & Q.T., 2024). Selain itu, bakteri endofit dapat diisolasi juga dari *Chloris virgata* yang berdasarkan analisis 16s rRNA menunjukkan jenis bakteri endofit yang diisolasi yaitu *Bacillus* spp (25 isolat) dan *Glutamicibacter* spp (5 isolat) (Lata et al., 2024). Tanaman lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) menurut penelitian (Jumrah, 2016) dapat diisolasi sebanyak 16 isolat bakteri endofit potensial yang dapat menghambat bakteri patogen *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli*. Berdasarkan karakterisasi morfologi, biokimia dan molekuler menggunakan analisis sekuen 16S rRNA menunjukkan bakteri endofit jenis *Burkholderia cenocepacia* J231, *Burkholderia gladioli* BSR3, dan *Bacillus amyloliquefaciens* DSM7. Bakteri Endofit dapat menjadi sumber senyawa bioaktif yang kaya, yang berfungsi sebagai antibiotik alami yang efektif dalam memerangi resistensi antibiotik pada patogen (Hnamte et al., 2024).

Menggunakan bakteri endofit dari tanaman adalah metode inovatif untuk memperoleh senyawa antibakteri tanpa perlu mengekstraknya langsung dari tanaman. Menurut (Vernando et al., 2023) bakteri endofit memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa bioaktif, seperti antibiotik, antikanker, antifungi, antimikroba, dan senyawa imunomodulator. Senyawa-senyawa ini sering kali dihasilkan sebagai mekanisme pertahanan bakteri dalam bersimbiosis dengan inangnya, melindungi tumbuhan dari patogen atau tekanan lingkungan. Contoh Bakteri endofit daun pegagan (*Centella asiatica* L.) memiliki potensi sebagai antimikroba terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* berdasarkan morfologi koloni, sel dan uji biokimia menunjukkan kemiripan dengan genus *Aeromicrobium* yang telah diidentifikasi menghasilkan berbagai metabolit sekunder bernilai farmasi seperti senyawa golongan alkaloid, terpenoid, dan saponin. Dengan menggunakan analisis 16s rRNA maka bakteri endofit dapat diidentifikasi hingga tingkat genus, spesiesnya dengan kedekatan filogenetiknya (Jumrah et al., 2024). Penelitian terhadap bakteri endofit tanaman menjadi bidang yang menjanjikan untuk eksplorasi sumber bahan aktif yang diaplikasikan dalam farmasi dan bioteknologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dengan mengumpulkan data dari artikel, jurnal, buku, dan sumber ilmiah relevan yang diperoleh melalui database terpercaya seperti Google Scholar, PubMed dan ScienceDirect. Literatur dipilih berdasarkan kriteria inklusi, seperti relevansi topik bakteri endofit tanaman penghasil bioaktif, tahun publikasi 10 tahun terakhir, dan metode penelitian. Data yang terkumpul dianalisis untuk mengidentifikasi tema, konsep, atau tren utama, serta membandingkan hasil penelitian sebelumnya guna menemukan kesenjangan penelitian. Temuan dari analisis literatur dibahas dengan menghubungkannya pada teori atau konsep yang relevan. Hasil penelitian dirangkum dalam bentuk kesimpulan, disertai rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut. Semua referensi yang digunakan disusun sesuai format sitasi yang berlaku, seperti AP.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Potensi bakteri endofit sebagai sumber bioaktif telah menarik perhatian karena Bakteri endofit menawarkan alternatif ramah lingkungan untuk mendapatkan senyawa terapeutik tanpa perlu mengeksploitasi tanaman secara langsung, sehingga mendukung pelestarian biodiversitas. Selain itu, bakteri endofit juga berkontribusi pada ketahanan tanaman terhadap patogen dan stres lingkungan,

menjadikannya kandidat unggul untuk aplikasi dalam pertanian berkelanjutan dan pengembangan obat-obatan baru. Bakteri endofit mensintesis senyawa termasuk beberapa enzim, baik secara mandiri maupun dalam asosiasi dengan tanaman. Actinomycetes endofit menjadi sumber potensial senyawa bioaktif bernilai tinggi secara bioteknologi dan metabolit sekunder. *Streptomyces* sp. endofit diketahui menghasilkan beberapa antibiotik baru yang efektif melawan bakteri resisten multi-obat. Agen antimikroba yang dihasilkan oleh endofit ramah lingkungan, beracun bagi patogen, tetapi tidak membahayakan manusia. Inokulasi endofit pada tanaman dapat memodulasi sintesis senyawa bioaktif dengan sifat farmasi tinggi serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hidrolase, yaitu enzim ekstraseluler yang diproduksi oleh bakteri endofit, membantu tanaman membangun resistensi sistemik terhadap invasi patogen. Fitohormon yang dihasilkan oleh endofit berperan penting dalam perkembangan tanaman dan pengelolaan ketahanan terhadap kekeringan. Keanekaragaman hayati endofit yang tinggi dan kemampuan adaptasi mereka terhadap berbagai tekanan lingkungan (Singh et al., 2017). Selain bakteri endofit, jamur endofit dapat pula menghasilkan senyawa antimikroba seperti dalam penelitian (Rumalolas et al., 2024) daun pulai (*Alstonia scholaris*) memiliki potensi menghambat bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Dan berdasarkan identifikasi jamur endofit jenis *Neurospora* sp, *Neurospora* sp, *Paecilomyces* sp, *Acremonium* sp, *Fusarium* sp .

Bakteri endofit mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui berbagai mekanisme. Salah satunya adalah dengan menghasilkan metabolit sekunder seperti terpenoid, lipid, flavonoid, saponin, dan alkaloid, memainkan peran penting dalam aktivitas antimikroba (Hnamte et al., 2024) dan enzim lisozim yang memiliki aktivitas antibakteri, sehingga dapat merusak dinding sel, membran, atau proses metabolisme bakteri patogen. Selain itu, bakteri endofit bersaing dengan bakteri patogen untuk mendapatkan nutrisi dan ruang, sehingga mengurangi peluang patogen berkembang biak. Bakteri tersebut dapat pula menghasilkan senyawa yang menghambat pembentukan biofilm, salah satu mekanisme utama resistensi bakteri patogen. Tidak hanya itu, bakteri endofit mampu mengganggu komunikasi antar sel bakteri patogen melalui quorum sensing, sehingga mencegah patogen mengatur ekspresi gen untuk infeksi. Sebagai tambahan, bakteri endofit dapat merangsang sistem kekebalan tanaman inang, meningkatkan kemampuan tanaman untuk melawan infeksi. Contohnya yaitu bakteri endofit yang berasal dari andalima (*Z. acanthopodium* DC) yang mampu menghambat bakteri patogen *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* (Rizqoh et al., 2024). Penelitian (Irwandi, Azyenela et al., 2023), bakteri endofit yang bersumber dari pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki kemampuan menghambat bakteri *Escherichian coli* namun zona hambat yang terbentuk kategori lemah. Dan analisis 16s rRNA menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit teridentifikasi sebagai *Bacillus cereus*. S.

Bakteri endofit yang berasal dari daun sirsak (*Annona muricata* L.) dapat menghambat bakteri patogen *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus mutans*, dan *Streptococcus aureus* hingga zona hambat 17 mm. Berdasarkan hasil identifikasi menunjukkan kemiripan dengan jenis endofit *Pantoea wallisii* (Janatiningrum et al., 2022). Hasil penelitian Bonggol Pisang (*Musa balbisiana* Colla) (Lakoro et al., 2023) menunjukkan bahwa terdapat satu jenis bakteri endofit yang memiliki potensi aktivitas antibakteri untuk menghambat *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat pada *E. coli* sebesar 8,10 mm dan pada *S. aureus* sebesar 7,76 mm. Isolat bakteri tersebut diidentifikasi sebagai *Enterobacter roggenkampii* dengan kemiripan 99,22% terhadap strain *Enterobacter roggenkampii colony 354 chromosome*. Daun mangga kasturi (*Mangifera casturi* Kosterm) salah satu sumber bakteri endofit *Enterobacter cloacae* yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen *Propionibacterium acnes*, *S. mutans* ATCC 31987, *S. aureus* ATCC 25323, *E. coli* ATCC 25922 dan *S. dysenteriae* ATCC 13313 (Suhendar et al., 2021). Bakteri endofit kunyit (*Curcuma longa* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat berkisar antara 7,4-13,76 mm diidentifikasi yaitu bakteri endofit genus *Pseudomonas* (Astari et al., 2021).

Bakteri endofit yang diisolasi dari jaringan tanaman dapat menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan seperti bakteri endofit, jenis *Bacillus siamensis* HMB1 dan *Bacillus*

aryabhatai HMD4, yang diisolasi dari tanaman *Hoya multiflora* Blume memiliki aktivitas antioksidan, di mana *B. siamensis* HMB1 menunjukkan nilai IC50 tertinggi (51,18 mg/ml) sedangkan *B. aryabhatai* HMD4 memiliki tingkat resistensi. Berdasarkan LC-MS menunjukkan senyawa yang berperan sebagai antioksidan yaitu piridoksamin (Pudjas et al., 2022). Bakteri endofit yang berasal dari rimpang jahe merah menghasilkan senyawa antioksidan berupa flavonoid dan saponin dengan nilai inhibisi 22,71%, 20,86%, dan 13,08% (Triana et al., 2017). Daun jambu biji (*Psidium guajava* L) mengandung bakteri endofit yang menghasilkan senyawa antioksidan nilai (IC50) isolate bakteri endofit A pada fraksi metanol yaitu 201,8010 ppm dan pada fraksi etil asetat 232,9740 ppm. Nilai (IC50) isolat bakteri endofit B pada fraksi metanol yaitu 146,9645 ppm dan pada fraksi etil asetat 189,8048 ppm (Putri & Herdyastuti, 2021)

Kemampuan bakteri endofit tanaman menghasilkan bioaktif menjadi prospek menjanjikan untuk perkembangan farmasi dan bioteknologi. Bakteri endofit memiliki peran krusial dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi. Oleh karena itu, bakteri endofit bukan hanya komponen penting dalam ekosistem tanaman, tetapi juga aset yang menjanjikan untuk inovasi dalam farmasi, bioteknologi, dan pertanian berkelanjutan.

PENUTUP

Bakteri endofit tanaman dapat dijadikan sumber bioaktif potensial yang memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan. Bakteri endofit yang berasal dari daun pulai (*Alstonia scholaris*), andalima (*Z. acanthopodium* DC), pepaya (*Carica papaya* L.), daun sirsak (*Annona muricata* L.), Bonggol Pisang (*Musa balbisiana* Colla), mangga kasturi (*Mangifera casturi* Kosterm) dan kunyit (*Curcuma longa* L.) memiliki senyawa antibakteri yang dapat menghambat bakteri pathogen. Bakteri endofit dari *Hoya multiflora* Blume, jahe merah (*Zingiber officinale* Linn. Var *Rubrum*), daun jambu biji (*Psidium guajava* L) menghasilkan senyawa antioksidan potensial.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. A., Ahmed, T., Ibrahim, E., Rizwan, M., Chong, K. P., & Yong, J. W. H. (2024). A review on mechanisms and prospects of endophytic bacteria in biocontrol of plant pathogenic fungi and their plant growth-promoting activities. *Heliyon*, 10(11), e31573. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31573>
- Astari, S. M., Rialita, A., & Mahyarudin, M. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 8(2), 9–16. <https://doi.org/10.33096/jffi.v8i2.644>
- Hnamte, L., Vanlallawmzuali, Kumar, A., Yadav, M. K., Zothanpuia, & Singh, P. K. (2024). An updated view of bacterial endophytes as antimicrobial agents against plant and human pathogens. *Current Research in Microbial Sciences*, 7(May), 100241. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2024.100241>
- Irvanita, D. A., Rohmantin, D., Adz-Dzikir, F., Sari, T. P., Jinan, R. F., & Aji, O. R. (2024). Antibacterial Activity of Endophytic Fungi Isolated from Turmeric Plants (*Curcuma longa* L.) Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Biotechnology and Natural Science*, 4(1), 09–14. <https://doi.org/10.12928/jbns.v4i1.10276>
- Irwandi, Azyenela, L., Purnama Sari, H., Supri Wardi, E., & Sartika, D. (2023). Isolation and identification with 16s rRNA gene of endophytic bacteria from papaya (*Carica papaya* L.) and test of its antibacterial activity. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1068–1078.
- Janatiningrum, I., Hasan, A. E. Z., & Riyanti, E. I. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Daun Sirsak *Annona muricata* L. dan Aktivitas Antibakterinya terhadap Beberapa Bakteri Patogen. *Pharmaceutical and Biomedical Sciences Journal (PBSJ)*, 3(2), 75–82. <https://doi.org/10.15408/pbsj.v3i2.24321>
- Jumrah, E. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Potensial Lengkuas Merah (*Alpinia*

- purpuruta) dan Analisis Senyawa Antibakterinya. *Tesis : Institut Pertanian Bogor*.
- Jumrah, E., Islawati, & Salnus, S. (2024). Analysis (Artikel Rev .) Identifikasi Bakteri Endofit dengan Analisis 16S rRNA berbagai penelitian di Indonesia . Gen 16S rRNA tidak hanya dapat mengidentifikasi. *Jurnal Sains Dan Teknik Terapan*, 2(2), 70–77.
- Lakoro, S. U., Retnowati, Y., Uno, W. D., Kumaji, S., Hasan, A. M., & Nusantari, E. (2023). Endophytic Bacteria Producing Antimicrobial Compounds of *Musa balbisiana* Colla. *E3S Web of Conferences*, 400, 1–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340002011>
- Lata, R., Chowdhury, S., & Gond, S. K. (2024). Functional characterization of endophytic bacteria isolated from feather grass (*Chloris virgata* Sw.). *Grass Research*, 4. <https://doi.org/10.48130/grares-0024-0005>
- M.N, S., & Q.T., N. (2024). Isolation of Endophytic Bacteria from Medicinal Plants and Screening for Their Enzyme Production Ability. *Applied Microbiology: Open Access*, 9(6), 1–5. <https://doi.org/10.35248/2471-9315.23.9.281.Citation>
- Marchut-Mikotajczyk, O., Chlebicz, M., Kawecka, M., Michalak, A., Prucnal, F., Nielipinski, M., Filipek, J., Jankowska, M., Perek, Z., Drożdżyński, P., Rutkowska, N., & Otlewska, A. (2023). Endophytic bacteria isolated from *Urtica dioica* L.- preliminary screening for enzyme and polyphenols production. *Microbial Cell Factories*, 22(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12934-023-02167-2>
- Nur, S., Hidayati, I., Zulkifli, L., Sedijani, P., Ayu, D., & Rasmi, C. (2024). Antagonistic Test of Endophytic Bacteria of Chili Pepper Roots Producing Siderophores and Hydrolase Enzymes against Plant Pathogenic Bacteria *Ralstonia Solanacearum*. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(4), 857–867. <http://doi.org/10.29303/jbt.v24i4.7966>
- Pudjas, N. T. G., Mubarik, N. R., Astuti, R. I., & Sudirman, L. I. (2022). Antioxidant Activity of Endophytic Bacteria Derived from *Hoya multiflora* Blume Plant and Their Cellular Activities on *Schizosaccharomyces pombe*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 29(2), 214–221. <https://doi.org/10.4308/hjb.29.2.214-221>
- Putri, R. D. W., & Herdyastuti, N. (2021). Potensi Senyawa Antioksidan Yang Dihasilkan Bakteri Endofit Pada Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 55–63. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p55-63>
- Rizqoh, D., Amelia, A., Kumala, W. O., Sipriyadi, S., Suryani, U. H., & Sariyanti, M. (2024). Novel Endophytic Bacteria Isolates from Andaliman (*Zanctoxylum acanthopodium* DC.) which Potentially Inhibit *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Biomedicine and Translational Research*, 10(1), 26–34. <https://doi.org/10.14710/jbtr.v10i1.21740>
- Rumalolas, M., Kotala, S., & AF, A. N. A. (2024). Antibacterial Activity of Endophytic Fungi Isolated from Pulaui Leaves (*Alstonia scholaris*). *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 85–91. <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6370>
- Singh, M., Kumar, A., Singh, R., & Pandey, K. D. (2017). Endophytic bacteria: a new source of bioactive compounds. *3 Biotech*, 7(5), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0942-z>
- Suhendar, U., Mahyuni, S., & Sogandi, S. (2021). Identification of molecular bacterial isolate endofit bacteria Kasturi mango (*Mangifera casturi* Kosterm) leaves and analysis of antibacterial activity. *Jurnal Sains Natural*, 11(1), 24. <https://doi.org/10.31938/jsn.v11i1.294>
- Triana, O., Sarjono, P. R., & Mulyani, N. S. (2017). Isolasi Bakteri Endofit pada Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn. Var *Rubrum*) Penghasil Senyawa Antioksidan. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 20(1), 25–29. <https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.25-29>
- Vernando, R., Mahyarudin, M., & Rialita, A. (2023). Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) Terhadap *Propionibacterium acnes*. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 16(1), 53–63. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v16i1.20276>