ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DARI DAUN TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata Ness.*)

SKRIPSI

FEBRIALIEF ANNISA AYUNINGRAT
A 211 013

SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
2025

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DARI DAUN TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata Ness.*)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

FEBRIALIEF ANNISA AYUNINGRAT
A 211 013

SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
2025

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DARI DAUN TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata Ness.*)

FEBRIALIEF ANNISA AYUNINGRAT
A211013

Oktober, 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing	**Pembimbing**
Nur Asni Setiani, M.Si.	Himalaya Wana Kelana, M.Pd.

KUTIPAN

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tiada lembar yang paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan, skripsi ini saya persembahkan sebagai tanda bukti kepada kedua orangtu tercinta, Ayah Adjat Sudrajat dan Mama Sri Hidayanti serta keluarga tercinta. Rumah ysng tak pernah lelah menjadi tempat kembali pulang, dan terima kasih atas ketulusan dari hati atas setiap doa yang tak pernah putus dan semangat yang tak ternilai hingga titik ini. Tanpa mereka aku tak akan pernah berhasil karena mustahil untuk hidup sendiri.

ABSTRAK

Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) merupakan tanaman obat yang mengandung senyawa aktif andrografolid dengan berbagai aktivitas farmakologis, seperti antiinflamasi, antibakteri, dan imunomodulator. Keberadaan bakteri endofit di dalam jaringan tanaman berperan penting dalam mendukung pertumbuhan seperti inangnya serta sintesis metabolit sekunder yang bermanfaat secara farmakologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri endofit secara morfologi dan biokimia yang terdapat pada daun sambiloto. Sampel berupa daun muda, dewasa, dan tua disterilisasi permukaannya menggunakan alkohol 70% dan larutan NaOCl untuk menghilangkan mikroba epifit. Potongan jaringan bagian dalam kemudian ditanam secara aseptik pada media TSA (*Tryptic Soy Agar*) dan diinkubasi hingga muncul koloni. Koloni yang tumbuh dipurifikasi dengan metode gores (*streak plate*) untuk memperoleh koloni tunggal, kemudian dilakukan karakterisasi morfologi, uji fisiologi (toleransi salinitas dan suhu), serta uji biokimia (katalase) untuk mendukung identifikasi. Hasil menunjukkan bahwa koloni bakteri endofit hanya ditemukan pada daun dewasa. Isolat memiliki koloni bulat, tepi rata, berwarna putih kekuningan, bersifat Gram positif dengan bentuk sel streptobasil, dan positif terhadap uji katalase. Isolat juga mampu tumbuh pada salinitas 10–15% dan suhu 15–45 °C, menunjukkan toleransi terhadap kondisi ekstrem. Berdasarkan karakter tersebut, isolat teridentifikasi sebagai genus Bacillus.

Kata kunci: sambiloto, bakteri endofit, isolasi, *Bacillus*, andrografolid

ABSTRAK

Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) is a medicinal plant that contains the active compound andrographolide, known for its various pharmacological activities such as anti-inflammatory, antibacterial, and immunomodulatory effects. The presence of endophytic bacteria within plant tissues plays an important role in supporting host growth and the synthesis of pharmacologically beneficial secondary metabolites. This study aimed to isolate and identify endophytic bacteria morphologically and biochemically from *Sambiloto* leaves. Leaf samples (young, mature, and old) were surface-sterilized using 70% ethanol and NaOCl solution to eliminate epiphytic microbes. The inner tissue segments were aseptically inoculated on Tryptic Soy Agar (TSA) medium and incubated until bacterial colonies appeared. The colonies were then purified using the streak plate method to obtain single colonies, followed by morphological characterization, physiological tests (salinity and temperature tolerance), and biochemical tests (catalase) to support identification. The results showed that endophytic bacterial colonies were only found in mature leaves. The isolate exhibited round colonies with smooth edges, a whitish-yellow color, was Gram-positive with a streptobacillus cell shape, and tested positive for catalase activity. The isolate was also able to grow at 10–15% salinity and temperatures ranging from 15–45 °C, indicating tolerance to extreme conditions. Based on these characteristics, the isolate was identified as belonging to the genus *Bacillus*.

Keywords: *Andrographis paniculata*, endophytic bacteria, isolation, *Bacillus*, andrographolide

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul "**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DARI DAUN TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata Ness.*)**".

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Ibu Nur Asni Setiani, M.Si. dan Ibu Himalaya Wana Kelana, M.Pd. atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar–besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. Dr. apt. Diki Prayugo W, M.Si., selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. Apt. Anggi Restiasari, SSI, MH. KES, M.S. Farm., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
5. Seluruh staf dosen, asisten laboratorium, staf administrasi, serta jajaran karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, terima kasih atas ilmu, pengalaman dan bantuan yang telah diberikan selama perkuliahan,
6. Kepada teman-teman angkatan 2021 yang sama-sama berjuang menyelesaikan studi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRAK ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**
BAB I **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Kegunaan dan Penelitian 3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian 3
BAB II **4**
TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Tanaman Sambiloto 4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman 4
2.2.2 Morfologi Tanaman 5
2.3.3 Khasiat dan Kegunaan 6
2.2 Bakteri Endofit 6
2.3 Isolasi 7
2.4 Metode Identifikasi 8
2.5 Uji Katalase 9
2.6 Pengujian Secara Fisiologis 10
2.6.1 Uji Pertumbuhan Dalam NaCl 10
2.6.2 Uji Pertumbuhan Dalam Suhu 11
2.6.3 Uji Pigmentasi 11

2.6.4 Uji Diameter 12
BAB III 13
TATA KERJA 13
3.1 Alat dan Bahan 13
3.1.1 Alat 13
3.1.2 Bahan 13
3.2 Metode Penelitian 13
3.2.1 Isolasi Bakteri Endofit daun sambiloto 13
3.2.2 Sub Kultur Bakteri Endofit 14
3.2.3 Identifikasi Morfologi 14
3.2.4 Uji Biokimia 15
3.2.5 Uji Fisiologis 15
BAB IV 17
PEMBAHASAN 17
4.1 Isolasi dan Purifikasi Bakteri Endofit Daun Sambiloto 17
4.1.1 Isolasi 17
4.1.2 Purifikasi 19
4.2 Identifikasi Morfologi 20
4.2.1 Makroskopis 20
4.2.2 Mikroskopis 21
4.3 Uji Biokimia 22
4.4 Uji Fisiologi 23
4.4.1 Uji Pertumbuhan dalam NaCl 23
4.4.2 Uji Pertumbuhan Terhadap Suhu 24
4.4.3 Uji Pigmentasi 25
4.4.4 Uji Diameter 26
4.5 Penentuan Identitas Isolat Bakteri Endofit Daun Tanaman Sambiloto 26
BAB V 28
PENUTUP 28
5.1 Kesimpulan 28
5.2 Saran 28

DAFTAR PUSTAKA 29

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

4.1 Hasil Isolat Bakteri Endofit Dari Daun Tanaman Sambiloto…….18
4.2 Morfologi Hasil Purifikasi Isolat Bakteri Endofit……..20
4.3 Identifikasi Makroskopis Koloni Isolat Bakteri Endofit……20

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Tanaman sambiloto (*Andrographis paniculata Ness.*)……..5
2.2 Ilustrasi bakteri epifit dan endofitik……..7
4.1 Isolat Bakteri Dari Daun Tanaman Sambiloto Bagian Daun Dewasa……..18
4.2 Hasil Purifikasi…….19
4.3 Analisis Mikroskopis Bakteri Endofit Daun Tanaman Sambiloto……...22
4.4 Analisis Mikroskopis Bakteri Endofit Daun Tanaman Sambiloto……...22
4.5 Uji Katalase……..23
4.6 Hasil Uji Pertumbuhan NaCl……23
4.7 Hasil Uji Pertumbuhan di variasi suhu…….25
4.8 Hasil Uji Pigmentasi dan Uji Diameter Koloni……26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Determinasi Tanaman Sambiloto…….34
2. CoA Media TSA……...35
3. Data Purifikasi……..36
4. Data Kultur Agar Miring……..37
5. Perhitungan……...38

DAFTAR PUSTAKA

Adityawarman, A., Mahyarudin, M., & Effiana, E. 2019**. ‘’**Isolasi, Identifikasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap *Escherichia coli*’’. *Jurnal Cerebellum*, 5(4B), 1569-1582.

Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. 2019. ‘’Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants’’. *Microbiological Research, 221*, 36-49. https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.02.001

Agarwal, M., & Sheikh, M. B. 2025. “Isolation and Functional Characterization of Endophytic Bacteria from Muscadine Grape Berries: A Microbial Treasure Trove”. *Cells, 14*(5), 369. https://doi.org/10.3390/cells14050369

Ahemad, M. 2015. ‘’Phosphate-solubilizing bacteria-assisted phytoremediation of metalliferous soils: a review’’. 3 Biotech, 5(2), 111–121. https://doi.org/10.1007/s13205-014-0206-0.

Annisa, R., Pratiwi, R., & Fathurrohman, F. 2024. ‘’Isolasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit dari Daun Mangrove (Rhizophora apiculata)’’. *Jurnal Pharmacon MW*.

Bodhankar, S., Shinde, S., Ali, S.A., & Sayyed, R.Z. 2017. ‘’Seed endophytic bacteria of maize: diversity, characterization and biocontrol potential’’. *Frontiers in Microbiology*, 8:2162. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02162.

Degtyarova, A., Kuznetsova, T., Poroyko, V., & Skorokhod, I. 2024. “Endophytic *Bacillus subtilis* 10-4 and 26D Enhance Drought Tolerance in Wheat via Hormonal and Antioxidant Regulation”. *Plants, 13*(13), 1769. https://doi.org/10.3390/plants13131769

Deshmukh, D. S., Kumar, M. S., & Prasanna, L. 2022**.** ‘’Molecular and Biochemical Characterization, Antimicrobial Activity, Stress Tolerance, and Plant Growth-Promoting Effect of Endophytic Bacteria Isolated from Wheat Varieties’’. BioMed Research International, 2022.

Ed-har, A. A., & Widyastuti, R. 2017. ‘’Isolation and Identification of Cellulose and Pectin-Degrading Soil Microbes from Rhizosphere of Aquilaria malaccensis’’. Buletin Tanah dan Lahan. 1 (1) : 58-64.

El-Saadony, M.T., *et al*. 2021. ‘’Biological functions and industrial applications of bacterial pigments’’. *Biotechnology Advances*, 47, 107678. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107678

Gusmaini, Sopandie, D., Aziz, S. A., Munif, A., & Bermawie, N. 2016. ‘’Pemanfaatan Bakteri Endofit dan Fosfat untuk Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sambiloto’’. *Jurnal Littri*, 22(3), 151-157. https://doi.org/10.21082/littri.v22n3.2016.151-157

Gusmaini, Sopandie, D., Aziz, S. A., Munif, A., & Bermawie, N. 2016. ‘’Response Of Andrographis Paniculata On Phosphate And Endophytic Bacteria Consortia In Nutrient Solution Media Response Tanaman Sambiloto Terhadap Fosfat Dan Konsorsium Bakteri Endofit Pada Media Larutan Hara’’. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 22(3), 153–159.

Gupta, R., Pandey, A., & Kumar, S. 2019. “Phytochemical profile and therapeutic uses of Andrographis paniculata: A review”. *Journal of Herbal Medicine*, 18, 100281.

Harahap, M. R. 2018. ‘’Elektroforesis: Analisis Elektronika terhadap Biokimia Genetika’’. CIRCUIT: *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, *2*(1), 21-26. ISSN: 2549-3698 (printed), 2549-3701 (online).

Harwood, C.R., & Mouillon, J.M. 2021. Growth and colony morphology of Bacillus species under different conditions. *Microbiology*, 167(6), 001063. https://doi.org/10.1099/mic.0.001063

Hazarika, S. N., Saikia, K., Borah, A., & Thakur, D. 2021. ‘’Prospecting endophytic bacteria endowed with plant growth-promoting potential isolated from *Camellia sinensis’’*. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 738058. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.738058.

Hernahadini, N., Fauzi, M., & Ihsani, N. 2023. ‘’Analisis Filogenetik Bakteri Indigen Penghasil Senyawa Siderofor Dari Rizhosfer Padi Sebagai Agen Pupuk Hayati Berdasarkan Gen 16S rRNA’’. *Journal of Science, Technology and Entrepreneur*, 4(1), 24–27.

Hossain, M. E., Rahman, A., & Karim, M. M. 2020. “Morphological and physiological variations among different leaf ages of Andrographis paniculata”. *Journal of Medicinal Plant Studies*, 8(3), 112–118.

Kirti Verma, Saudan Singh. 2024. ‘’Bio-pesticidal potential of the crude extract of Andrographis paniculata [(Burm. F.) Wall ex. Nees] in the agricultural field: A review’’. *Journal of Natural Pesticide Research*, Volume 8,100076, ISSN 2773-0786. https://doi.org/10.1016/j.napere.2024.100076.

Kusumawardhani, E., Suryani, R., & Indrawati, D. 2022. “Sterilization techniques for isolation of leaf endophytic bacteria”. *Indonesian Journal of Biotechnology*, 27(3), 145–152.

Leonita, S., Bintang, M., & Pasaribu, F. H. 2018. ‘’Isolation And Identification Of Endophytic Bacteria From *Ficus Variegata* Blume As Antibacterial Compounds Producer’’. *Current Biochemistry*, *2*(3), 116-128. ISSN: 2355-7877.

Li, Y., Zhang, H., Wu, Y., & Chen, Y. 2025. “High-throughput sequencing analysis of community diversity and functional structure of endophytic bacteria in edible vegetable crops”. *3 Biotech*, 15, 543. https://doi.org/10.1007/s13205-025-04380-9

Madigan, M.T., et al. 2019. ‘’Brock Biology of Microorganisms (15th ed.)’’. Pearson.

Mandic-Mulec, I., Stefanic, P., & van Elsas, J. D. 2025. “Ecology of Bacillaceae”. *Microbiology and Molecular Biology Reviews, 89*(1), e00008-24. https://doi.org/10.1128/MMBR.00008-24

Mehdi Jalali, Justyna Zaborowska, Morteza Jalali. 2017. ‘’Chapter 1 - The Polymerase Chain Reaction: PCR, qPCR, and RT-PCR, Editor(s): Morteza Jalali, Francesca Y.L. Saldanha, Mehdi Jalali, Basic Science Methods for Clinical Researchers’’.

Academic Press, Pages 1-18, ISBN 9780128030776, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803077-6.00001-1.

Nady, N., Hafiz, A. H. M., Yusof, M. T., & Rusly, N. S. 2024. “Endophytic *Bacillus subtilis* A9 from *Manihot esculenta* Promotes Plant Growth and Suppresses *Lecanicillium aphanocladii”*. *Frontiers in Microbiology, 15*, 1388669. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1388669

Noer, S. 2021. ‘’Identifikasi Bakteri secara Molekular Menggunakan 16S rRNA’’. *EduBiologia Biological Science and Education Journal*, 1(1), 1-6. DOI: 10.30998/edubiologia.v1i1.8596.

Nurfajriah, S., Inggraini, M., & Ilsan, N. A. 2021. ‘’Identifikasi Molekuler dan Uji Aktivitas Inhibitor Alfa Glukosidase dari Bakteri Endofit Daun Afrika (*Vernonia amygdalina*)’’. *Chimica et Natura Acta*, 9(3), 167-172.

Nurhayati, N., Nuraida, W., & Putri, P. M. 2024. ‘’Isolation of Endophytic Bacteria from Melon Root and Evaluation of Their Antagonistic Activity Against *Acidovorax citrulli*’’. *HAYATI Journal of Biosciences, 31*(2), 188–197.

Pambudiono, A., Suarsini, E., & Amin, M. 2016. ‘’Isolasi DNA Genom Bakteri Potensial Pengkelat Logam Berat Kadmium Dari Limbah Cair Penepungan Agar’’. Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek 2016, 103-107. ISSN: 2557-533X.

Peng, H., Huang, Y., Zhang, C., Zheng, Z., & Lin, W. 2024. ‘’Optimization of culture conditions for endophytic bacteria in mangrove plants and isolation and identification of bacteriocin’’. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1429423. https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1429423.

Qonitah Fardiyah, Taslim Ersam, Suyanta, Agus Slamet, Suprapto, Fredy Kurniawan. 2020. ‘’New potential and characterization of Andrographis paniculata L. Ness plant extracts as photoprotective agent’’. *Arabian Journal of Chemistry, Volume 13, Issue 12*.

Radhakrishnan, N., & Krishnasamy, C. 2024. “Isolation and characterization of salt-stress-tolerant rhizosphere soil bacteria and their effects on

plant growth-promoting properties". *Scientific Reports*, 14(1), 24909. https://doi.org/10.1038/s41598-024-75022-y

Rahman, A., Hossain, M. E., & Karim, M. M. 2023. "Quantitative determination of andrographolide in Andrographis paniculata leaves collected from different regions". *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 18(3), 225–232.

Ramadhanty, M. A., Lunggania, A. T., & Nurhayati, N. 2021. ''Isolasi bakteri endofit asal tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dan kemampuannya sebagai antimikroba patogen *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* secara in vitro''. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 4(1), 16-22.

Ramadhanty, M. A., Lunggania, A. T., & Nurhayati. 2021. ''Isolasi bakteri endofit asal tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dan kemampuannya sebagai antimikroba patogen *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* secara in vitro''. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 4(1), 16-22.

Rismawati, S. I. 2019. ''Isolasi Gen smtAB Bakteri Resisten Logam Berat Pb dari Limbah Cair Agar''. *Agromix, 10*(1), 1-10. p-ISSN: 2085-241X, e-ISSN: 2599-3003.

Sartika, D., Irwandi, I., Novelni, R., & Alena, M. 2023. ''Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dengan Menggunakan Gen 16S rRNA serta Uji Aktivitas Antibakterinya''. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 14(2), 394-405. https://doi.org/10.30633/jkms.v14i2.2053

Septiani, Devi & Hakim, Aliefman & Patech, Lalu & Zulhalifah, Zulhalifah & Siswadi, Siswadi. 2021. ''Isolation and Identification of Andrographolide Compounds from the Leaves of Sambiloto Plant (Andrographis paniculata Ness)''. *Acta Chimica Asiana*. 4. 108. 10.29303/aca.v4i1.65.

Sianipar, G. W. S., Sartini, & Riyanto. 2020. ''Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L.)''. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 2(2), 83-92. https://doi.org/10.31289/jibioma.v2i2.312

Silalahi, Marina. 2020. ''76 Sambiroto (Andrographis paniculata) dan Bioaktivitasnya''. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*. 3. 2654-4652. 10.30743/best.v3i1.2448.

Sogandi. (2018). ''Biologi Molekuler: Identifikasi Bakteri Secara Molekuler''. Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta.

Tang, Q., Zhang, H., Zhao, Y., Sun, Y., & Li, Y. 2022. "Plant organ- and growth stage-diversity of endophytic bacteria with potential as biofertilisers isolated from wheat (Triticum aestivum L.)". *BMC Plant Biology*, 22, 316. https://doi.org/10.1186/s12870-022-03615-8

Verma SK, Sahu PK, Kumar K, Pal G, Gond SK, Kharwar RN, White JF. ‘’Endophyte roles in nutrient acquisition, root system architecture development and oxidative stress tolerance’’. *J Appl Microbiol*. 2021 Nov;131(5):2161-2177. doi: 10.1111/jam.15111. Epub 2021 May 17. PMID: 33893707.

Wahyudi, A. T., Ningsih, T. S., & Nurbaiti, S. 2020. “Diversity and characterization of endophytic bacteria from Indonesian medicinal plants”. *Indonesian Journal of Microbiology*, 15(2), 73–82.

Wang, L., Zhang, X., Li, Y., Liu, Y., & Zhao, Y. 2025. “Interaction between Endophytic *Bacillus subtilis* and Plant Hosts: Colonization, Defense Modulation, and Functional Potentials”. *Plants*, *14*(2), 2684. https://doi.org/10.3390/plants12142684

Wang, Xia & Wu, Guanqi & Han, Shuo & Yang, Jingjing & He, Xiangwei & Li, Haifang. 2023. ‘’Differentiation and Identification of Endophytic Bacteria from Populus Based on Mass Fingerprints and Gene Sequences’’. *International Journal of Molecular Sciences*. 24. 13449. 10.3390/ijms241713449.

Wang, Y., et al. 2022. ‘’Functional pigments produced by Bacillus species: roles in stress tolerance and potential applications. Frontiers in Microbiology’’, 13, 925614. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.925614

Yandila, S., Putri, D. H., & Fifendy, M. 2018. ‘’Kolonisasi Bakteri Endofit Pada Akar Tumbuhan Andaleh (Morus macroura Miq.)’’. Bio-site. 4(2): 61 - 67.

Zahra, S. T., Tariq, M., Abdullah, M., Zafar, M., Yasmeen, T., Shahid, M. S., Zaki, H. E. M., & Ali, A. 2023. “Probing the potential of salinity-tolerant endophytic bacteria to improve the growth of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)”. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1149004. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1149004

Zulfah, M. 2020. *Pengaruh Bakteri Endofit Penghasil Iaa Terhadap Pertumbuhan Tanaman.* Jurnal Bioma, 22(1), 45-52.

Zulkifli, L., Jekti, D. S. D., & Bahri, S. 2018. ‘’Isolasi, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Kulit Batang Srikaya (Annona squamosa) dan Potensinya sebagai Antibakteri’’. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 4(1), 21-29.