

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

SKRIPSI

**SUNARTI
A 211 120**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

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

SKRIPSI

“Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi”

**SUNARTI
A 211 120**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

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

**SUNARTI
A 211 120**

Agustus 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Nur Asni Setiani, M.Si.

Pembimbing



Himalaya Wana Kelana, M.Pd.

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

Skripsi ini penulis persembahkan kepada Allah SWT sebagai rasa syukur atas ridho dan karunia-Nya serta Almarhumah Ibunda tercinta, Ayahanda tercinta, keluarga besar, teman dan para sahabat yang selalu memberikan semangat dan do'a.

ABSTRAK

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan penyakit dan berperan penting dalam mendukung pertumbuhan serta ketahanan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik. Kehadiran bakteri endofit bukan sekedar sebagai "penumpang" dalam jaringan tanaman, tetapi komponen aktif yang mendukung metabolisme tanaman termasuk produksi senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi pengobatan. Perannya sebagai *enhancer* alami mampu memproduksi fitohormon, fiksasi nitrogen, dan pelarutan fosfat yang dapat meningkatkan kesehatan tanaman sehingga berpotensi lebih baik dalam produksi senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri endofit dari akar tanaman sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness.) yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO), Bogor. Akar tanaman disterilisasi permukaannya untuk menghilangkan mikroorganisme epifit. Isolasi dilakukan dengan metode eksplan langsung pada media *Tryptone Soya Agar* (TSA) tanpa proses penghancuran jaringan. Penelitian berhasil mengisolasi satu isolat bakteri dengan morfologi makroskopis berbentuk bulat, berwarna putih kekuningan, berukuran kecil, bertepi rata, dan elevasi timbul. Identifikasi mikroskopis menunjukkan bakteri gram positif berbentuk basil. Uji katalase positif mengindikasikan adanya produksi enzim katalase pada bakteri. Analisis filogenetik menunjukkan isolat bakteri berada pada satu cabang maupun node (genus) yang sama dengan bakteri *Enterobacter* dengan nilai persentase kemiripan sebesar 99%.

Kata kunci: endofit, sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness.), akar.

ABSTRACT

*Endophytic bacteria are microorganisms that live in plant tissues without causing disease and play an important role in supporting plant growth and resistance to biotic and abiotic stress. The presence of endophytic bacteria is not merely as "passengers" in plant tissues, but active components that support plant metabolism including the production of bioactive compounds that are beneficial for medicine. Their role as natural enhancers is able to produce phytohormones, nitrogen fixation, and phosphate solubilization that can improve plant health so that they have the potential to be better in the production of bioactive compounds. This study aims to isolate and identify endophytic bacteria from the roots of the bitter plant (*Andrographis paniculata* Ness.) obtained from the Research Institute for Spices and Medicinal Plants (BALITRO), Bogor. The plant roots were surface sterilized to remove epiphytic microorganisms. Isolation was carried out by the direct explant method on Tryptone Soya Agar (TSA) media without tissue destruction. The study succeeded in isolating one bacterial isolate with a macroscopic morphology of a round, yellowish-white color, small size, flat edges, and raised elevations. Microscopic identification showed gram-positive bacteria in the form of bacilli. A positive catalase test indicates the production of the enzyme catalase in the bacteria. Phylogenetic analysis showed that the bacterial isolates were in the same branch or node (genus) as *Enterobacter*, with a similarity percentage of 99%.*

Keywords: *endophyte, sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness.), root.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas segala berkah, rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DARI AKAR TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* Ness.)”**. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Nur Asni Setiani, M.Si. dan ibu Himalaya Wana Kelana, M.Pd. atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang telah 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 Wibowo, M.Si. selaku Ketua 1 Bidang Akademik Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si. selaku Ketua Program Studi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
4. Apt. Melvia Sundalian, M.Si. selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis berkuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
6. Ibunda (Almarhumah. Aam Kaminah) dan Ayah (H.Tani) yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas. Serta segenap keluarga besar yang selalu memberikan semangat selama menempuh perkuliahan.
7. Tim penelitian isolasi bakteri endofit, Annisa Rumaisha dan Febrialief Annisa yang telah banyak membantu selama proses penelitian,
8. Serta semua pihak yang telah berkontribusi selama penulis berkuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

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

Bandung, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Waktu Dan Tempat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Sambiloto	4
2.1.1 Deskripsi Tanaman Sambiloto	4
2.1.2 Klasifikasi Tanaman Sambiloto	4
2.1.3 Morfologi Tanaman Sambiloto	4
2.1.4 Habitat dan Penyebaran	6
2.1.5 Senyawa Aktif Andrografolid	6
2.2 Bakteri Endofit	7
2.2.1 Deskripsi Bakteri Endofit	7
2.2.2 Simbiosis Bakteri Endofit dan Tumbuhan Inangnya	8
2.2.3 HGT (Horizontal Gene Transfer).....	9
2.3 Media Pertumbuhan	10
2.3.1 Deskripsi Media Pertumbuhan.....	10
2.3.2 Klasifikasi Media Berdasarkan Kegunaan.....	11
2.3.3 Media TSA (Tryptone Soya Agar)	11
2.4 Isolasi Bakteri.....	12

2.5	Identifikasi Bakteri	13
2.6	Uji Katalase	13
2.7	Analisis Filogenetik	14
BAB III		15
TATA KERJA		15
3.1	Alat	15
3.2	Bahan	15
3.3	Metode Penelitian	15
3.3.1	Sampling Akar Sambiloto	15
3.3.2	Isolasi Bakteri Endofit dari Akar Sambiloto	15
3.3.3	Identifikasi Morfologi Bakteri Endofit	16
3.3.4	Uji Katalase	18
3.3.4	Sekuensing	18
BAB IV		20
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		20
4.1	Isolasi dan Purifikasi Bakteri Endofit	20
4.2	Identifikasi Bakteri Endofit Secara Makroskopis dan Mikroskopis	25
4.2.1	Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Secara Makroskopis	25
4.2.2	Identifikasi Mikroskopis dengan Pewarnaan Gram	25
4.3	Uji Katalase	26
4.4	Identifikasi bakteri dengan sekuensing 16S rRNA	28
BAB V		31
SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA		31
5.1	Simpulan	31
5.2	Alur Penelitian Selanjutnya	31
DAFTAR PUSTAKA		32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Hasil Isolasi Bakteri Endofit Dari Akar Sambiloto.....	20
4.2. Identifikasi Makroskopis Koloni Isolat Bakteri Endofit.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Herba Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i> Nees.).....	5
2.2 Struktur Senyawa Andrografolid.....	7
2.3 Mekanisme Peningkatan Pertumbuhan Tanaman.....	8
3.1 Morfologi Koloni Bakteri.....	17
4.1. Isolat Bakteri	21
4.2 Kontaminasi	22
4.3 Isolat Murni	24
4.4 Analisis Mikroskopis.....	26
4.5. Hasil Uji Katalase.....	27
4.6 Basa Nukleotida Isolat Bakteri.....	28
4.7 Hasil Analisis 16s rRNA	29
4.8 Pohon Filogenetik Isolat.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Determinasi Tanaman Sambiloto.....	Error! Bookmark not defined.
2. Media TSA.....	38
3. CoA Media TSA	39
4. Perhitungan	40

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, I., Puspita, F., Ali, M., & Agroteknologi, J. (2018). Isolasi Dan Karakterisasi Morfologi Dan Fisiologi Bakteri Endofit Dari Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal UR*. 5(1).
- 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.
- Ahemad, M. (2015). Phosphate-solubilizing bacteria-assisted phytoremediation of metalliferous soils: A review. *3 Biotech*, 5(2), 111–121.
- Alverina, C., Parisa, N., Arliansyah, R. D., & Tamzil, N. S. (2024). The Impact of Sambiloto Extract (*Andrographis paniculata*) as a Potential Antidiabetic Treatment. *Biomedical Journal of Indonesia*, 10(2), 66–71.
- American Type Culture Collection. (2015). *Introduction To Microbiology*. E-Book. ATCC.
- Atmanto, Y., Asri, L.A., Kadir, N.A. (2022). Media Pertumbuhan Kuman. *Jurnal Medika Hutama*. 1(4).
- Badaring, D. R. (2020). Identifikasi Morfologi Mikroba Pada Ruangan Water Closet Jurusan Biologi UNiversitas Negeri Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM*.
- Balosi, F., Lakani, I., & Panggeso, J. (2014). *Exploration of Endophytic Bacteria as Biocontrol Agents to Control Blood Disease on Banana Plant in In-Vitro*. e Journal Agrotekbis. 2 (6) : 579-586.
- Bokor, M., Chiacchiaro, E., & Phadtare, S. (2024). Collection and Processing of Samples for Next-Generation Sequencing to Study the Gut Microbiome. 59–70.
- Cahyawati, P. N. (2021). A Mini Review: Efek Farmakologi *Andrographis paniculata* (Sambiloto). *Wicaksana: Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 5(1), 19–24.
- Das, D., & Das, S. (2024). A study on the potential of endophytic bacteria to promote plant growth: Uses in agriculture and future directions. *Plant Science Today*.
- Devendar, P., Nayak, V. L., Yadav, D. K., Kumar, A. N., Kumar, J. K., Satya Srinivas, K., Sridhar, B., Khan, F., Sastry, K. P., & Ramakrishna, S. (2015). Synthesis and evaluation of anticancer activity of novel andrographolide derivatives. *MedChemComm*, 6(5), 898–904.
- 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.

- Ek-Ramos, M. J., Gomez-Flores, R., Orozco-Flores, A. A., Rodríguez-Padilla, C., González-Ochoa, G., & Tamez-Guerra, P. (2019). Bioactive Products From Plant-Endophytic Gram-Positive Bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 10, 463.
- Farikhah, L. R. (2021). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Dari Tanaman Yodium (*Jatropha multifida* L.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri : Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Fitrah, R., Irfan, M., Saragih, R. (2017). Analisis Bakteri Tanah Di Hutan Larangan Adat Rumbio. *Jurnal Agroteknologi*, 8(1).
- Franco-Franklin, V., Moreno-Riascos, S., & Ghneim-Herrera, T. (2021). Are Endophytic Bacteria an Option for Increasing Heavy Metal Tolerance of Plants? A Meta-Analysis of the Effect Size. *Frontiers in Environmental Science*. 8. 603668.
- Gusmaini, Didy, S., Sadra, A., Munif, A., & Bermawie, Nu. (2016). Pemanfaatan Bakteri Endofit Dan Fosfat Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sambiloto. 22(3).
- Hala, Y., Arifin, A. N., Karim, H., & Arsal, A. F. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Batang dan Akar Tanaman Kayu Jawa (*Lannea Coromandelica*). *Seminar Nasional Hasil Penelitian*.
- Hasiolan, Y. E., Naharia, O., Lawalata, H. J., & Mamangkey, J. J. (2022). Identification and Characterization of Endophytic Bacteria in Bangun bangun (*Coleus amboinicus* L.). *Nukleus Biosains*. 3 (1) :1-11.
- Imanta, Elasti & Hidajati. (2017). Test of Biolarvasida Aedes Aegypti From Isolation Methanol Extract of Plant Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness.). *UNESA Journal of Chemistry*. 6 (1).
- Munif, A., Wibowo, A. R., Herliyana, E. N. (2015). Bakteri Endofit dari Tanaman Kehutanan sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Agens Pengendali Meloidogyne sp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(6), 179–186.
- Ischak, N., I., & Deasy N Botutihe. (2018). *Sambiloto, Ceplukan, Daun Salam (Antidiabetes)*. E-Book. Gorontalo: UNG Press.
- K, W., & Kv, S. (2017). Formulation of Novel Surface Sterilization Method and Culture Media for the Isolation of Endophytic Actinomycetes from Medicinal Plants and its Antibacterial Activity. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 08(02).
- Kaushal, J., Mehandia, S., Singh, G., Raina, A., & Arya, S. K. (2018). Catalase enzyme: Application in bioremediation and food industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 192–199.
- Kazan, K., & Gardiner, D. M. (2017). Targeting pathogen sterols: Defence and counterdefence?. *PLOS Pathogens*, 13(5), e1006297.
- Khatoon, H., Anokhe, A., Kalia, V. (2022). Catalase Test: A Biochemical Protocol for Bacterial Identification. *AgriCos-Magazine*. 3 (18).

- Lalu, Zulkifli, Dwi Soelistya Diah Jekti, Nur Lestari Dan Dewa Ayu Citra Rasmi. (2016). Isolasi Bakteri Endofit Dari Sea Grass Yang Tumbuh Di Kawasan Pantai Pulau Lombok Dan Potensinya Sebagai Sumber Antimikroba Terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal Biologi Tropis*. 16 (2):80-93.
- Ludwig-Müller, J. (2015). Plants and endophytes: Equal partners in secondary metabolite production? *Biotechnology Letters*, 37(7), 1325–1334.
- Maheshwari, D. K. (2017). *Endophytes: Biology and Biotechnology*. (Vol. 15). E Book. Springer International Publishing.
- Mangunwardoyo, W., Sophia, R. A., & Heruwati, E. S. (2007). Seleksi dan Pengujian Aktivitas Enzim L-Histidine Decarboxylase Dari Bakteri Pembentuk Histamin. *Makara Journal of Science*. (11).
- Manoj, A., & P, M, A. (2024). *Culture Dependent Isolation, Identification and Characterization of Endophytes*. Dalam M. Anilkumar (Ed.), Recent Trends in Endophyte Research (hlm. 118–138). Iterative International Publishers, Selfpage Developers Pvt Ltd.
- Marangyana, I. G. B. I., Ugrasena, P. Y., & Monika, N. L. G. M. (2022). Analisis Multi Regression (MLR) pada Fingerprint Kromatografi Andrografolid untuk Memprediksi Efek Anti Kanker. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 8(1), 67–80.
- Maryani, Monalisa, S. S., & panjaitan, R. S. (2020). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 20, 196–208.
- Miliute, I., Buzaitė, O., Baniulis, D., & Stanys, V. (2015). Bacterial endophytes in agricultural crops and their role in stress tolerance: A review. *Zemdirbyste Agriculture*, 102(4), 465–478.
- Muhammad, A., & Widayati, S. (2024). Komparasi Media Kultur Bakteri Pemeriksaan Angka Kuman Ruang Pada Metode Settle Plate. *Scientific Periodical Journal Of Medicine and Public Health*. 2(2).
- NauE, D. A. B., Syailendra, A., Syafitri, I., Wulandari, S., & Julianti, W. (2022). Buah Bit (*Beta vulgaris* L.) Sebagai Alternatif Safranin Pada Pewarnaan Gram. *Husada Mahakam: Jurnal Kesehatan*. 12(1).
- Nautiyal, Dr. P., Jai Singh, Dr. R., Kumar, A., & Malik, J. K. (2020). Pharmacognostical & TLC Fingerprinting of *Andrographis Paniculata* (Kalmegh). *Saudi Journal of Medical and Pharmaceutical Sciences*, 06(02), 160–167.
- Nurhidayati, S., Faturrahman, F., & Ghazali, M. (2015). Deteksi Bakteri Patogen Yang Berasosiasi Dengan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Bergejala Penyakit Ice-Ice. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 1(2).
- Okamoto, T., Shinjo, R., Nishihara, A., Uesaka, K., Tanaka, A., Sugiura, D., & Kondo, M. (2021). Genotypic Variation of Endophytic Nitrogen-Fixing Activity and Bacterial Flora in Rice Stem Based on Sugar Content. *Frontiers in Plant Science*. 12. 719259.

- Panawala, Lakna. (2017). Negative Bacteria. EPediaa. Difference Between Gram Positive and Gram Negative Bacteria. *EPediaa*.
- Pujiasmanto, B., & Rumia Manurung, I. (2022). Identification of Sambiloto agroecology as a basis for utilization and conservation of germplasm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1016(1), 012004.
- Purwati, A. I., Yunianto, P., & Supriyono, A. (2017). Validasi Metode RP-HPLC untuk Penentuan Kadar Andrografolid Sebagai Senyawa Penanda pada Campuran Esktrak. *Chimica et Natura Acta*, 5(3), 101.
- Rangwala, S. H., Kuznetsov, A., Ananiev, V., Asztalos, A., Borodin, E., Evgeniev, V., Joukov, V., Lotov, V., Pannu, R., Rudnev, D., Shkeda, A., Weitz, E. M., & Schneider, V. A. (2021). Accessing NCBI data using the NCBI Sequence Viewer and Genome Data Viewer (GDV). *Genome Research*, 31(1), 159–169.
- Sabbathini, G. C., Pujiyanto, S., Wijanarka., Lisdiyanti, P. (2017). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* Dari Daun Padi (*Oryza sativa*) Di Area Pesawahan Cibinong. *Jurnal Biologi*. 6 (1). 59-64.
- Sadikin, N. A. N., Bintari, S. H., Widiatningrum, T., & Dewi, P. (2021). Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Life Science*, 10(2), 109–119.
- Santos, A., G., Marques, J., T., Carreira, A., C., Castro, I., R., Viana, A., S., Leclercq, M., P., Almeida, Silva. (2017) The molecular mechanism of Nystatin action is dependent on membrane biophysical properties and lipid composition. *Article: Physical Chemistry Chemical Physics*.
- Sardiani, N., Litaay, M., Budji, R., Priyosambodo, D., Syahribulan, Dwiyan, Z. (2015). Potensi *Tunikata Rhopalaea* sp Sebagai Sumber Inokulum BAKteri Endosimbion Penghasil Antibakteri. *Jurnal Alam dan Lingkungan*. 11 (6).
- Saxena, I., Srikanth, S., & Chen, Z. (2016). Cross Talk between H₂O₂ and Interacting Signal Molecules under Plant Stress Response. *Frontiers in Plant Science*, 7.
- Semenzato, G., & Fani, R. (2024). Endophytic bacteria: A sustainable strategy for enhancing medicinal plant cultivation and preserving microbial diversity. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1477465.
- Setiani. (2023). Bakteri Endofit Dari Akar Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) Yang Berpotensi Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540. *Skripsi*. Universitas Sriwijawa.
- Sharma, S., Sharma, Y. P., & Bhardwaj, C. (2018). HPLC quantification of andrographolide in different parts of *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall. Ex Nees. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(3): 168-171.
- Shyam, L. Kandel., Pierre M. Joubert & Sharon L. Doty. (2017). Bacterial Endophyte Colonization and Distribution within Plants. *Microorganisms*. (5) 77.

- Sihombing, H. S., Mukhtar Iskandar Pine & Irda Safni (2019). Pengujian Bakteri Endofit Asal Cabai dalam Menekan Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* Penyebab Penyakit Layu fusarium pada Cabai. *Jurnal Agroekoteknologi*. (42): 339-346.
- Sikumalay, A., Suharti, N., & Masri, M. (2016). Efek Antibakteri dari Rebusan Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) dan Produk Herbal Sambiloto Terhadap *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(1).
- Sobti, R. C. (Ed.). (2023). *Biodiversity: Threats and conservation* (First edition). E-Book. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Sogandi. (2018). *Biologi Molekuler Identifikasi Bakteri Secara Molekuler*. E-Book. Thesis Commons.
- Sulatri, N. L., Yogeswara, I. B. A., & Nursini, N. W. (2017). Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Cemaran Bakteri Patogen Pada Makanan Cair Sonde Untuk Pasien Immune-Compromised. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 5(2), 112–118.
- Supriatin, Y., & Rahayyu, M. (2016). Modification Of Carry-Blair Transport Media For Storage *Salmonella typhi*. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. (5)1.
- Tiwari, P., & Bae, H. (2020). Horizontal Gene Transfer and Endophytes: An Implication for the Acquisition of Novel Traits. *Plants*, 9(3), 305.
- Tuminem. (2016). Nematoda Puru Akar Pada Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Dan Potensi Bakteri Probiotik Tanaman Sebagai Agens Biokontrol : Studi Kasus Di Papua Barat. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB,
- Utturkar, S., Nathan, W., Michael, S., Robeson, Jr. (2016). Enrichment of Root Endophytic Bacteria from *Populus deltoides* and Single-Cell-Genomics Analysis. *American Society for Microbiology*.
- Wahyuni, D., Rosa, L. P., & Murdiyah, S. (2019). Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Tanaman Suruhan (*Peperomia pellucida* L. Kunth) Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 3. 8-26.
- Yandila, S., Putri, D. H., & Fifendy, M. (2018). Kolonisasi Bakteri Endofit Pada Akar Tumbuhan Andaleh (*Morus macroura* Miq.). *Bio-site*. 4(2): 61 - 67.
- Yunita, E. (2021). Mekanisme Kerja Andrografolida Dari Sambiloto Sebagai Senyawa Antioksidan. *Herb-Medicine Journal*, 4(1), 43.