



## **Literature Review: Eksplorasi Endofit Potensial Pada Tanaman Rimpang**

### **Literature Review: Exploration of Potential Endophytic in Rhizome Plants**

Elfira Jumrah<sup>1</sup>, Islawati<sup>1</sup>, Ayu Indayanti Ismail<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA, Universtas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Pendidikan IPA, FKIP, Universtas Sulawesi Barat, Majene, Indonesia

\*Correspondence e-mail: [elfira.jumrah@unm.ac.id](mailto:elfira.jumrah@unm.ac.id)

**Received: 28<sup>th</sup> February 2025**

**Revised: 24<sup>th</sup> April 2025**

**Accepted : 5<sup>th</sup> May 2025**

**Published: 31<sup>st</sup> May 2025**

#### **Abstrak**

Endofit tanaman rimpang (jahe, kunyit dan lengkuas) merupakan mikroorganismen yang hidup di dalam jaringan tanaman yang membentuk hubungan saling menguntungkan dan menghasilkan metabolit sekunder yang mirip dengan tanaman inangnya dan potensial sebagai senyawa bioaktif. Senyawa bioaktif dihasilkan berupa vaniloid, monoterpena, seskuiterpena, diterpena, flavonoid, saponin asam amino serta senyawa aktif lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai terapeutik dalam berbagai penyakit, termasuk penyakit inflamasi, muntah, rubella, aterosklerosis, tuberkulosis, gangguan pertumbuhan, dan kanker. Potensi endofit tanaman rimpang masih terbatas diuraikan sehingga dibutuhkan penelusuran lebih lanjut untuk potensi bioaktif bakteri endofit. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi keberagaman endofit potensial yang terdapat pada tanaman rimpang seperti jahe, kunyit dan lengkuas. Eksplorasi endofit pada tanaman rimpang menjadi penting karena mikroorganismen ini berpotensi dikembangkan dalam bidang pertanian dan industri farmasi. Adapun metode penelitian yang digunakan yaitu studi pustaka dengan teknik pendekatan State of the Art Review pada artikel PubMed, Scopus atau Web of Science, Google Scholar yang terbit tahun 2016-2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beragam jenis endofit potensial dari tanaman rimpang yang dapat menghasilkan senyawa bioaktif oleh sebab itu, endofit dari tanaman rimpang berpotensi besar untuk dikembangkan dalam bidang pertanian berkelanjutan, pengendalian hayati, serta industri farmasi sebagai sumber senyawa bioaktif alami. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan mendorong penelitian lintas disiplin (mikrobiologi, bioteknologi, pertanian, farmasi) untuk pengembangan produk berbasis endofit.

#### **Kata Kunci**

Rimpang, Jahe, Kunyit, Lengkuas, Endofit Potensial

## Abstract

*Endophytes of rhizome plants (ginger, turmeric, and galangal) are microorganisms that live within plant tissues, forming mutually beneficial relationships and producing secondary metabolites that resemble those of their host plants, with potential as bioactive compounds. The bioactive compounds produced include vanilloids, monoterpenes, sesquiterpenes, diterpenes, flavonoids, saponins, amino acids, and other active substances that can be utilized therapeutically for various diseases, including inflammatory conditions, vomiting, rubella, atherosclerosis, tuberculosis, growth disorders, and cancer. The potential of endophytes from rhizome plants has not been extensively explored, thus further investigation is needed regarding the bioactive potential of endophytic bacteria. This study aims to explore the diversity of potential endophytes found in rhizome plants such as ginger, turmeric, and galangal. Exploring endophytes in rhizome plants is important, as these microorganisms have potential applications in agriculture and the pharmaceutical industry. The research method used is a literature review with a State of the Art Review approach, focusing on articles published between 2016 and 2025 in databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar. The results show that there is a wide variety of potential endophytes from rhizome plants capable of producing bioactive compounds. Therefore, endophytes from rhizome plants have great potential to be developed in sustainable agriculture, biological control, and the pharmaceutical industry as a source of natural bioactive compounds. Further research is expected to encourage interdisciplinary studies (microbiology, biotechnology, agriculture, and pharmacy) for the development of endophyte-based products.*

## Keywords :

*Rhizome, Ginger, Turmeric, Galangal, Endophytic potential*

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi serta memiliki wilayah hutan hujan tropis yang luas, sehingga tanaman dapat tumbuh subur (Leonita et al., 2018). Tanaman yang tumbuh subur yaitu tanaman rimpang. Rimpang merupakan salah satu jenis tanaman rempah yang berbentuk batang dan tumbuh secara mendatar di bawah tanah. Rimpang ini sering dimanfaatkan sebagai bumbu masakan serta bahan dalam pengobatan tradisional (Fauzi et al., 2023). Beberapa jenis tanaman rimpang yang sering dijumpai, seperti jahe (*Zingiber officinale*), kunyit (*Curcuma longa*), dan lengkuas (*Alpinia galanga*).

Pemanfaatan tanaman rimpang sebagai obat tradisional untuk mengatasi mual, muntah, batuk, meredakan sakit kepala, dan mengatasi stres telah lama dikenal, beberapa penelitian menyebutkan jahe (*Zingiber officinale*) banyak digunakan sebagai obat dengan segudang manfaat karena kaya akan kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif (Fitri Yanti et al., 2024). Penelitian (Zhang et al., 2022) menyebutkan sebanyak 169 senyawa kimia jahe telah dilaporkan senyawa tersebut meliputi vaniloid, monoterpena, sesquiterpena, diterpena, flavonoid, asam amino. Dan jahe merah memiliki banyak peran terapeutik dalam berbagai penyakit, termasuk penyakit inflamasi, muntah, rubella, aterosklerosis, tuberculosis, gangguan pertumbuhan, dan kanker. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa jahe merah menunjukkan aktivitas imunomodulatori, antihipertensi, antihiperlipidemia, antihiperurisemia, antimikroba, dan sitotoksik. Rimpang jenis kunyit (*Curcuma longa*), merupakan tanaman secara tradisional sudah sejak lama banyak digunakan sebagai tanaman obat seperti untuk mengobati penyakit empedu, sesesma, batuk, diabetes, rematik, sinusitis, penyakit kulit, infeksi parasit, inflamasi, dan biliary disorders (Suprihatin et al., 2020). Senyawa bioaktif pada kunyit dilaporkan (Kusbiantoro, 2018) yaitu kurkumin yang merupakan senyawa bioaktif yang dapat melindungi hati dari kerusakan selain itu, berfungsi sebagai antioksidan kuat (menangkap radikal bebas yang berbahaya bagi sel-sel tubuh), mampu mencegah penggandaan sel kanker, dapat menurunkan kolesterol, dan berfungsi sebagai antiperadangan lainnya. Tanaman rimpang jenis lengkuas (*Alpinia galanga*) tanaman herbal yang diyakini Mempunyai banyak manfaat. Lengkuas selain umum digunakan bumbu tambahan dalam masakan juga memiliki

manfaat dalam kesehatan, seperti anti tumor, penghambat produksi asam lambung, antiinflamasi, antihypoglikemik, antibakteri, anti tumor, dan manfaat lain dalam kesehatan. Penelitian (Badriyah et al., 2023) menyebutkan bahwa dalam lengkuas terdapat senyawa metabolit sekunder alkaloid, fenol, flavonoid, dan saponin.

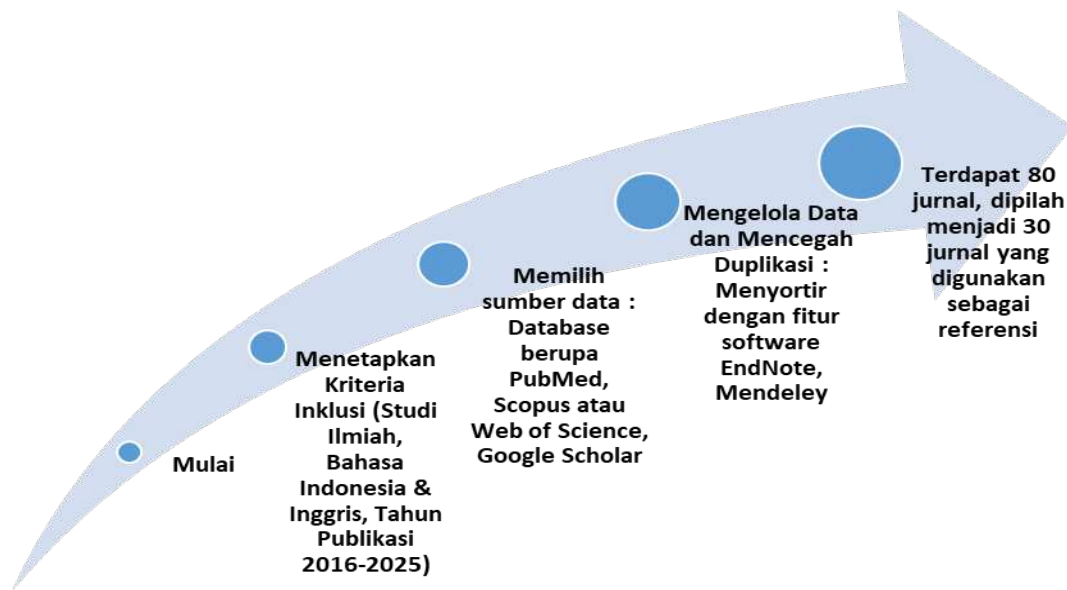
Berdasarkan penelitian tersebut tanaman rimpang jenis jahe, kunyit dan lengkuas potensial sebagai sumber senyawa bioaktif terutama sebagai antibakteri. Namun penggunaan ekstrak langsung dari tanaman untuk memperoleh senyawa metabolit sekunder sebagai antibakteri sudah tidak lagi efektif. Metode yang lebih efisien dalam mendapatkan senyawa bioaktif tersebut adalah dengan memanfaatkan endofit, karena endofit ini mampu menghasilkan senyawa biologis atau metabolit sekunder yang serupa dengan tanaman inangnya (Risna, 2023) selain itu, siklus hidup mikroba lebih singkat dibandingkan dengan siklus hidup tanaman inangnya, endofit dapat dimanfaatkan sebagai agen *biofactor* untuk memproduksi berbagai senyawa aktif yang menguntungkan. Hal ini mempercepat proses produksi serta memungkinkan pembuatan senyawa antibakteri dalam jumlah besar secara efisien tanpa memerlukan banyak ruang.

Endofit merupakan mikroba baik berupa bakteri atau jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman berperan penting dalam meningkatkan kesehatan tanaman dan meningkatkan produksi metabolit sekunder, sehingga meningkatkan nilai terapeutik tanaman obat. Endofit menunjukkan keragaman taksonomi dan distribusi ekologi yang signifikan, membentuk hubungan simbiosis dengan tanaman inangnya, mulai dari mutualisme hingga komensalisme (Chowdhury & Shishir, 2024).

Penelitian endofit saat ini masih terkonsentrasi pada tanaman pangan besar atau tanaman berkayu. Studi sistematis dan komparatif terhadap mikrobiota endofitik di rimpang tropis seperti jahe, kunyit, dan lengkuas masih sangat terbatas, terutama pada varietas lokal yang tumbuh di Indonesia dan Asia Tenggara. Kurangnya eksplorasi spesifik pada tanaman rimpang tropis yang memiliki keanekaragaman genetik dan mikrobiom spesifik sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi keberagaman endofit potensial yang terdapat pada tanaman rimpang seperti jahe, kunyit dan lengkuas. Eksplorasi endofit pada tanaman rimpang menjadi penting karena mikroorganisme ini berpotensi dikembangkan dalam bidang pertanian dan industri farmasi. Dengan memahami karakteristik dan manfaat endofit dari tanaman rimpang, diharapkan dapat dikembangkan aplikasi yang ramah lingkungan dalam bidang pertanian berkelanjutan dan bioteknologi.

## **METODE**

Metodologi penelitian yang digunakan berupa studi pustaka. Metode studi pustaka digunakan untuk mendapatkan pemahaman teoritis yang mendalam terkait endofit potensial yang terdapat pada tanaman rimpang. Dengan mengkaji berbagai sumber yang kredibel, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang komprehensif berdasarkan pustaka yang terdata. Berikut strategi seleksi data :



Gambar 1. Diagram Alur Studi Pustaka

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman rimpang adalah jenis tanaman yang memiliki rhizoma, yaitu batang bawah tanah yang tumbuh secara horizontal dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan serta alat reproduksi vegetatif. Tanaman rimpang termasuk *family Zingiberaceae*. Tanaman rimpang yang paling sering dijumpai dimasyarakat yaitu jahe, kunyit dan lengkuas. Penelitian (Norsalsabila Mohd Rosli, Md Hoirul Azri Ponari, Tamil Chelvan Meenakshi Sundram, Zarina Zainuddin, 2024), menyebutkan tanaman rimpang dapat menghasilkan endofit yang berperan dalam meningkatkan produktivitas tanaman serta melindunginya dari berbagai tekanan lingkungan. Interaksi antara endofit dan tanaman rimpang mencerminkan banyak hubungan simbiosis mutualistik, seperti produksi fitohormon IAA, sintesis siderofor, regulasi aktivitas ACC deaminase, serta kontribusi dalam pelarutan fosfat di dalam tanah. Selain itu, Sebagian besar endofit yang berasal dari *family Zingiberaceae* memiliki potensi besar sebagai sumber metabolit sekunder yang bermanfaat dalam berbagai aplikasi industri dan pengobatan. Bakteri endofit dapat ditemukan di berbagai bagian tanaman, termasuk akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji (Linda et al., 2018).

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) merupakan tanaman rimpang yang sangat populer sebagai bumbu dapur sekaligus digunakan sebagai obat herbal. Penelitian (Abdul et al., 2020) menyebutkan bahwa jamur endofit yang diperoleh dari rimpang jahe memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Aktivitas antibakteri disebabkan senyawa antimikroba seperti fenol, flavonoid, terpenoid, dan minyak atsiri. Senyawa-senyawa ini termasuk dalam kelompok senyawa bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Hubungan erat antara jamur endofit dan tanaman inangnya terjadi melalui transfer materi genetik, sehingga jamur endofit yang diisolasi dari jahe dapat menghasilkan senyawa aktif yang serupa dengan inangnya.

Kunyit (*Curcuma longa* L.) adalah tanaman dari *familia Zingiberaceae* yang banyak ditemukan di wilayah Asia Tenggara dan Asia Selatan. Di Indonesia, kunyit dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, pewarna alami makanan, serta obat tradisional untuk berbagai penyakit. Selain itu, kunyit juga digunakan

sebagai pengawet alami untuk ikan, dengan menambahkan kunyit pada ikan untuk memperpanjang daya simpannya (Septiana et al., 2017).

Lengkuas (*Alpinia galangal* L.) termasuk dalam keluarga Zingiberaceae dan dikenal memiliki sifat antibakteri serta antijamur. Senyawa antibakteri utama yang terdapat dalam lengkuas adalah fenol, yang terkandung dalam minyak atsiri. Selain itu, lengkuas merupakan rempah yang mudah ditemukan dengan harga yang terjangkau. Selain itu, Lengkuas mengandung berbagai metabolit sekunder, termasuk flavonoid, saponin, tanin, terpenoid, dan steroid (Badria et al., 2023).

Senyawa bioaktif yang terdapat tanaman rimpang dapat pula dihasilkan oleh endofit karena endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman dan membentuk hubungan saling menguntungkan dengan inangnya. Dalam hal produksi metabolit sekunder, bakteri ini mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang mirip dengan yang diproduksi oleh tanaman inangnya. Kemampuan tersebut memberikan potensi besar dalam pemanfaatan bakteri endofit sebagai agen hayati untuk mengendalikan mikroorganisme patogen, karena senyawa metabolit sekundernya memiliki sifat antagonis terhadap patogen (Lubis, Nurtjahja, Rahmiati, 2024). Endofit potensial yang terdapat di jaringan tanaman rimpang dapat terlihat pada table 1.

Tabel 1. Jenis Endofit Potensial Tanaman Rimpang

No.	Endofit	Aktivitas	Sumber	Pustaka
1	<i>Acremonium</i> sp., <i>Gliocladiopsis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Colletotrichum</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Phlebia</i> sp., <i>Earliella</i> sp., dan <i>Pseudolagarobasidium</i> sp	Menghambat patogen <i>Pythium</i> <i>myriotylum</i>	Jahe ( <i>Zingiber</i> <i>officinale</i> )	(Anisha & Radhakrishnan, 2017)
2	Bakteri <i>Nocardiopsis</i> sp.	Menghambat patogen <i>P.</i> <i>myriotylum</i>	Jahe ( <i>Zingiber</i> <i>officinale</i> )	(Sabu et al., 2017)
3	<i>Pantoea</i> sp., <i>Clostridium</i> sp	Menghambat R. <i>Solanacearum</i>	Jahe ( <i>Zingiber</i> <i>officinale</i> )	(Ilmi, 2019)
4	Jamur <i>Fusarium</i> sp. S1F1, <i>Fusarium</i> sp. S1F2, <i>Fusarium</i> sp. S1F3, <i>Fusarium</i> sp. S2F1, <i>Aspergillus</i> sp. S2F2, <i>Aspergillus</i> sp. S2F3, Fungi S3F1 dan <i>Fusarium</i> sp. S3F2	Menghambat <i>Methicillin</i> <i>Resistant</i> <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> (MRSA)	Jahe ( <i>Zingiber</i> <i>officinale</i> )	(Sari et al., 2020)
5	Jamur <i>Aspergillus terreus</i>	Antibakteri terhadap <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> dan <i>E. coli</i>	Jahe ( <i>Zingiber</i> <i>officinale</i> )	(Handayani et al., 2023)

6	<i>Lelliottia</i> , <i>Lysinibacillus</i> , <i>Kocuria</i> , <i>Agrococcus</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Agrobacterium</i> , <i>Zymobacter</i> , dan <i>Mycolicibacterium</i>	Menghambat <i>B. cinerea</i> dan <i>C. acutatum</i> , menghasilkan enzim ekstraseluler, IAA, siderofor, melarutkan fosfat dan kalium	Jahe ( <i>Zingiber officinale</i> )	(Bódalo et al., 2023)
7	Jamur <i>Microdochium colombiense</i> , <i>Phlebiopsis flavidoalba</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>Dactylonectria anthuriicola</i> , <i>Setophoma terrestris</i> , dan <i>Xylaria cubensis</i>	Antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 dan Antijamur <i>Candida albicans</i> ATCC 10231, Antikanker	Jahe ( <i>Zingiber officinale</i> )	(Ariantari et al., 2024)
8	<i>Bacillus sp.</i> dan <i>Pasteuria sp</i>	Agen hayati	Jahe ( <i>Zingiber officinale</i> )	(Puguh Bintang Pamungkas, Okti Purwaningsih, 2025)
9	Bakteri <i>Pseudomonas</i>	Antibakteri terhadap bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan menghasilkan metabolit sekunder golongan alkaloid, terpenoid dan saponin	Kunyit ( <i>Curcuma longa</i> L.	(Astari et al., 2021)
10	Bakteri <i>Paenibacillus alvei</i> dan <i>Enterobacter agglomerans</i>	Antimikroba <i>Salmonella enterica</i> ser. <i>Typhi</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Candida albicans</i> dan menghasilkan Antioksidan	Kunyit ( <i>Curcuma longa</i> L.	(Sulistiyani et al., 2016)
11	Jamur <i>T. harzianum</i>	Agen biokontrol	Kunyit ( <i>Curcuma longa</i> L.	(Vinayarani & Prakash, 2018)
12	Bakteri <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , <i>Bacillus safensis</i> , <i>Brevibacterium halotolerans</i> , <i>Bacillus pumilus</i>	Agen biocontrol dan sebagai sumber bioaktif antibakteri, antijamur	Kunyit ( <i>Curcuma longa</i> L.	(DESHMUKH et al., 2017)

13	Bacillus cereus (ECL1), Bacillus thuringiensis (ECL2), Bacillus sp. (ECL3), Bacillus pumilis (ECL4), Pseudomonas putida (ECL5), dan Clavibacter michiganensis (ECL6)	Menghasilkan IAA, Siderofor, Antibakteri <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> dan Antijamur <i>Fusarium solani</i> dan <i>Alternaria alternata</i>	Kunyit ( <i>Curcuma longa</i> L.	(Kumar et al., 2016)
14	Bakteri <i>Burkholderia cenocepacia</i> J2315	Menghasilkan senyawa dokosan, eikosan, tetrakosan, heneikosan, heksadekanamida, pentakosan, oktadekan, asam heksanedioat dan pentadekan.	Lengkuas merah ( <i>Alpinia purpurata</i> )	(Jumrah, 2016)
15	Bakteri <i>Streptomyces parvulus</i> Tc022	Menghasilkan aktinomisin D	Lengkuas ( <i>Alpinia galanga</i> )	(Taechowisan, 2024)

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari eksplorasi endofit potensial pada tanaman rimpang menunjukkan bahwa mikroorganisme endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman jahe, kunyit dan lengkuas memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan dan ketahanan terhadap patogen. Bakteri dan jamur endofit yang ditemukan pada tanaman rimpang mampu menghasilkan berbagai senyawa bioaktif, termasuk metabolit sekunder yang memiliki sifat antimikroba, antifungi, serta potensi farmasi dan bioteknologi. Keberadaan endofit pada tanaman rimpang juga menunjukkan adanya hubungan simbiosis yang menguntungkan, di mana mikroba memperoleh nutrisi dari tanaman inangnya, sementara tanaman mendapatkan perlindungan serta manfaat dari senyawa yang dihasilkan oleh endofit. Dengan demikian, eksplorasi dan pemanfaatan mikroba endofit dari tanaman rimpang berpotensi besar untuk dikembangkan dalam bidang pertanian berkelanjutan, pengendalian hayati, serta industri farmasi sebagai sumber senyawa bioaktif alami.

## REFERENSI

- Abdul, J. A., Posangi, J., Wowor, P. M., & Bara, R. A. (2020). Uji Efek Daya Hambat Jamur Endofit Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biomedik:JBM*, 12(2), 88. <https://doi.org/10.35790/jbm.12.2.2020.29163>
- Anisha, C., & Radhakrishnan, E. K. (2017). Metabolite analysis of endophytic fungi from cultivars of *Zingiber officinale* Rosc. identifies myriad of bioactive compounds including tyrosol. *3 Biotech*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0768-8>
- Ariantari, N. P., Leliqia, N. P. E., Putra, I. P. Y. A., Nugraheni, N., Jenie, R. I., & Meiyanto, E. (2024).

- Endophytic fungi from red ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) as promising source of antimicrobial and cytotoxic secondary metabolites. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 14(11), 100–110. <https://doi.org/10.7324/japs.2024.178823>
- 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>
- Badria, S. U., Amiriyah, D., Fazrani, Y. A., Rahmadani, A. F., & Faisal. (2023). Uji Efektivitas Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga* L.) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli*. *Era Sains : Journal of Science, Engineering and Information Systems Research*, 1(4), 21–27.
- Badriyah, L., Ifandi, S., & Alfiza, I. S. (2023). Analisis Kualitatif Fitokimia pada Rimpang Lengkuas Putih (*Alpinia galanga* L.) sebagai antibakteri *Klebsiella Pneumonia*. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*, 4(02), 11. <https://doi.org/10.30587/herclips.v4i02.5356>
- Bódalo, A., Borrego, R., Garrido, C., Bolivar-Anillo, H. J., Cantoral, J. M., Vela-Delgado, M. D., González-Rodríguez, V. E., & Carbú, M. (2023). In Vitro Studies of Endophytic Bacteria Isolated from Ginger (*Zingiber officinale*) as Potential Plant-Growth-Promoting and Biocontrol Agents against *Botrytis cinerea* and *Colletotrichum acutatum*. *Plants*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/plants12234032>
- Chowdhury, T., & Shishir, A. (2024). Endophytic Bacteria are Potential Source of Medicinal Plant Therapeutics and Bioactive Compound Synthesis. *AUSTRALIAN HERBAL INSIGHT, a Publication of Eman Research*, 09, 1–12. <https://doi.org/10.25163/ahi.719985>
- DESHMUKH, A. G., PATIL, V. B., KALE, S. K., & DUDHARE, M. S. (2017). Isolation, characterization and identification of epiphytes from *Curcuma longa*. *Agriculture Update*, 12(Special-4), 1042–1048. [https://doi.org/10.15740/has/au/12.techsear\(4\)2017/1042-1048](https://doi.org/10.15740/has/au/12.techsear(4)2017/1042-1048)
- Fauzi, M., Ilhami, A., & Wibisono, S. (2023). Klasifikasi Rimpang Menggunakan Metode Jaringan Saraf Konvolusi Dengan Arsitektur Alexnet Rhizome Classification Using Convolutional Neural Network Method With Alexnet Architecture. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6(2).
- Fitri Yanti, C., Nilawati Usman, A., Ahmad, M., Ilhamudin, Ariyandi, A., & Budiawan. (2024). Analysis of Ginger Varieties (*Zingiber Officinale*) in Indonesia, Nutritional Content and Potential for Health. *BIO Web of Conferences*, 96. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249601021>
- Handayani, D., Sari, H. C., Julianti, E., & Artasasta, M. A. (2023). Endophytic fungus isolated from *Zingiber officinale* Linn. var. *rubrum* as a source of antimicrobial compounds. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 13(9), 115–120. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2023.134154>
- Ilmi, E. M. (2019). Pemanfaatan Bakteri Risosfer dan Bakteri Endofit Akar Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) di UB Forest untuk Menghambat Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Jahe. In *Tesis*. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/173244/>
- Jumrah, E. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Potensial Lengkuas Merah (*Alpinia purpuruta*) dan Analisis Senyawa Antibakterinya. *Tesis : Institut Pertanian Bogor*.
- Kumar, A., Singh, R., Yadav, A., Giri, D. D., Singh, P. K., & Pandey, K. D. (2016). Isolation and characterization of bacterial endophytes of *Curcuma longa* L. *3 Biotech*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0393-y>
- Kusbiantoro, D. · Y. P. (2018). Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan masyarakat Utilization of secondary metabolite in the turmeric plant to increase community income. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 544–549.
- Leonita, S., Bintang, M., Pasaribu, F. H., Studi, P., Industri, T., Puspipetek, J. R., Selatan, K. T., Biokimia, D., Medik, B. M., Bakteriologi, L., & Hewan, F. K. (2018). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit dari Tumbuhan Nyawai (*Ficus variegata* Blume) Antibacterial Activity of Endophytic Bacteria from *Ficus variegata*. *Jurnal IPTEK*, 2(1), 131–136.
- Linda, T. M., Pratiwi, B. P. S., Dona, W., Martina, A., Lestari, W., & Hapsoh. (2018). Isolasi Bakteri Endofit dari Batang Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Potensinya dalam Menekan Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* dalam Medium Fermentasi. *Prosiding Seminar Nasional VI Hayati*, 2(8), 251–257.

- Norsalsabila Mohd Rosli, Md Hoirul Azri Ponari, Tamil Chelvan Meenakshi Sundram, Zarina Zainuddin, M. F. Y. (2024). EXPLORING THE BENEFICIAL ENDOPHYTES OF ZINGIBERACEAE Norsalsabila Mohd Rosli , Md Hoirul Azri Ponari , Tamil Chelvan Meenakshi Sundram , Zarina Zainuddin , Muhamad Fahmi Yunus \*. *J Microbiol Biotech Food Sci /*, 13(5), e9746. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9746%0AReceived>
- Lubis, N. A., Nurtjahja, K., Rahmiati, F. S. (2024). Potensi Bakteri Endofit dari Akar Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) dalam Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 6(1), 75–83. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v6i1.3959>
- Puguh Bintang Pamungkas, Okti Purwaningsih, R. A. H. W. (2025). IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DALAM PENERAPAN ECO- ENZYME PADA BUDIDAYA JAHE MERAH (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum*). *Jurnal Ilmiah Agrineca*, 25(1), 19–30.
- Risna, R. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pometia Pinnata* J. R & G.Forst.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 6(2), 1139–1149. <https://doi.org/10.31539/jks.v6i2.4725>
- Sabu, R., Soumya, K. R., & Radhakrishnan, E. K. (2017). Endophytic *Nocardiosis* sp. from *Zingiber officinale* with both antiphytopathogenic mechanisms and antibiofilm activity against clinical isolates. *3 Biotech*, 7(2), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0735-4>
- Sari, N. K. Y., Kawuri, R., & Parwanayoni, N. M. S. (2020). Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit dari Rimpang Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *Roscoe*) terhadap Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(2), 77. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p11>
- Septiana, E., Sukarno, N., Sukarno, & Simanjuntak, P. (2017). Endophytic Fungi Associated With Turmeric (*Curcuma longa* L.) Can Inhibit Histamine-Forming Bacteria in Fish. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(1), 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.05.004>
- Sulistiyani, S., Ardyati, T., & Winarsih, S. (2016). Antimicrobial and Antioxidant Activity of Endophyte Bacteria Associated with *Curcuma longa* Rhizome. *The Journal of Experimental Life Sciences*, 6(1), 45–51. <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2016.006.01.11>
- Suprihatin, T., Rahayu, S., Rifa'i, M., & Widyarti, S. (2020). Senyawa pada Serbuk Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* L.) yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 5(1), 35–42. <https://doi.org/10.14710/baf.5.1.2020.35-42>
- Taechowisan, T. (2024). Re-isolation of endophytic actinomycete from root of *Alpinia galanga* (L.) Willd . and its production of actinomycin D. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4672133/v1>
- Vinayarani, G., & Prakash, H. S. (2018). Fungal endophytes of turmeric (*Curcuma longa* L.) and their biocontrol potential against pathogens *Pythium aphanidermatum* and *Rhizoctonia solani*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(3), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2431-x>
- Zhang, S., Kou, X., Zhao, H., Mak, K. K., Balijepalli, M. K., & Pichika, M. R. (2022). *Zingiber officinale* var. *rubrum*: Red Ginger's Medicinal Uses. *Molecules*, 27(3). <https://doi.org/10.3390/molecules27030775>