



Isolasi Dan Karakterisasi Mikroba Endofit Pada Tumbuhan Mangrove Di Salah Satu Kawasan Teluk Tomini

Mahdalena Sy. Pakaya^{1*}, Juliyanty Akuba², Fika Nuzul Ramadhani³, Multiani S.

Latif⁴, Rahayu Anatasya Putri Abdullah⁵

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Farmasi, Fakultas Olahraga Dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No. 06 Kota Gorontalo 96128, Indonesia

* Penulis Korespondensi. Email: mahdalena@ung.ac.id

ABSTRACT

Live sedentary on a host, endophytic microbes can produce the same bioactive compounds as their hosts. These compounds can be used as preparations for raw drug materials because they have a source of extracellular enzymes, such as antibacterial effectiveness. This study aimed to isolate and characterize endophytic microbes of Mangrove plants from the Tomini Bay area. This experimental research was conducted in the Pharmaceutical Microbiology Laboratory using Direct Plating techniques for microbial isolation and macroscopic with microscopic morphological observations for characterization. The result of endophytic microbial isolation obtained two bacterial isolates (BA and BB) and two fungal isolates (JA and JB). The characterization results revealed different macroscopic and microscopic characteristics of the four isolates.

Copyright © 2025 JPNP. All rights reserved.

Keywords:

Mangroves; Endophytic Microbes; Tomini Bay

Received:

2025 -01-24

Accepted:

2025 -02-20

Online:

2025 -02-20

ABSTRAK

Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup menetap pada suatu inang. Kemampuan mikroba endofit untuk menghasilkan senyawa bioaktif yang sama dengan inangnya merupakan tantangan yang sangat menarik dalam menyediakan bahan baku obat. Salah satunya sebagai sumber enzim ekstraseluler seperti yang memiliki efektivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi mikroba endofit tumbuhan mangrove dari kawasan Teluk Tomini. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi dengan menggunakan teknik *Direct plating* untuk isolasi mikroba serta pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis untuk karakterisasi. Hasil isolasi mikroba endofit yang didapatkan sebanyak 2 isolat bakteri (BA dan BB) dan 2 isolat jamur (JA dan JB). Hasil karakterisasi menunjukkan karakteristik makroskopik dan mikroskopis yang berbeda dari keempat isolat.

Kata Kunci:

Mangrove, Mikroba Endofit, Teluk Tomini

Diterima:

24 - 01-2025

Disetujui:

20 - 02-2025

Online:

20-02-2025

1. Pendahuluan

Teluk Tomini merupakan teluk yang letaknya di Kepulauan Sulawesi. Teluk ini terbentang luas di 13 kabupaten yang meliputi 3 Provinsi yaitu Gorontalo, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tengah. Teluk Tomini memiliki perairan yang luas yakni seluas ± 137.700 km² dengan garis pantai sepanjang ± 1.350 km sehingga sering disebut sebagai salah satu teluk terbesar yang ada di Indonesia. Teluk ini memiliki peranan yang penting bagi dunia karena terletak tepat padaber jantung segitiga karang dunia (heart of the coral triangle). Teluknya terletak di sepanjang garis khatulistiwa, teluk ini kaya akan sumber daya perikanan, terumbu karang yang unik, serta kekayaan pesisir yang melimpah dan hutan mangrove yang luas.

Tumbuhan bakau atau mangrove merupakan tumbuhan yang tumbuh di daerah yang berbatasan antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh naik turunnya air laut. Di Indonesia, ada lebih dari 200 jenis tumbuhan mangrove yang mencakup berbagai jenis, termasuk pohon, palem, tumbuhan merambat, tanaman darat, pohon epifit, dan pakis. Dari jumlah tersebut, sekitar 43 spesies, termasuk pohon dan beberapa semak, dianggap sebagai mangrove sejati, sementara yang lainnya ditemukan di sekitar wilayah mangrove dan disebut sebagai mangrove pendamping [1].

Pada umumnya karakteristik dan bentuk morfologis dari bakteri endofit sama dengan bakteri lainnya. Mereka mampu berinteraksi, membantu dalam metabolisme tanaman inang, dan mampu memproduksi senyawa yang sama seperti tanaman inangnya yakni metabolit sekunder. Studi-studi mengenai bakteri endofit telah mengindikasikan bahwa mikroba tersebut dapat memiliki peran dalam produksi metabolit sekunder yang memiliki beragam jenis dan aktivitas senyawa. Sebagian dari metabolit sekunder ini adalah senyawa yang bersifat sebagai agen antimikroba bagi patogen lain yang dapat merugikan tanaman inang, baik sebagai antibakteri maupun antijamur. Beberapa studi juga mencatat bahwa bakteri endofit dapat memproduksi berbagai macam jenis enzim seperti xilanase, amilase, dan selulase, serta zat yang berperan dalam mengatur pertumbuhan tanaman [2].

Mikroba endofit diketahui mampu untuk memproduksi senyawa bioaktif yang serupa dengan tanaman inangnya menjadi tantangan menarik dalam penyediaan bahan baku obat. Proliferasi atau kultur mikroba endofit bisa dibudidayakan dalam skala besar tanpa perlu area tanah yang besar seperti yang diperlukan oleh tanaman, dan lama waktu antara penanaman dan panen menjadi lebih pendek. Pengelolaannya juga relatif lebih sederhana dan kemungkinan besar lebih hemat biaya dibandingkan dengan merawat kebun tanaman obat yang luas. Karena itu, pemanfaatan mikroba endofit sebagai bahan dasar untuk pembuatan obat-obatan diperkirakan lebih efisien daripada mengandalkan tanaman obat.

Penemuan baru-baru ini telah menyoroiti kemampuan mikroba endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti kekeringan, tanah yang kurang subur, atau serangan patogen. Selain itu, beberapa spesies mikroba endofit juga telah terbukti memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang memiliki aktivitas antimikroba atau menghambat pertumbuhan patogen, sehingga melindungi tanaman inang dari serangan penyakit. Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ekstrak atau

senyawa-senyawa yang berasal dari tumbuhan mangrove seperti saponin, tannin, flavonoid, dan alkaloid dapat menunjukkan aktivitas antibakteri, termasuk kemampuan untuk melawan bakteri patogen. Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol dari daun dan akar mangrove jenis *R. mucronata* memiliki kemampuan untuk sebagai agen antibakteri untuk beberapa jenis bakteri, termasuk *B. subtilis*, *Pseudomonas vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* [3].

2. Metode

Desain penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah desain ekperimental, dimana akan dilakukan isolasi dan karakterisasi mikroba endofit dari tumbuhan mangrove di salah satu kawasan Teluk Tomini.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan Autoklaf (*Hirayama*, Japan), Bunsen, Batang Pengaduk, Cawan Petri, Cawan Porselin, Erlenmeyer, Gelas Ukur , Gelas Kimia, Gunting, Inkubator (*Climacell*, Amerika), Inkubator *Shaker* (*Climacell*, Amerika), Disentrifugator Jarum Ose, Mikroskop (*Nikon Eclipse*, Japan), Oven (*Memmert*, German), Objek Glass, Pipet, Pinset, Penangas, Sendok Tanduk, Timbangan analitik (*Osuka*, Japan), dan Tabung Reaksi,. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Alkohol 70%, Aluminium foil, Aquades, Aqua Pro Injeksi (*Otsuka*, Jepang), Kertas Label, Kapas, Kertas perkamen, *Ketokonazole*[®], *Kloramfenikol* Disk CT0412B (*Oxoid*, Amerika), Kristal Violet, *Luria Bertani Agar* (*Himedia*, India), *Potato Dextrosa Agar* (*Himedia*, India), Safranin (*Millipore*, German)

Pengambilan sampel

Sampel tumbuhan Mangrove (*Rhizophora mucronata*) diambil di Kelurahan Patoameme, Desa Botumoito, Kabupaten Boalemo, kemudian dimasukkan dalam kantong plastik dan disimpan dalam *cool box*. Selanjutnya sampel dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Fakultas, Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo untuk dilanjutkan pada tahapan penelitian selanjutnya.

Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan harus disiapkan dalam kondisi steril. Tabung reaksi dan cawan petri akan disterilkan dengan metode panas kering di oven pada suhu 170°C selama 1 jam. Jarum ose dan pinset akan disterilkan dengan pemijaran langsung di atas api, sementara media akan disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 15 lbs atau 1 atm selama 15 menit [4].

Pembuatan Media

Media LBA dibuat dengan cara menimbang media LBA yang akan digunakan sesuai petunjuk preparasi dan dilarutkan dengan aquades, kemudian diaduk. Media yang sudah homogen ditutup menggunakan kapas dan *aluminium foil* pada bagian mulut erlenmeyer kemudian disterilkan pada autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm [5].

Isolasi Mikroba Tanah Pantai

Bagian tanaman yang digunakan adalah bagian akar, batang, dan daun dari tumbuhan mangrove *R. Mucronata* yang masih segar. Bagian tumbuhan ini terlebih

dahulu dipotong sebesar 1-2 cm kemudian disterilkan dengan cara direndam pada Natrium Hipoklorit selama 2 menit, alkohol 70% selama 2 menit, dan dibilas dengan aqua pro injeksi 3 kali. Teknik isolasi bakteri endofit dilakukan dengan metode direct planting. Direct planting merupakan suatu teknik isolasi dengan meletakkan sampel secara langsung diatas medium agar padat [6] . sampel yang sudah steril pada permukaan media LBA yang telah mengandung ketokonazol dan telah memadat kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam. Pada proses pertumbuhan jamur, sampel yang sudah steril diletakkan dalam media PDA yang telah mengandung kloramfenikol dan telah memadat kemudian diinkubasi dengan suhu 25-28°C selama 72-120 jam.

Karakterisasi Mikroba Tanah Pantai

Makroskopis

Bakteri Endofit

Identifikasi bakteri endofit secara makroskopik dilakukan dengan cara mengamati bentuk, warna, elevasi dan tepi koloni dari masing-masing isolat bakteri endofit [4][7].

Jamur Endofit

Identifikasi jamur endofit secara makroskopik dengan memperhatikan warna dan tekstur permukaan koloni, pola radial yang terbentuk dari pusat koloni ke tepi, formasi lingkaran konsentris, dan perubahan warna di sekitar koloni [4][7].

Mikroskopis

Bakteri Simbion

Pada tahap identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan Gram. Isolat disuspensikan secara steril dengan aquades diatas permukaan gelas objek. Preparat kemudian dipanaskan di atas api bunsen untuk difiksasi. hingga mengering. Selanjutnya, kristal violet ditetesi diatas apusan yang terbentuk pada gelas objek dan dibiarkan 60 detik sebelum dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan. Langkah berikutnya adalah meneteskan preparat dengan iodin, diamkan selama 60 detik, kemudian dibilas kembali menggunakan aquades dan dikeringkan. Setelahnya alkohol 95% ditetesi diatas preparat kemudian didiamkan 30 detik dan dibilas menggunakan aquades, dan dikeringkan. Langkah akhir peneteskan safranin dan didiamkan selama 60 detik dan dibilas lagi menggunakan aquades dan dikeringkan. Diamati apusan menggunakan mikroskop, di mana munculnya warna ungu menandakan bakteri Gram positif dan warna merah menandakan bakteri Gram negatif [4].

Jamur Simbion

Proses identifikasi jamur endofit secara mikroskopis melibatkan pengambilan secara steril menggunakan ose lurus pada isolat, yang kemudian ditempatkan pada bagian atas gelas objek. Isolat tersebut kemudian ditetesi dengan metilen biru dan diamati menggunakan mikroskop. Dalam pengamatan mikroskopis, hal yang diperhatikan yakni bagian reproduksi jamur serta struktur dari hifanya [7].

3. Hasil dan Pembahasan

Isolasi Mikroba Tanah Pantai Yang Diperoleh

Isolasi yaitu suatu proses mengambil bakteri dari medium atau dari lingkungan asalnya lalu menumbuhkannya di medium buatan sehingga diperoleh biakan yang murni [8]. Mikroba diisolasi dari tiga bagian tumbuhan yakni bagian akar, batang, dan daun. Proses isolasi mikroba ini dilakukan dengan menggunakan metode tanam langsung (*direct plating*) pada media LBA untuk pertumbuhan bakteri endofit dan pada media PDA untuk media pertumbuhan jamur endofit. *Direct plating* atau tanam langsung merupakan suatu teknik isolasi dengan meletakkan sampel secara langsung diatas medium agar padat sesuai jenis mikroba yang akan ditumbuhkan. Metode tanaman langsung ini bertujuan agar mendapatkan mikroba endofit dari jaringan sampel secara langsung [6]. Berdasarkan penelitian, koloni mikroba endofit akan tumbuh disekitar bagian tanaman yang telah ditanam pada media [5]. Mikroba yang ditumbuhkan pada media akan menunjukkan penampakan makroskopis yang berbeda-beda pada pertumbuhannya, perbedaan ini disebut dengan karakteristik kultur, yang digunakan sebagai dasar untuk memisahkan mikroba dalam kelompok taksonomik[9].

Tabel 1. Hasil Isolasi Mikroba Endofit

| Sampel | Mikroba Simbion | |
|--|-----------------|-------|
| | Bakteri | Jamur |
| Tumbuhan Mangrove <i>Rhizophora mucronate</i> | BA | JA |
| | BB | JB |

Berdasarkan tabel 1. mikroba endofit yang berhasil diisolasi sebanyak 4 isolat yaitu 2 isolat bakteri (BA dan BB) dan 2 isolat jamur (JA dan JB). Dimana bakteri endofit yang tumbuh pada mangrove terdapat 2 Gkoloni yang memiliki morfologi yang berbeda pada bagian akar dan batang sehingga diberi kode isolat BA dan BB. Adapun jamur endofit yang tumbuh dan berhasil diisolasi terdapat 2 koloni jamur yang memiliki morfologi yang berbeda pada akar dan batang diberi kode isolat JA dan JB. Mikroba endofit lebih banyak terdapat pada bagian akar tumbuhan. Hal ini disebabkan karena akar tumbuhan umumnya menghasilkan eksudat yang mampu menarik mikroorganisme sehingga kelimpahan mikroba endofit yang diisolasi dari bagian akar lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tumbuhan lainnya.

Karakterisasi Mikroba tanah pantai Makroskopik

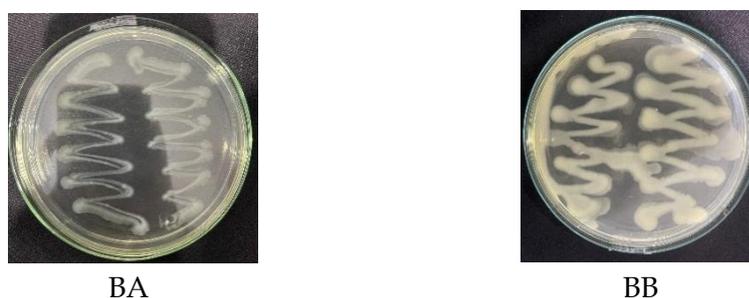
Karakterisasi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakterisasi mikroba simbion secara makroskopis dengan mengamati bentuk morfologi dari bakteri simbion dan jamur simbion yang berhasil diisolasi

Bakteri Simbion

Tabel 2. Hasil Karakterisasi Morfologi Makroskopis Bakteri Endofit

| Kode Isolat | Warna Koloni | Bentuk Koloni | Tepian Koloni | Elevasi Koloni |
|-------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| BA | Putih Gading | Tidak Beraturan | Berlekuk | Datar |
| BB | Putih kekuningan | Ireguler | Berlekuk | Datar |

Isolat BA memiliki warna putih gading, bentuk koloni bulat, tepian berlekuk dan memiliki elevasi datar, berdasarkan identifikasi makroskopik diduga isolat BA memiliki karakter yang sama dengan bakteri *Actinomycetes*. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh [10] yang berhasil mengisolasi bakteri *actinomycetes* dari tumbuhan mangrove dengan ciri-ciri makroskopis yang berbentuk bulat, elevasi cembung, dan berwarna putih. Sedangkan karakter isolat BB memiliki warna putih kekuningan, bentuk koloni irreguler, tepian berlekuk dan memiliki elevasi cembung. Isolat ini memiliki kemiripan dengan bakteri dari genus *Bacillus*. Penelitian telah menemukan isolat bakteri dari genus *Bacillus* yang memiliki koloni bakteri tidak beraturan (*irregular*) dengan tepi bergelombang (*undulate*) dan berlekuk (*lobate*), warna pada isolat berwarna putih susu hingga putih kekuningan [11]. Adapun hasil karekterisasi secara makroskopis bakteri endofit isolat BA dan isolat BB dapat dilihat pada (gambar 1) dibawah ini



Gambar 1. Hasil Karakterisasi Morfologi Makroskopis Isolat BA dan BB 2 Bakteri Endofit Tumbuhan Mangrove *Rhizophora mucronata*

Jamur Simbion

Pada pengamatan jamur endofit penelitian [12], secara makroskopis, hal yang diamati meliputi warna permukaan, warna sebalik, dan tekstur koloni.

Tabel 3. Hasil Karakterisasi Morfologi Makroskopis Jamur Endofit

| Kode Isolat | Warna Permukaan | Warna Sebaliknya | Tekstur Koloni | Bentuk Koloni |
|-------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|
| JA | Hitam kekuningan | Putih Kekuningan | Halus Berkapas | Tidak Beraturan |
| JB | Hitam | Putih Kekuningan | Halus Berkapas | Tidak Beraturan |



Gambar 2 Hasil Karakterisasi Morfologi Makroskopis Isolat JA Jamur Endofit



Gambar 3 Hasil Karakterisasi Morfologi Makroskopis Isolat JB Jamur Endofit

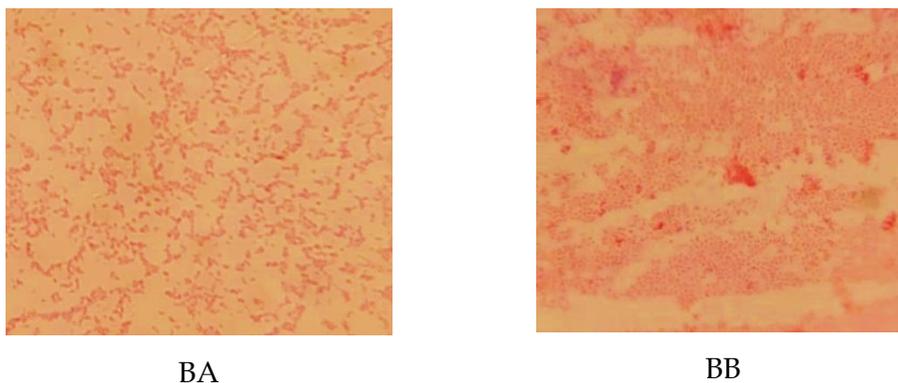
Isolat JA memiliki miselium berwarna putih (tidak berpigmen) dengan bentuk koloni tidak berpola, tepi koloni tegas dan rata, tekstur seperti kapas, sebalik berwarna kehitaman di tengah koloni. Menurut penelitian yang dilakukan oleh, hal ini sesuai dengan karakteristik kapang endofit yang biasanya ditemukan pada bagian akar tumbuhan [13]. Adapun isolat JB memiliki miselium putih yang hampir tertutup sepenuhnya dengan spora hijau kehitaman, mb warna sebalik isolat putih kekuningan. Pertumbuhan isolat jamur ini menyebar dengan bantuan spora. Adapun hasil karekterisasi secara makroskopis jamur endofit isolat JA dan JB dapat dilihat pada (gambar 2 dan 3) dibawah ini.

**Mikroskopik
Bakteri Simbion**

Tabel 4. Hasil Karakterisasi Morfologi Mikroskopis Bakteri Endofit

| Kode Isolat | Gram | Bentuk |
|-------------|-------------|-----------------|
| BA | Negatif (-) | <i>Bacillus</i> |
| BB | Negatif (-) | <i>Coccus</i> |

Hasil pengamatan secara mikroskopis yang dilakukan dengan pewarnaan gram menunjukkan bahwa bentuk bakteri endofit BA berbentuk batang atau basil dan isolat BB berbentuk bulat atau kokus. Kedua isolat bakteri memiliki warna merah yang menandakan kedua bakteri tersebut adalah gram negatif. Hasil secara mikroskopis bakteri endofit dapat dilihat pada (gambar 4) dibawah ini



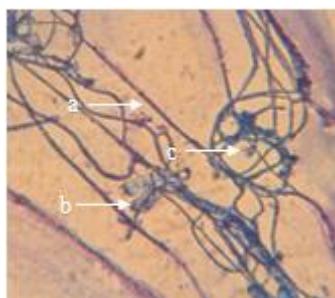
Gambar 4. Hasil Karakterisasi Morfologi Mikroskopis Bakteri Endofit Tumbuhan Mangrove *Rhizophora mucronata*

Jamur Simbion

Tabel 5. Hasil Karakterisasi Morfologi Mikroskopis Jamur Simbion

| Kode Isolat | Hifa | Konidium | Jenis Spora |
|-------------|----------|---------------------------|-------------|
| JA | Bersepta | Transparan | Bulat |
| JB | Bersepta | Transparan/tidak berwarna | Bulat |

Isolat JA memiliki hifa berbentuk septat dengan konidiofor bersekat dan bercabang konidia kecil menumpuk diatas phialid membentuk suatu kumpulan yang dibungkus oleh getah atau lendir, solat ini memiliki ciri-ciri Genus *Gliocladium* famili *Hypocreaceae* berdasarkan penelitian yang dilakukan [14], Adapun isolat JB memiliki hifa berseptata, konidia satu sel yang berbentuk bulat atau elips, serta spora yang berbentuk bulat. Jamur dengan jenis ini sesuai dengan karakter *Aspergillus sp.* yang memiliki ciri warna koloni kuning, hijau kekuningan, hijau tua kebiruan, vesikel berbentuk bulat atau elips, serta konida satu sel berbentuk bulat hingga elips [15]. Hasil secara mikroskopis jamur endofit dapat dilihat pada (gambar 5) dibawah ini.



JA



JB

Gambar 5. Hasil Karakterisasi Morfologi Mikroskopis Jamur Endofit

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ada empat isolat mikroba endofit berhasil diisolasi, yakni 2 isolat bakteri (BA dan BB) yang masing-masing terdapat pada bagian akar dan batang, serta 2 isolat jamur (JA dan JB) yang masing-masing juga terdapat pada bagian batang dan akar tumbuhan mangrove *R. Mucronata*. Isolat mikroba endofit yang berhasil diisolasi menunjukkan karakteristik makroskopik dan mikroskopis yang berbeda.

Referensi

- [1] R. Rizki Dan I. Laelani, "Etnofarmakologi Tumbuhan Familia Rhizophoraceae Oleh Masyarakat Di Indonesia," *J. Bioconcetta*, Vol. 3, No. 1, Art. No. 1, Jul 2018, Doi: 10.22202/Bc.2017.V3i1.2726.
- [2] S. Kumala, *Mikroba Endofit : Pemanfaatan Mikroba Endofit Dalam Bidang Farmasi*. Isfi Penerbian, 2019.
- [3] S. Kusuma, P. A. Kumar, Dan K. Boopalan, "Potent Antimicrobial Activity Of Rhizophora Mucronata," *J. Ecobiotechnology*, 2011, Diakses: 5 Juni 2024. [Daring]. Tersedia Pada: <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jebt/article/view/153>

- [4] M. Sy. Pakaya, J. Akuba, D. R. P. Papeo, A. Makkulawu, Dan A. A. Puspitadewi, "Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Simbion Dari Akar Pare (*Momordica Charantia* L.)," *J. Syifa Sci. Clin. Res.*, Vol. 4(1), Hlm. 301–309, 2022.
- [5] R. B. Mohan G, Thangappanpillai Akt, "Antimicrobial Activities Of Secondary Metabolites And Phylogenetic Study Of Sponge Endosymbiotic Bacteria, *Bacillus* Sp. At Agatti Island," 2016.
- [6] S. J. Yati, S. Sumpono, Dan I. N. Candra, "Potensi Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder Dari Bakteri Endofit Pada Daun *Moringa Oleifera* L," *Alotrop*, Vol. 2, No. 1, Art. No. 1, Jun 2018, Doi: 10.33369/Atp.V2i1.4744.
- [7] W. H. Harahap, "Formulasi Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) Sebagai Anti-Aging," Thesis, 2017. Diakses: 5 Juni 2024. [Daring]. Tersedia Pada: <https://Repository.Usu.Ac.Id/Handle/123456789/1271>
- [8] G. C. Sabbathini, S. Pujiyanto, Dan W. Wijanarka, "Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* Dari Daun Padi (*Oryza Sativa*) Di Area Persawahan Cibinong," *J. Akad. Biol.*, Vol. 6, No. 1, Art. No. 1, Feb 2017.
- [9] S. A. Rasyid, A. R. Tina, Dan A. A. F. Amran, "Isolasi Bakteri Simbions Spesies *Haliclona* Sp. Yang Berpotensi Sebagai Anti Bakteri Multi Drug Resistant Asal Perairan Tanjung Tiram," Dalam *Prosiding Seminar Sains Dan Teknologi Kesehatan*, 2023, Hlm. 49–55.
- [10] T. Gustiana, R. Rozirwan, Dan T. Z. Ulqodry, "Actinomycetes Yang Diisolat Dari Mangrove *Rhizophora Apiculata* Di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan," *J. Penelit. Sains*, Vol. 23, No. 3, Hlm. 140–149, 2021, Doi: 10.56064/Jps.V23i3.662.
- [11] C. G. Semiun, "Karakterisasi Bakteri Akar Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.) Desa Noelbaki, Kabupaten Kupang," *Indig. Biol. J. Pendidik. Dan Sains Biol.*, Vol. 5, No. 1, Art. No. 1, Sep 2022, Doi: 10.33323/Indigenous.V5i1.293.
- [12] U. M. Safira, F. H. Pasaribu, Dan M. Bintang, "Isolasi Bakteri Endofit Dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) Dan Potensinya Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri," *Curr. Biochem.*, Vol. 1, No. 1, Art. No. 1, 2014.
- [13] S. Bahri, P. Amelia, R. K. Ningrum, R. T. Manalu, Dan F. R. Hamada, "Aktivitas Antibakteri Kapang Endofit Dari Tangkai Daun Tanaman Kayu Jawa (*Lannea Coromandelica*)," *Al-Kauniah J. Biol.*, Vol. 15, No. 1, Hlm. 121–129, Jun 2022, Doi: 10.15408/Kauniah.V15i1.17973.
- [14] Suhartina -, F. E. F. Kandou, Dan M. F. O. Singkoh, "Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Tumbuhan Paku *Asplenium Nidus*," *J. Mipa*, Vol. 7, No. 2, Art. No. 2, Jul 2018, Doi: 10.35799/Jm.7.2.2018.20640.
- [15] I. Akmalasari, E. S. Purwati, Dan R. S. Dewi, "Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia Mangostana* L.)," *Maj. Ilm. Biol. Biosf. Sci. J.*, Vol. 30, No. 2, Art. No. 2, Mei 2013.