

**UJI ANTAGONIS BAKTERI ENDOFIT DARI LUMUT HATI
BERTALUS DI KAWASAN AIR TERJUN SIBOLANGIT
TERHADAP *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli***

SKRIPSI

OLEH:

**ARDIANSYAH PUTRA
208700001**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)16/1/25

**UJI ANTAGONIS BAKTERI ENDOFIT DARI LUMUT
HATI BERTALUS DI KAWASAN AIR TERJUN SIBOLANGIT
TERHADAP *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli***

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjanah di Fakultas Biologi
Universitas Medan Area*



OLEH:

ARDIANSYAH PUTRA

208700001

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/1/25

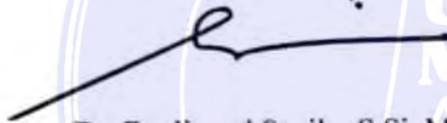
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)16/1/25

Judul Skripsi : UJI Antagonis Bakteri Endofit Dari Lumut Hati Bertalus Di
Kawasan Air Terjun Sibolangit Terhadap *Staphylococcus
aureus* dan *Escherichia coli*

Nama : Ardiansyah Putra
NPM : 208700001
Prodi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Dr. Ferdinand Susilo, S.Si, M.Si
Pembimbing I



Jamilah Nasution, S.Pd, M.Si
Pembimbing II



Dr. Ferdinand Susilo, S.Si, M.Si
Dekan



Rahmiati, S.Si, M.Si
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 28 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 28 Agustus 2024



Ardiansyah Putra
208700001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ardiansyah Putra
NPM : 208700001
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exklusif Royalty- Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Lumut Hati Bertalus di Kawasan Air Terjun Sibolangit Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

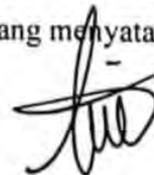
Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Universitas Medan Area

Pada Tanggal : 28 Agustus 2024

Yang menyatakan,



(Ardiansyah Putra)

ABSTRAK

Kawasan Air Terjun Sibolangit di Sumatra Utara kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk lumut hati bertalus *Marchantia emarginata* yang berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bakteri endofit pada lumut hati bertalus dan menguji aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengambilan sampel lumut hati dari lokasi Air Terjun Satu Hati di Kecamatan Sibolangit menggunakan metode survei eksploratif. Tahap kedua adalah identifikasi bakteri endofit dan pengujian aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Sari Mutiara Indonesia, Kota Medan. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menemukan lima isolat bakteri endofit dari lumut hati yang menunjukkan aktivitas antibakteri. Isolat SP₅ memberikan zona hambat terbesar terhadap *E. coli* (20,89 mm, sangat kuat), sementara isolat SP₁ menunjukkan zona hambat 19,38 mm terhadap *S. aureus* (sedang). Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bakteri endofit dari lumut hati memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap kedua bakteri patogen tersebut.

Kata kunci: Air terjun sibolangit, *Marchantia emarginata*, Bakteri endofit, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT

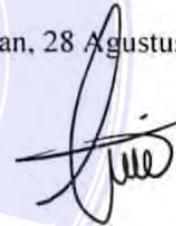
*The Sibolangit Waterfall area in North Sumatra is rich in biodiversity, including the thallus liverwort *Marchantia emarginata* which has the potential as a source of bioactive compounds. This study aims to identify endophytic bacteria in thallus liverwort and test its antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. This study is a descriptive study conducted in two stages. The first stage is the sampling of liverwort from the Satu Hati Waterfall location in Sibolangit District using an exploratory survey method. The second stage is the identification of endophytic bacteria and testing of antibacterial activity using the disc diffusion method carried out at the Laboratory of Sari Mutiara Indonesia University, Medan City. The data obtained were analyzed qualitatively and quantitatively. The results of the study found five isolates of endophytic bacteria from liverwort that showed antibacterial activity. Isolate SP₅ gave the largest inhibition zone against *E. coli* (20.89 mm, very strong), while isolate SP₁ showed an inhibition zone of 19.38 mm against *S. aureus* (moderate). Based on these results, it can be concluded that endophytic bacteria from liverwort have the potential as antibacterial agents against both pathogenic bacteria.*

Keywords: *Sibolagit waterfall, *Marchantia emarginata*, Endophytic bacteria, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Medan, Kecamatan Medan Perjuangan, Provinsi Sumatra Utara, pada tanggal 26 Desember 2001 dari ayah Mawardi Lubis dan ibu Suriyana. Penulis merupakan Putra kedua dari 3 bersaudara. Tahun 2019 Penulis lulus dari Smk Dharma Analitika dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswi Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Biologi Industri Universitas Medan Area. Pada tahun 2023 Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di Dinas Ketahanan Pangan Kota Medan, Kecamatan Medan Baru, Provinsi Sumatra Utara. Penulis ini menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karna itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Medan, 28 Agustus 2024



Ardiansyah Putra 208700001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam tak lupa penulis sampaikan keharibaan junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang membuka mata hati dari alam kegelapan ke alam yang penuh rahmat dan dihiasi dengan ilmu pengetahuan.

Skripsi ini berjudul "Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Lumut Hati Bertalus Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*" yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Biologi Fakultas Biologi Universitas Medan Area. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih banyak kepada.

Bapak Dr. Ferdinand Susilo, S.Si, M.Si Dekan Fakultas Biologi Universitas Medan Area sekaligus Ketua Komisi Pembimbing I yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa penyusunan skripsi ini. Ibu Jamilah Nasution, S.Pd, M.Si selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa penyusunan skripsi ini. Ibu Rahmiati, S.Si, M.Si selaku Sekretaris komisi dalam penyusunan skripsi ini. Ayah dan Ibunda, serta rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Medan, 28 Agustus 2024

Penulis



(Ardiansyah Putra)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Lumut Hati Bertalus	4
2.2. Karakteristik Lumut Hati Bertalus	4
2.3. Manfaat Lumut Hati Bertalus	5
2.4. Bakteri Endofit	6
2.5. Morfologi Bakteri Endofit	6
2.6. Bakteri Patogen	7
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1. Waktu dan Tempat	10
3.2. Alat dan Bahan	10
3.3. Metode Penelitian	10
3.4. Prosedur Kerja.....	11
3.5. Analisis Data	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1. Hasil Isolat Bakteri Endofit Dari <i>Marchantia emarginata</i>	16
4.2. Karakteristik Bakteri Endofit Dari <i>Marchantia emarginata</i>	17
4.3. daya antagonis bakteri endofit terhadap <i>E.coli</i> dan <i>S.aureus</i> ...	19
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1. Simpulan	23
5.2. Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	29

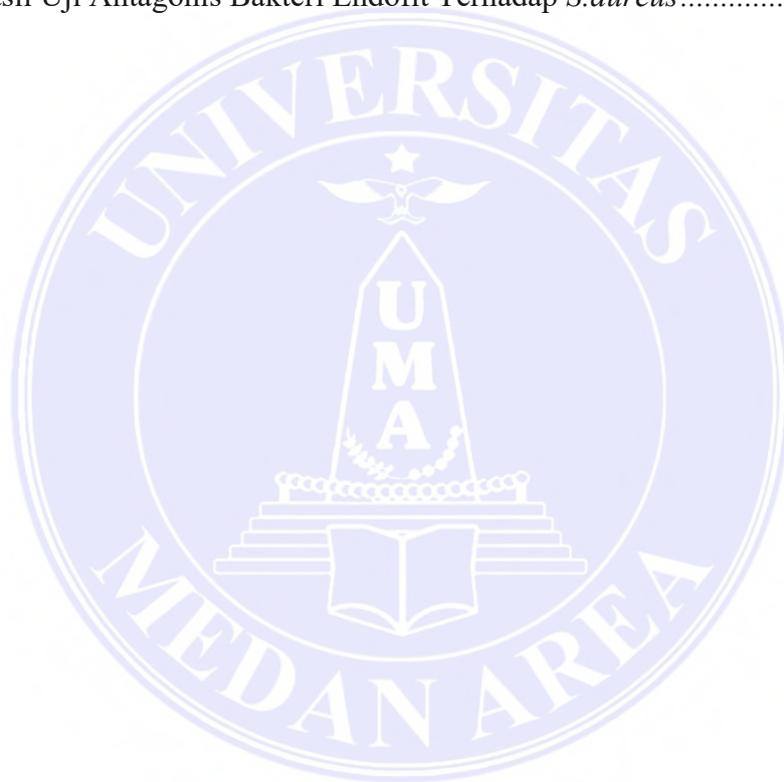
DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kategori Respon Hambatan Pertumbuhan Bakteri Endofit	15
2. Pengamatan Makrokopis Koloni Bakteri Endofit.....	17
3. Hasil antagonis bakteri endofit terhadap <i>E.coli</i> dan <i>S.aureus</i>	19



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Struktur Tubuh Lumut Hati Bertalus	5
2. <i>Staphylococcus aureus</i> Secara Mikrokopis	8
3. <i>Escherichia coli</i> Secara Mikrokopis	9
4. Karakteristik <i>Marchantia emarginata</i>	16
5. Pertumbuhan Isolat Bakteri Endofit Pada Media MHA	17
6. Hasil Sel Bakteri Endofit Sp ₄ dibawah Mikroskop	18
7. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap <i>E.coli</i>	20
8. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap <i>S.aureus</i>	21



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lokasi & Pengambilan Sampel <i>M.emarginata</i>	29
2. Dokumentasi Bakteri Endofit Makrokopis & Mikrokopis	30
3. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap <i>E.Coli</i>	31
4. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap <i>S.aureus</i>	33



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan Air Terjun Sibolangit merupakan daerah yang terletak di Provinsi Sumatra Utara yang beriklim tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati terutama dalam hal flora yang cukup melimpah baik dari tumbuhan tingkat rendah sampai tumbuhan tingkat tinggi. Dengan kondisi curah hujan yang tinggi yang dimana berpengaruh terhadap suatu wilayah lingkungan dan juga berdampak positif terhadap kehadiran spesies tumbuhan salah satunya adalah lumut (*Bryophyta*) (Azis *et al.*, 2023).

Lumut (*Bryophyta*) merupakan kelompok tumbuhan tingkat rendah dan bagian dari keanekaragaman hayati yang masih kurangnnya perhatian karna ukurannya kecil, namun lumut berperan penting dalam menjaga ekosistem. Ada sekitar ± 18.000 jenis lumut di seluruh dunia, dan Indonesia memiliki ± 1.500 jenis lumut (Rianti *et al.*, 2019). Lumut terdiri dari tiga divisi utama yaitu *Bryophyta* (lumut daun), *Marchantiophyta* (lumut hati), dan *Anthocerotophyta* (lumut tanduk) (Wiadril *et al.*, 2018). Menurut penelitian Febriansah (2019) lumut tersebar luas di daratan dengan kondisi lingkungan yang lembap dan alami, seperti di sekitar Kawasan Air Terjun, terdapat beberapa jenis tumbuhan lumut seperti *Marchantia polymorpha*, *Cyatodium cavernum*, dan *Dumortiera hirsuta*.

Lumut (*Bryophyta*) memiliki potensi sebagai tumbuhan obat, seperti jenis lumut hati bertalus yang dimana berpotensi sebagai tumbuhan herbal karena mengandung zat antibiotik dan antifungi. Lumut hati bertalus mempunyai *oil bodies* yang mengandung senyawa metabolit sekunder dengan golongan flavonoid,

alkaloid, tanin dan polifenol (Nurhaeni *et al.*, 2019). Morfologi lumut hati bertalus menyerupai sebuah hati dan berbentuk pipih yang terdiri dari akar, batang, dan daun. Lumut hati bertalus hanya punya rizoid untuk menyerap air dan nutrisi dengan bereproduksi melalui spora (Rismawatia *et al.*, 2022).

Lumut hati bertalus memiliki potensi sebagai tumbuhan obat yang dimana jika dieksploitasi berlebihan dapat mengakibatkan kelangkaan bahan baku. Oleh karena itu, salah satu alternatif yang diusulkan adalah dengan memanfaatkan bakteri endofit, yang dapat memiliki kemampuan serupa dengan lumut hati bertalus yaitu dapat menghasilkan senyawa metabolit dan aktivitas biologi lainnya yang kemudian dimanfaatkan sebagai antibakteri dan antifungi. (Setyati *et al.*, 2021).

Bakteri endofit, adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tanpa merusak inangnya, bakteri endofit menunjukkan hubungan saling menguntungkan, terhadap tumbuhan yang dimana bakteri endofit mendapatkan tempat tinggal dan nutrisi dari tumbuhan sedangkan pada tumbuhan mendapat manfaat seperti perlindungan terhadap penyakit, peningkatan pertumbuhan, dan ketersediaan nutrisi (Sirri *et al.*, 2022). Bakteri endofit dapat menghasilkan senyawa alami yang serupa seperti tumbuhan inangnya yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri dan antifungi (Susilowati *et al.*, 2018).

Ekstrakan etil asetat lumut hati *Dumortiera hirsuta* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi* (Setyati *et al.*, 2021). Selain itu, bakteri endofit dari tanaman *Marchantia polymorpha* (Naibaho *et al.*, 2023) dan bakteri endofit dari tanaman Bawang dayak (*Eleutherine bulbosa*), mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Ramadhan, 2019).

Penelitian ini dianggap penting untuk menambah referensi ilmiah, khususnya dalam bidang mikrobiologi. Dengan fokus pada interaksi bakteri endofit dari lumut hati bertalus terhadap bakteri patogen, diharapkan studi ini dapat memberikan pemahaman lebih dalam dan berkontribusi pada pengetahuan tentang potensi antimikroba dari bakteri endofit.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik bakteri endofit yang diisolasi dari lumut hati bertalus yang tumbuh di sekitar air terjun Sibolangit?
2. Bagaimana efektivitas bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis dan mendeskripsikan karakteristik bakteri endofit yang diisolasi dari lumut hati bertalus yang tumbuh di sekitar area air terjun Sibolangit
2. Untuk mengetahui potensi antagonis bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi Bakteri endofit yang terdapat pada lumut hati bertalus, khususnya dalam konteks aktivitas antimikroba. Selain itu, diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan kontribusi yang signifikan pada pengembangan obat antimikroba alami yang bersumber dari kekayaan alam lokal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lumut Hati Bertalus

Lumut hati bertalus adalah tumbuhan darat tertua yang terbagi dalam beberapa genus, seperti *Marchantia*, *Riccia*, *Pellia*, dan *Lunularia*. *Marchantia* memiliki spesies terkenal, yaitu *Marchantia polymorpha*, *Riccia* memiliki spesies *Riccia fluitans* dan *Pellia* memiliki spesies *Pellia endiviifolia*, dan *Lunularia* memiliki spesies *Lunularia cruciata*. Struktur tubuh lumut hati bertalus mencakup akar, batang, dan daun, bisa mirip lembaran berbentuk hati. Ini dianggap sebagai peralihan dari tumbuhan *Thalophyta* ke *Cormophyta* (Habibi & Al-Kharis, 2021).

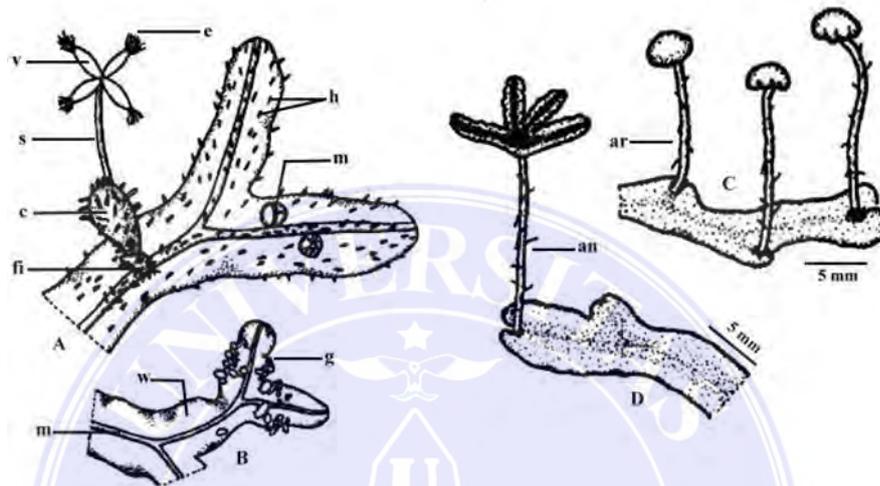
Lumut hati bertalus umumnya ditemui di berbagai tempat dari area lembab seperti di sekitar air terjun, tepian sungai, dan danau, hingga tempat yang kering seperti batang pohon, tanah, dan batu. Beberapa lumut hati bertalus memiliki umbi sebagai cadangan makanan untuk musim kemarau (Sopacua *et al.*, 2020).

2.2 Karakteristik Lumut Hati Bertalus

Lumut hati bertalus memiliki tubuh gametofit yang rata seperti pita, mendatar, dan berwarna hijau. Struktur tubuhnya disebut talus, yang tidak dapat dibedakan menjadi batang dan daun, melainkan merayap membentuk pipih dengan cabang yang bersifat mengarpu atau tidak beraturan. Permukaan bagian bawah talus, yang berkontak langsung dengan substrat, disebut bagian ventral, sementara permukaan bagian atasnya disebut bagian dorsal (Samti *et al.*, 2016).

Pada bagian ventral terdapat rizoid dan terdapat sisik pada bagian ini. Jaringan pada talus dapat memiliki perbedaan yang sedikit ataupun mencolok. Lumut hati bertalus ada dua jenis yaitu lumut hati dengan talus sederhana dan

kompleks. Struktur lumut hati bertalus sederhana terdiri dari satu atau dua lapisan sel yang seluruhnya berwarna hijau yang dipenuhi dengan klorofil dan *oil body*. Lumut hati bertalus sederhana termasuk dalam kelompok *Metzgeriales*, misalnya marga *Metzgeria*, *Pallavicinia* dan *Riccardia* (Rosyanti *et al.*, 2018).



Gambar 1. Struktur tubuh lumut hati bertalus. A-B. Marga *Metzgeria*. C-D. Marga *Marchantia* (an = anteridium, ar = arkegonium, c = calyptra, e = elater, fi = female involucre, g = gemma, h = hairs, m = male involucre, mi = midrib, s = seta, v = valve w = wing of thallus) (Sumber: Gradstein, 2011).

Anteridium (alat kelamin jantan) dan arkegonium (alat kelamin betina) pada lumut hati bertalus diproduksi pada bagian dorsal pada permukaan talus, bagian dalam talus disebut reseptakel. Tangkai dari reseptakel betina disebut *arkegoniofor* dan jantan disebut *anteridiofor* (Gradstein *et al.*, 2001).

2.3 Manfaat Lumut Hati Bertalus

Tumbuhan lumut hati bertalus memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berperan penting dalam kehidupan manusia, baik dari segi ekonomi maupun ekologi. Tumbuhan ini telah lama digunakan sebagai obat tradisional yang banyak dimanfaatkan sebagai obat untuk penyakit paru dan ulkus (Rahmi *et al.*, 2023).

Lumut hati bertalus sangat populer dalam pengobatan tradisional di China dan India. Lumut hati bertalus ini digunakan untuk mengobati tumor kulit, bisul, melawan peradangan, melindungi hati, mengatasi hepatitis, dan memiliki sifat sebagai agen antibakteri, antifungi, dan antioksi. Jenis lumut hati bertalus lain seperti *Riccia*, juga digunakan sebagai obat untuk melawan kurap pada anak-anak (Nurmalinda & Kusuma, 2018).

2.4 Bakteri Endofit

Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan penyakit, menjalin simbiosis mutualisme dengan tanaman, mengambil nutrisi dari metabolisme tanaman dan melindungi tanaman dari mikroorganisme patogen (Safira *et al.*, 2017). Siklus hidup bakteri endofit dimulai saat masuk ke tanaman melalui akar atau bagian lain seperti bunga, batang, dan daun (Kurniasih, 2021).

Bakteri endofit dapat hidup diberbagai bagian tanaman, termasuk pembuluh vaskular, ruang intersel, batang, akar, buah, dan daun. Bakteri endofit bermanfaat bagi tanaman seperti meningkatkan pertumbuhan tanaman, menyediakan nutrisi, meningkatkan hormon pertumbuhan, dan melindungi tanaman (Desriani *et al.*, 2014). Bakteri endofit dari tanaman obat memiliki potensi lain dalam pertanian untuk merangsang pertumbuhan tanaman (Widowati *et al.*, 2020).

2.5 Morfologi Bakteri Endofit

Bakteri endofit dikenal dapat menghasilkan antibiotik, antikanker, anti jamur, anti virus, senyawa volatil bahkan senyawa insektisida. Pada umumnya bakteri endofit ini di temukan pada genus *Bacillus*, dan genus *Pseudomonas* (Noviani *et al.*, 2019).

a. Bakteri Genus *Bacillus*

Bakteri genus *Bacillus* biasanya ditemukan di air, udara, debu, tanah, dan sedimen dengan memiliki ciri-ciri koloni berbentuk bulat dan tidak teratur dengan tepi atau margin yang cenderung tidak rata atau berombak, berwarna krem, dan permukaannya kasar. Ciri-ciri mikroskopis dari bakteri genus *Bacillus*, ketika diamati di bawah mikroskop, adalah memiliki bentuk batang besar dengan ukuran sekitar $1 \times 3-4 \mu\text{m}$. Bakteri ini bersifat gram positif dan bisa membentuk rantai (Sabbathini *et al.*, 2017).

b. Bakteri Genus *Pseudomonas*

Bakteri genus *Pseudomonas* adalah mikroorganisme yang bisa tumbuh di udara atau bisa juga tanpa udara, dan dapat hidup pada suhu antara $37-42^\circ\text{C}$. Bakteri ini memiliki ciri koloni bentuk yang tidak teratur dan bulat dengan pinggiran yang bergelombang atau rata, dan elevasi yang bisa datar atau agak cembung. Ciri-ciri mikroskopis dari bakteri genus *Pseudomonas* adalah memiliki bentuk batang dan bisa terlihat sebagai bentuk tunggal atau berpasangan, terkadang membentuk rantai pendek. Ukurannya sekitar $1,5-3,0 \mu\text{m}$ dan bersifat gram negatif (Silalahi, 2018).

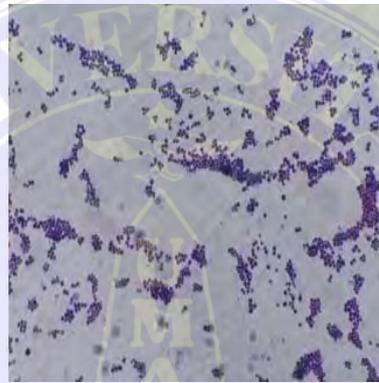
2.6 Bakteri Patogen

Bakteri patogen adalah jenis bakteri yang memiliki kemampuan menyebabkan penyakit pada inangnya melalui perubahan jaringan yang disebabkan oleh perubahan genetic (Ihsan, 2021). Bakteri patogen tersebar luas di berbagai tempat dan dapat hidup di tanah, air, udara, bahkan berada di dalam tubuh setiap manusia dan hewan. Proses kontaminasi dan penyebaran bakteri sering terjadi melalui aktivitas sehari-hari yang seringkali tidak disadari oleh manusia. Beberapa

kegiatan rutin yang dapat menjadi sumber penyebaran bakteri meliputi berkecambah, mencuci, makan dan minum, menyentuh benda, serta berbagai aktivitas lainnya (Apriyanthi *et al.*, 2022).

a. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus dapat di klasifikasikan dalam Kingdom *Bacteria*, Phylum *Firmicutes*, Kelas *Bacilli*, ordo *Bacillales*, family *Staphylococcaceae*, genus *Staphylococcus*, dari spesies *Staphylococcus* (Firdaus, 2014).

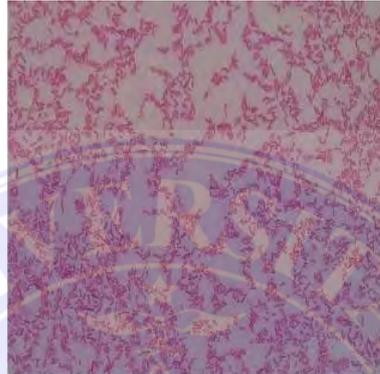


Gambar 2. Koloni *Staphylococcus aureus* dibawah mikroskopis
(Sumber: Hayati *et al.*,2019)

Staphylococcus aureus dengan ciri koloninya berbentuk bulet berwarna kuning keemasan, dan beberapa jenisnya mungkin memiliki kapsul. Ciri-ciri selnya bakteri *S.aureus* berbentuk bulat (*coccus*) seperti bola membentuk kelompok mirip anggur atau membentuk rantai empat sel dengan ukuran diameter sekitar 0,8-1 mikron. *S.aureus* memiliki sifat gram positif, tidak bisa bergerak (non-motil), dan tidak membentuk spora. Infeksi yang disebabkan oleh *S.aureus* biasanya ditandai dengan kerusakan jaringan dan pembentukan abses bernanah. Penyakit yang bisa diakibatkannya termasuk sariawan, jerawat, infeksi luka, bisul, dan impetigo. Bakteri ini dapat menginfeksi kulit pada tubuh manusia (Asisdiq *et al.*, 2017).

b. *Escherichia coli*

Escherichia coli dapat di klasifikasikan dalam Kingdom *Bacteria*, Phylum *Proteobacteria*, Kelas *Gammaproteobacteria*, ordo *Enterobacterales*, family *Enterobacteriaceae*, genus *Escherichia*, dari spesies *Escherichia coli* (Kusumarini *et al.*, 2021).



Gambar 3. Koloni *Escherichia coli* Dibawah Mikroskopis
(Sumber: Khoiriyah *et al.*, 2022)

Escherichia coli dengan ciri umumnya berbentuk bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang jelas. Sel bakteri *E.coli* berbentuk batang pendek panjangnya sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm , dan bisa hidup baik dalam keadaan aerob maupun anaerob (Hidayati, 2016).

Bakteri ini dapat menempel di usus besar dan bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama, bahkan hingga beberapa bulan hingga tahunan. *E.coli* bisa menyebabkan infeksi pada manusia, termasuk infeksi saluran kemih, meningitis pada bayi baru lahir, dan *gastroenteritis*. Infeksi ini tergantung pada faktor virulensi bakteri, yaitu sifat khusus yang memungkinkannya menyebabkan penyakit. Faktor-faktor ini bisa mempengaruhi kemampuan bakteri untuk menempel pada sel manusia, menghasilkan toksin, atau menyebabkan peradangan, yang pada akhirnya menyebabkan gejala penyakit yang berbeda bergantung pada jenis infeksi (Hernanda *et al.*, 2023).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April s/d Juni 2024. Pengambilan sampel lumut hati bertalus dilakukan di Kecamatan Sibolangit, tepatnya di Air Terjun Satu Hati dan Air Terjun Sikulikap. Pengujian sampel untuk mengidentifikasi bakteri dan uji antagonisnya dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sari Mutiara Indonesia Kota Medan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, kawat ose cincin, pinset, pipet tetes, beaker glass, gelas ukur, Labu elemeyer, bunsen, spatula, object glass, cover glass, timbangan analitik, Mortal, Rak tabung, Pisau carter, hotplate, Autoclave, Kamera, Mikroskop, dan jangka sorong.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lumut hati bertalus, Label, *Dish-cakram Chloramphenicol*, *Cotton swab steril Aluminium foil*, Kapas, Spirtus, *alkohol 70%*, *aquades steril*, reagen pewarnaan (*Kristal Violet*, *Safranin*, *Lugol*), Etanol 96%, *Natrium hipoklorit 2,5 %*, *Nacl 0,9%*, dan media (MHA).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama meliputi pengambilan sampel lumut bertalus dengan menggunakan *survei eksploratif* dan metode *purposive sampling*. Tahap kedua melibatkan identifikasi bakteri endofit dan pengujian aktivitas antibakteri secara eksperimental menggunakan metode difusi cakram.

3.4 Prosedur Penelitian.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dilapangan untuk mengetahui sampel sampel lumut hati bertalus yang selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui potensi antagonis dari bakteri endofit yang terdapat pada lumut hati bertalus terhadap bakteri patogen dengan menggunakan metode Difusi-cakram.

3.4.1 Pengujian Dilapangan

1. Survey Lapangan

Survey lapangan akan dilakukan di sekitaran Kawasan Sibolangit yang berpotensi untuk tempat tumbuh lumut hati bertalus dipingiran air terjun satu hati.

Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi lumut hati bertalus yang ada disetiap lokasi. Dalam proses observasi dilapangan kondisi lingkungan sekitar seperti kelembapan udara, tingkat cahaya, suhu, jenis substrat, dan factor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan lumut hati bertalus.

2. Pengambilan Sampel

Sampel diambil menggunakan pisau atau gunting kecil untuk memotong atau mengambil sampel lumut hati bertalus yang sehat dan representatif dari substrat. Setiap sampel disimpan dalam wadah yang lembab dan diberi label dengan seperti jenis spesies, dan tanggal pengambilan. Setelah itu dokumentasikan setiap jenis sampel lumut hati bertalus.

3. Karakteristik Lumut Hati Bertalus

Identifikasi awal lumut hati bertalus dilakukan di lapangan menggunakan buku pedoman identifikasi. Penting untuk memperhatikan karakteristik morfologi seperti warna, bentuk, ukuran, dan tekstur lumut hati bertalus yang ditemukan. Ciri-

ciri ini dibandingkan dengan deskripsi spesies dalam buku pedoman untuk menentukan identifikasi yang tepat.

3.4.2 Pengujian Dilaboratorium

1. Karakteristik Lanjutan Lumut Hati Bertalus

Identifikasi lanjutan dilakukan di Laboratorium Universitas Sari Mutiara Indonesia Kota Medan dengan menggunakan mikroskop pembesaran 10×, 40×, dan 100× untuk mendeskripsikan ciri-ciri morfologi yang lebih spesifik. Hasil deskripsi ini kemudian dibandingkan dengan buku identifikasi dan berbagai referensi lainnya untuk menentukan jenis sampel lumut bertalus. (Fitria, 2017).

2. Sterilisasi Alat Dan Pembuatan Media *Mueller Hinton Agar*

Sterilisasi alat dan media uji yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan. Alat kemudian dibungkus dengan kertas pembungkus (aluminium foil), kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Istini, 2020).

Media (*Mueller Hinton Agar*) MHA ditimbang sebanyak 6 gr dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer lalu ditambah akuades sebanyak 150 ml, panaskan hingga larut, media yang sudah larut kemudian disterilkan di *autoclave* suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 15 menit. Media dituang ke dalam cawan petri dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin (Susanti *et al.*, 2022)

3. Preparasi Lumut Hati Bertalus

Lumut hati bertalus ditimbang sebanyak 100gr kemudian dilakukan sterilisasi dengan merendamnya dalam *Etanol* 96% selama 1 menit. Setelah itu, cairan perendam dibuang dan digantikan dengan larutan *Natrium Hipoklorit* 2,5% selama 5 menit, diikuti dengan pencucian menggunakan *Etanol* 70% selama 30

detik. Lumut hati bertalus kemudian dicuci dengan aquadest steril sebanyak 2 kali dihaluskan menggunakan belender hingga halus (Wathan & Imaningsih, 2019).

4. Pembuatan Suspensi Pengenceran Dan Isolasi Bakteri Endofit Lumut Hati Bertalus

Proses pengenceran simplisia lumut hati dilakukan sampai seri 10^{-3} dengan mengambil 1 ml suspensi ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril (pengenceran 10^{-1}). Selanjutnya pengenceran 10^{-1} dipindahkan 1 ml kepengenceran 10^{-2} dan dilanjutkan hingga pengenceran 10^{-3} (Kurniasih, 2021).

Di pipet 100 μ L seri pengenceran 10^{-2} dan 10^{-3} setelah itu ditanam kedalam cawan petri yang telah berisi padatan media MHA setelah itu goreskan menggunakan metode goresan sinambung dengan *cotton swab* setelah itu diinkubasi selama 1x24 jam (Tenda *et al.*, 2017).

3.4.3 Isolasi Dan Pemurnian Bakteri Endofit

Pemurnian dilakukan dengan mengambil koloni bakteri yang tumbuh pada MHA dan diinokulasikan pada media MHA baru dengan metode gores *kuadran* setelah itu inkubasi selama 1x24 jam dengan suhu 37°C. Media yang digunakan untuk pemurnian sama dengan media yang digunakan untuk isolasi bakteri sehingga mendapatkan koloni tunggal (Nurmalasari *et al.*, 2020).

3.4.4 Identifikasi Morfologi Secara Makroskopis dan Mikroskopis

Hasil pemurnian isolasi bakteri endofit selanjutnya dilakukan indentifikasi secara Makroskopis pada media MHA. Identifikasi secara makroskopis dapat diketahui dari bentuk koloni, tepian koloni, elevasi koloni, Permukaan koloni, warna koloni dan jumlah koloni murni (Asisdiq *et al.*, 2017).

Bakteri dari isolat murni yang telah diinkubasi selama 24 jam diambil untuk indentifikasi secara Mikroskopis dengan pewarnaan Gram. Bakteri tersebut

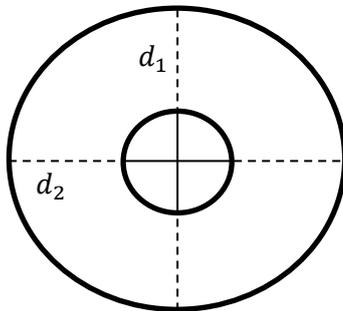
diratakan di atas objek gelas dan difiksasi di atas api bunsen sampai kering. Pewarnaan dilakukan dengan *Kristal Violet* selama satu menit, diikuti dengan *lugol* selama satu menit, dan dicuci dengan air. Selanjutnya, ditetesi *alkohol* 96% selama 30 detik, dicuci kembali dengan air, dan ditambahkan *Safranin* selama 30 detik, dicuci kembali dan dikeringkan. Preparat yang sudah kering dapat diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 10×, 40×, dan 100×. Sel bakteri yang muncul berwarna merah (Gram Negatif), sedangkan yang berwarna ungu (Gram Positif) (Holderman *et al.*, 2017).

3.4.5 Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Bakteri murni ditanam pada media MHA dengan cara diambil 1 ose bakteri menggunakan jarum ose dari isolat *S.aureus* dan *E.coli* secara steril. Selanjutnya, cawan petri ditutup rapat dan diletakkan dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu, biakan bakteri diambil dan diresuspensikan dalam 5 ml larutan NaCl 0,9% hingga mencapai kekeruhan setara dengan 0,5 *McFarland* (Naibaho *et al.*, 2023).

Uji aktivitas antibakteri pada isolat bakteri endofit lumut hati bertalus terhadap bakteri *E.coli* dan *S.aureus* dilakukan menggunakan metode *Difusi Cakram*. Disiapkan suspensi bakteri uji dan ditanamkan kedalam media MHA dengan metode goresan *sinambung* yang menggunakan *cotton swab steril*. Selanjutnya suspense lumut hati bertalus ditotolkan kedalam *disk-cakram* steril kemudian ditanamkan di atas permukaan media MHA yang telah di tanamin bakteri uji, lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemudian diamati pertumbuhan mikrobahan diukur diameter hambatnya. Sebagai kontrol negatif digunakan pelarut aquadest dan sebagai kontrol positif digunakan *Dish-cakram Chloramphenicol*.

Lalu diamati dan diukur zona hambat (*Inhibition Zone*) yang terbentuk menggunakan jangka sorong dan dihitung dengan rumus berikut. (Pratiwi, 2015)



$$\text{Rumus : } \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Keterangan :

d_1 : Diameter vertikal

d_2 : Diameter horizontal

(Sumber : Harti, 2015)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang selanjutnya data tersebut dianalisis secara deskriptif Kualitatif dan Kuantitatif. Deskriptif kualitatif di peroleh dari indentifikasi jenis-jenis lumut hati bertalus menggunakan buku indentifikasi dan indentifikasi jenis jenis bakteri endofit pada lumut hati bertalus yang meliputi karakteristik makrokopis dan mikrokopis. Deskriptif kuantitatif meliputi hasil perhitungan diameter zona hambat dengan menggunakan rumus uji antagonis dan disesuaikan jenis kategori respon zona hambat seperti tabel berikut ini.

Tabel 1. Kategori Respon Hambatan Pertumbuhan Bakteri Endofit

Diameter Zona Bening	Respon Hambatan Pertumbuhan
>20 mm	Sangat Kuat
16-20 mm	Sedang
10-15 mm	Lemah
<10 mm	Tidak Ada

(Sumber: Hasanuddin & Salnus, 2020)

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Sebanyak lima isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari lumut hati bertalus *Marchantia emarginata*, dengan kode sampel isolat Sp₁, Sp₂, Sp₃, Sp₄, dan Sp₅.

Karakteristik morfologi Isolat koloni bakteri endofit secara makroskopis berbentuk bulat dengan tepian dan elivasi yang beragam, sedangkan secara mikroskopis, sel berbentuk basil dan Gram positif.

Hasil uji antagonis bakteri endofit menunjukkan bahwa bakteri Sp₅ memiliki diameter zona hambat terbaik terhadap *Escherichia coli*, sedangkan bakteri Sp₁ menunjukkan mekanisme penghambatan terbaik terhadap *Staphylococcus aureus*.

5.2 Saran

Untuk melanjutkan penelitian lebih lanjut dalam pembuatan atau produksi obat yang mengandung antibiotik dari bakteri endofit lumut hati bertalus. Hal ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi bakteri endofit sebagai sumber antibiotik baru yang dapat digunakan dalam dunia medis

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. S., Ghozali, Z., Rusdiana, M., & Efendi, S. (2023). Identifikasi Bakteri dari Telapak Tangan dengan Pewarnaan Gram Identification of Bacteria from Palms with Gram Stain. *CHEMVIRO: Jurnal Kimiadan Ilmu Lingkungan*, *1*(1), 30–35. <https://doi.org/10.56071/chemviro.v1i1.563>
- Apriyanthi, P. R. V., Desak, Laksmi, S., Ayu, & Widayanti, P. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminan Pada Gelang Tri Datu Identification of Contaminant Bacteria on Tri Datu Bracelet. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *14*(2), 24–33.
- Asisdig, I., Sudding, & Side, S. (2017). Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa blimbi* L.) Dalam Menghambat Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Pendidikan Kimia PPs UNM*, *1*(1), 91–99.
- Azis, T. A., Ramai Durubana, D., Azzarah, R. A., Sitanggang, H. M., & Elfayetti, E. (2023). Analisis Karakteristik Tanah di Dataran Sikulikap, Sibolangit. *JINGLER : Jurnal Teknik Pengolahan Pertanian*, *1*(2), 30–40.
- Desriani, D., Safira, U. M., Bintang, M., Rivai, A., & Lisdiyanti, P. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman Binahong dan Katepeng China. *Jurnal Kesehatan Andalas*, *3*(2), 89–93.
- Fariani, A., & Advinda, L. (2022). Effects of Various Concentrations of Antiseptic Solid Soaps On *Escherichia coli* Pengaruh Berbagai Konsentrasi Sabun Padat Antiseptik Terhadap *Escherichia coli*. *Serambi Biologi*, *7*(3), 229–234.
- Febriansah. (2019). Identifikasi Keanekaragaman Marchantiophyta Di Kawasan Air Terjun Parangkikis Pagerwojo Tulungagung. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, *6*(2), 17–21.
- Firdaus, T. (2014). *Efektivitas Ekstrak Bawang Dayak (Eleutherine palmifolia) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus* (Issue 24 juli 2015).
- Fitria, N. (2017). Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Di Kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar Sebagai Sub Materi Pendukung Pembelajaran Bryophyta Di Sman 1 Lembah Seulawah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 21–25.
- Gradstein, S. R. (2011). *Guide to the Liverworts and Hornworts of Java* (Issue August).
- Gradstein, S. R., Churchill, S. P., & Salazar-Allen, N. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New Botanical Garden*, *86*(January 2001), 1–577.
- Habibi, H., & Al-Kharis, M. A. W. (2021). Eksplorasi Bryophyta Di Kawasan Wisata Coban Pelangi, Kecamatan Poncokusumo-Kabupaten Malang. *Floribunda*, *6*(7). <https://doi.org/10.32556/floribunda.v6i7.2021.358>

- Harti, A. S. (2015). *Mikrobiologi kesehatan*. Andi.
- Hasanuddin, P., & Salnus, S. (2020). Uji Bioaktivitas Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Penyebab Karier Gigi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 241–250.
- Hayati, L. N., Tyasningsih, W., Praja, R. N., Chusniati, S., Yunita, M. N., & Wibawati, P. A. (2019). Isolation and Identification of *Staphylococcus aureus* in Dairy Milk of The Etawah Crossbred Goat with Subclinical Mastitis in Kalipuro Village, Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(2), 76–82.
- Hernanda, A. A., Irawiraman, H., Harlita, T. D., Kesehatan, P., Kesehatan, K., Timur, K., Kedokteran, F., & Mulawarman, U. (2023). *Pasar Segiri Kota Samarinda*. 4(3), 3343–3349.
- Hidayati, S. N. (2016). *Escherichia coli* Yang Diisolasi Dari Feses Anak Ayam Broiler Terhadap Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* [Wight.] Walp.) The Effect of Bay Leaf (*Syzygium polyanthum* [Wight.] Walp.) Extract on the Growth of *Escherichia coli* Isolated fro. *Jurnal Medika Veterinaria*, 10(2), 2007–2010.
- Hijrayanti, S., Bulan, E. D., & Nurfadilah. (2022). Analysis of *Escherichia coli* Bacteria in waters and sediment of sea in Miang Besar Island, Sangkulirang Districs East Kutai Regency. *Jurnal Aquarine*, 9(1), 38–43.
- Holderman, M. V., De Queljoe, E., & Rondonuwu, S. B. (2017). Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 13.
- Ihsan, B. (2021). Identifikasi Bakteri Patogen (*Vibrio* spp. dan *Salmonella* spp.) yang Mengontaminasi Ikan Layang dan Bandeng di Pasar Tradisional. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 89–96.
- Indriani, L., Rahmatika Primandiri, P., & Sulistiono. (2015). Terrestrial Moss Inventory in Roro Kuning Nganjuk. *Biologi, Sains, Lingkungan, Dan Pembelajarannya*, 340–343.
- Istini. (2020). Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch Sebagai Salah Satu Kemasan Sterilisasi Peralatan Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 41. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57424>
- Jamilatun, M., Aminah, A., Shufiyani, S., Kemenkes Surakarta, P., Ksatrian, J., Kemenkes Banten, P., Sitanala, J., & Kota Tangerang, N. (2020). Uji Daya Hambat Antibakteri Kapang Endofit dari Tanaman Alang-Alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Antibacterial Inhibition Test of Endophytic Fungi from Alang-Alang Plants (Impera. *Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 7(2), 335.
- Khoiriyah, A., Sumardi, & Busman, H. (2022). Identifikasi dan Patogenesis *Escherichia coli* dari Swab Kloaka Ayam. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*,

10(3), 323–332. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT>

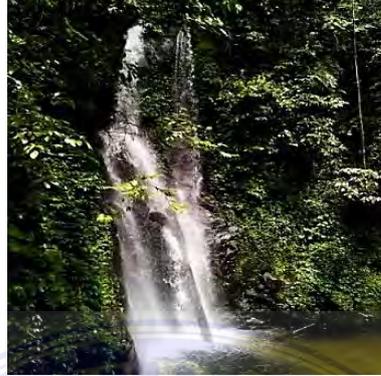
- Kurniasih. (2021). Keanekaragaman Koloni Bakteri Endofit Pada Daun Dan Batang Tanaman Nampu (*Homalomena javanica* V.A.V.R.). *Skripsi*, 5(1), 1–80.
- Kusumarini, A. I., Hogantara, P. A., Fadhlurohman, M., & Nurul Chamidah, S.Kom., M. K. (2021). Perbandingan Algoritma Random Forest, Naive Bayes, Dan Decision Tree Dengan Oversampling Untuk Klasifikasi Bakteri E.Coli. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer Dan Aplikasinya*, 2(1), 792–799.
- Naibaho, F. G., Putra, E. D., Neneng, L., & Panjaitan, D. (2023). Isolasi Bakteri Endofit Bawang Dayak (*Eleutherine bulbosa*) dan Uji Antagonisme Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 19(1), 42–51. [https://doi.org/10.21009/Bioma19\(1\).5](https://doi.org/10.21009/Bioma19(1).5)
- Noviani, N., Ananda, M., & Suwastika, I. N. (2019). Karakterisasi Bakteri dan Jamur yang Berpotensi Sebagai Mikroba Endofit Asal Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Unggul Sulawesi-2. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 8(3), 186–190.
- Novitasari, T. M., Rohmi, R., & Inayati, N. (2019). Potensi Ikan Teri Jengki (*Stolephorus indicus*) Sebagai Bahan Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.32807/jambs.v6i1.119>
- Nurhaeni, Gladys, Jaya, & Hardi. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Eksrtrak Lumut Hati (*Marchantia polymorpha*) [Antioxidant Activity Assay of Liverworts (*Marchantia polymorpha*) Extract] Nurhaeni 1, Gladys 1*, Jaya Hardi 1. *KOVALEN*, 5(3), 315–321.
- Nurmalasari, A., Oedjijono, & Lestari, S. (2020). Isolasi dan Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.) terhadap Krom secara In-Vitro. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(2), 266–272.
- Nurmalinda, S., & Kusuma, S. A. F. (2018). Penggunaan Secara Etnofarmasi dan Farmakologi Tumbuhan Lumut (Bryophyta). *Farmaka*, 17(1), 58–63.
- Oktavia, N., & Pujiyanto, S. (2018). Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus Roseus*, L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *J. Berkala Bioteknologi*, 1(1), 6–12.
- Pratiwi, A. E. (2015). Isolasi, Seleksi, Dan Uji Aktivitas Antibakteri Mikroba Endofit Dari Daun Tanaman *Garcinia benthami* Pierre Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, dan *Salmonella typhimurium*. *UIN Syarif Hidayatullah*, 95, 1–28.
- Purwanto, Y. ayu, Fadli, Z., & Hakim, R. (2022). Interaksi antagonis kloramfenikol dengan fraksi n-heksana dan fraksi air umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap *Salmonella thypi*. *Jurnal Kedokteran Komunitas*, 10(2), 1–9.

- Rahmi, H. A., Cahyani, H. W., & Supriatna, A. (2023). Jurnal Ilmu Pertanian dan Perkebunan Inventarisasi Keanekaragaman Lumut Di Kawasan Kampus 1 UIN Sunan Gunung Djati Bandung. *Jurnal.Ugp.Ac.Id*, 5(2).
- Ramadhan, Z. A. (2019). *Potensi Bakteri Endofitik Dari Lumut Hati Marchantia polymorpha L. Dalam Penghasil Antibiotika Pada Bakteri Staphylococcus aureus L.*
- Rianti, A., Ulfah, A. H., Nursamsyah, C., Yusuf, I. R., & Kurniati, T. (2019). Keanekaragaman Lumut (Bryophyta) Di Uin Sunan Gunung Djati Bandung Kampus 2. *Prospek Agroteknologi*, 8(2), 81–89.
- Rismawatia, Wardiantia, Y., & Lestari, F. (2022). *Inventarisasi Lumut Di Kawasan Air Terjun Sungai Numan Kecamatan Padang Ulak Tanding , Kabupaten Rejang Lebong Inventory of Moss in The Numan River Waterfall Area Padang Ulak Tanding District , Rejang Lebong Regency.* 4(2), 97–101.
- Rosyanti, Afriyansyah, B., & Haerida, I. (2018). Keanekaragaman Lumut Di Kebun Botani Bangka Flora Society, Bangka. *Floribunda*, 5(8), 315–321.
- Sabbathini, G. C., Pujiyanto, S., Wijanarka, & Lisdiyanti, P. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus Sphingomonas dari Daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Persawahan Cibinong. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(1), 59–64. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19523>
- Safira, U. M., Pasaribu, F. H., & Bintang, M. (2017). Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Potensinya sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Current Biochemistry*, 1(1), 51–57.
- Samti, A., Susilo, H., & Saptasari, M. (2016). Potensi Hepaticopsida di Taman Hutan Raya R Soerjo sebagai Bahan Ajar Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Isu-Isu Kontemporer Sains, Lingkungan, Dan Inovasi Pembelajarannya*, 660–665.
- Setyati, D., Luthfiah, & Arimurti, S. (2021). Aktifitas Antibakteri Ekstrakan Etil Asetat Lumut Hati *Dumortiera Hirsuta* (Sw.) Nees Terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal UNEJ*, 9(2), 75–80. <https://doi.org/10.19184/bst.v9i2.22645>
- Silalahi, M. (2018). *Pandanus amaryllifolius* Roxb (Pemanfaatan Dan Potensinyasebagai Pengawet Makanan). *Pro-Life*, 5(3), 626–636.
- Sirri, Y., Warouw, V., Rumengan, I. F., Paransa, D. S., Undap, S. L., & Ginting, E. L. (2022). Isolation and Antibacterial Activity assay of Endophytic Symbiont Bacteria on Seaweed *Gracilaria verrucosa* originated from Batu Meja Tongkaina Beach, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 424. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42226>
- Sopacua, G., Tamaela, K. A., Sopratu, P., & Selehulano, K. (2020). Inventarisasi Tumbuhan Lumut di Kawasan Air Potang-potang Negeri Itawaka Kabupaten Maluku Utara. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*.

- Suryani, S., & A'yun, Q. (2022). Isolasi Bakteri Endofit Dari Mangrove Sonneratia Alba Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. *BIO-SAINS : Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(2), 12–18.
- Susanti, M., Khalimatusa, S., & Rasyid, A. (2022). *Pemanfaatan Variasi Sumber Karbohidrat Dari Palawija Sebagai Alternatif Media Sintetik Untuk Pertumbuhan Bakteri*. 7(2), 40–48.
- Susilowati, D. N., Ginanjar, H., Yuniarti, E., Setyowati, M., & Roostika, I. (2018). Karakterisasi Bakteri Endofit Tanaman Purwoceng Sebagai Penghasil Senyawa Steroid Dan Antipatogen. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 24(1), 1.
- Tenda, P. E., Lenggu, M. Y., & Sriyuni Ngale, M. (2017). Antibacterial Activity Test of Ethanol Extract of Faloak Tree Skin (Sterculia sp.) On Staphylococcus Aureus Bacteria. *Jurnal Info Kesehatan*, 15(1), 227–239.
- Wathan, N., & Imaningsih, W. (2019). Isolasi Jamur Endofit Dari Akar Tumbuhan Seluang Belum (Luvunga sarmentosa (Blume) Kurz.). *Jurnal Pharmascience*, 6(1), 68. <https://doi.org/10.20527/jps.v6i1.6077>
- Wiadri, A. P., Viza, R. Y., & Zuhri, R. (2018). Identifikasi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Sekitar Air Terjun Sigerincing Dusun Tuo , Kecamatan Lembah Masurai , Kabupaten Merangin. *Biocolony: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Biosains*, 1(2), 1–6.
- Widowati, T., Simarmata, R., Nuriyanah, N., Nurjanah, L., & Lekatompessy, S. J. R. (2020). Aktivitas Metabolit Sekunder Pemacu Pertumbuhan Dari Bakteri Endofit Asal Kunyit Putih (Curcuma zedoaria ROSC). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 31(2), 97.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi dan Pengambilan Sampel Lumut Hati *M.emarginata*



Keterangan: Air terjun satu hati

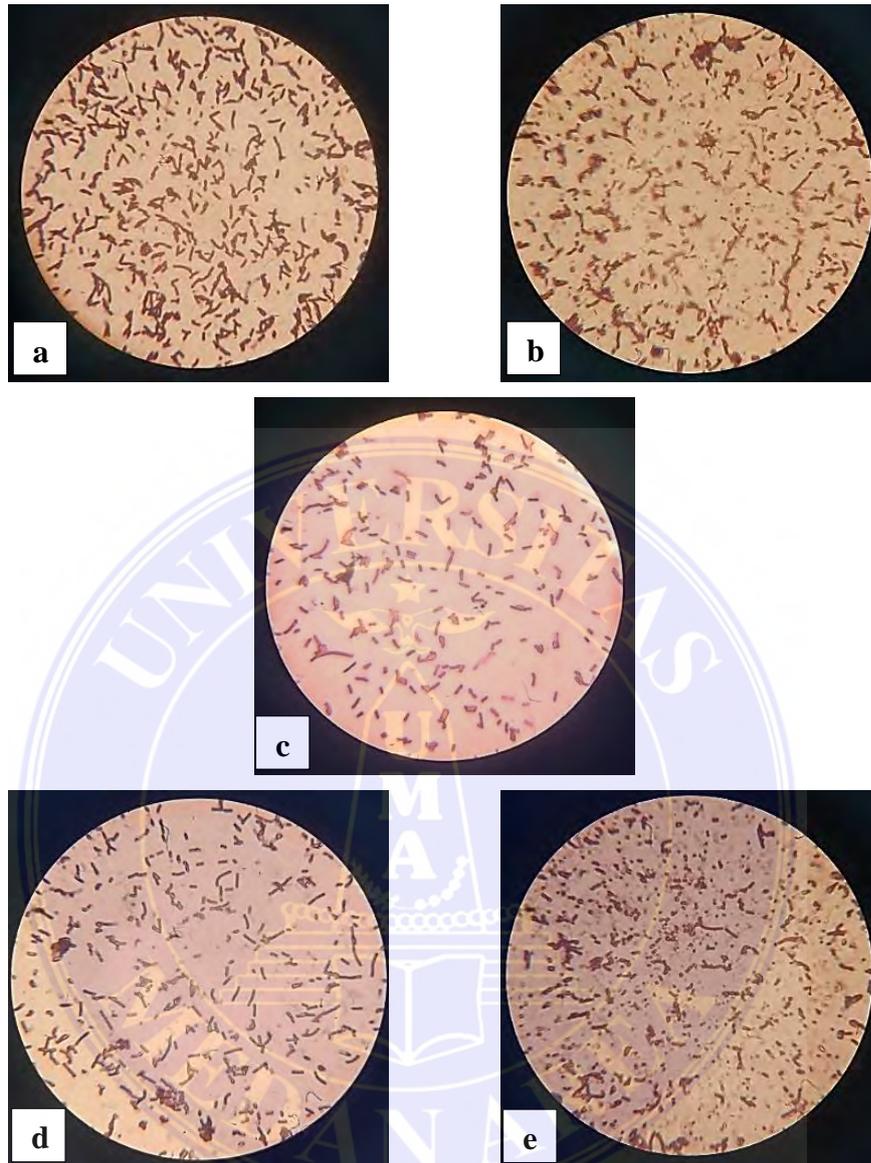


Keterangan: Pengambilan sampel Lumut Hati *M.emarginata*.

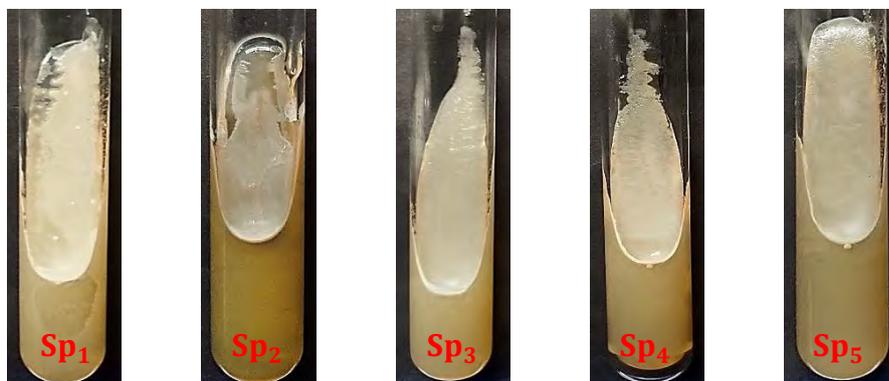


Keterangan: Sampel Lumut Hati *M.emarginata*.

Lampiran 2. Dokumentasi Bakteri Endofit Secara Makrokopis dan Mikrokopis.

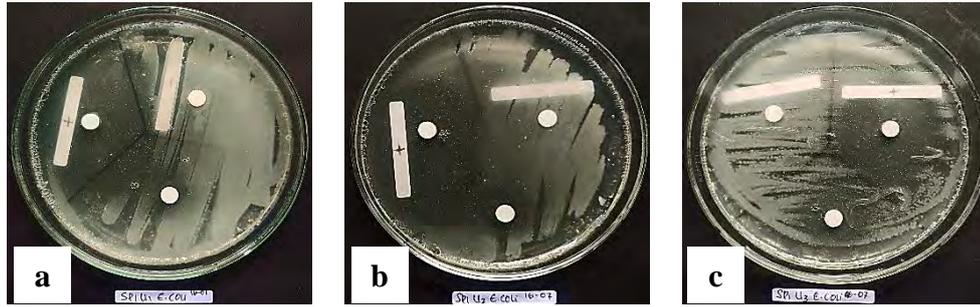


Keterangan: Hasil sel bakteri endofit di bawah mikroskop pembesaran 100×. (a) Sp₁; (b) Sp₂; (c) Sp₃; (d) Sp₄; (e) Sp₅.

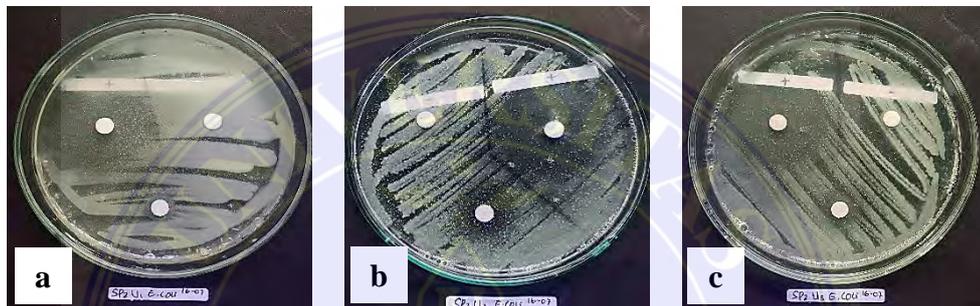


Keterangan: Hasil biakan murni bakteri endofit lumut hati bertalus *M.emarginat* pada media MHA miring setelah inkubasi 24 jam pada suhu,, 37 °C.

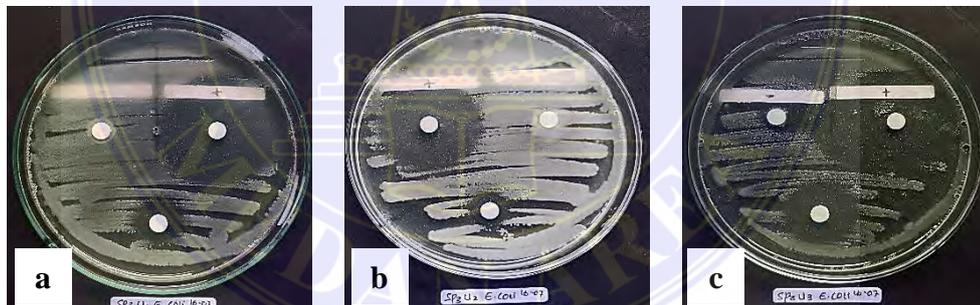
Lampiran 3. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap *Escherichia Coli*



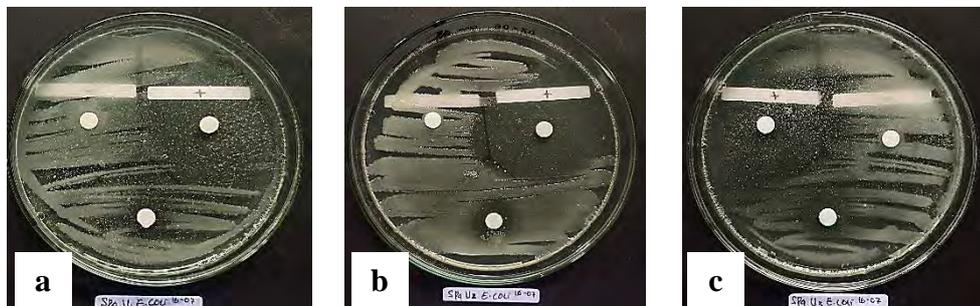
Keterangan: Hasil uji antagonis bakteri endofit Sp₁ terhadap *E.coli* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



Keterangan: Hasil uji antagonis bakteri endofit Sp₂ terhadap *E.coli* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



Keterangan: Hasil uji antagonis bakteri endofit Sp₃ terhadap *E.coli* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



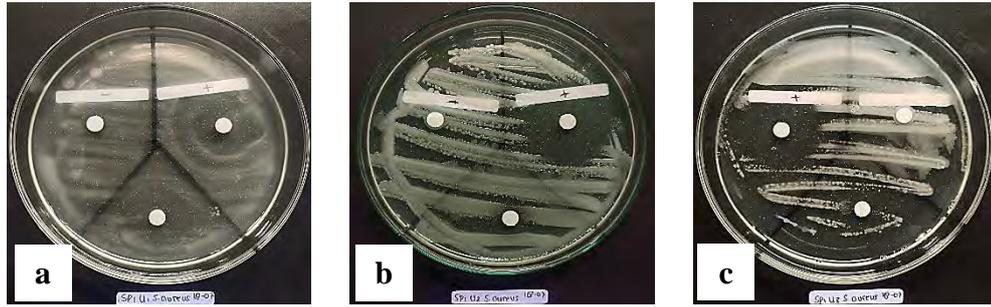
Keterangan: Hasil uji antagonis bakteri endofit Sp₄ terhadap *E.coli* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



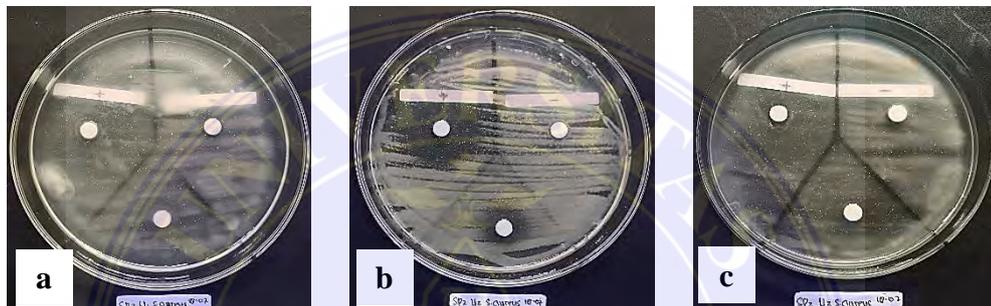
Keterangan: Hasil uji antagonis bakteri endofit Sp₅ terhadap *E.coli* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



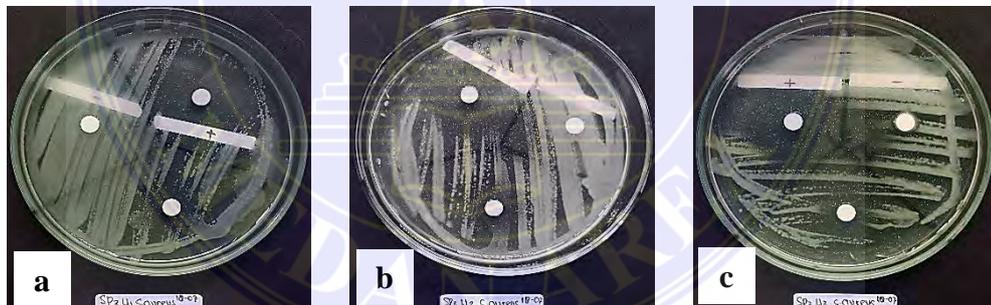
Lampiran 4. Hasil Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap *Staphylococcus aureus*



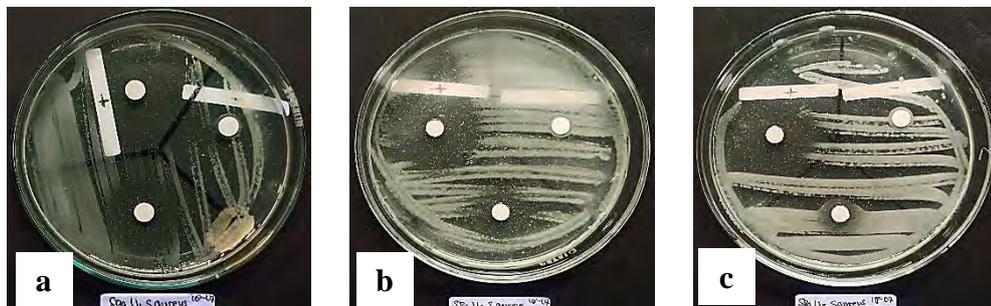
Keterangan: Hasil Uji antagonis bakteri endofit Sp_1 terhadap *S.aureus* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



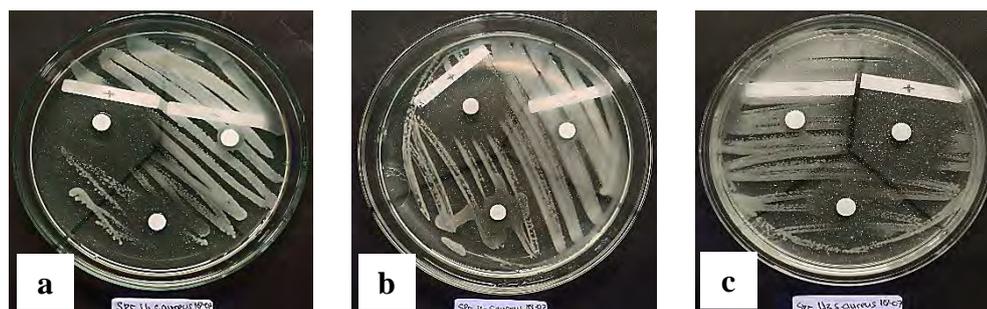
Keterangan: Hasil Uji antagonis bakteri endofit Sp_2 terhadap *S.aureus* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



Keterangan: Hasil Uji antagonis bakteri endofit Sp_3 terhadap *S.aureus* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



Keterangan: Hasil Uji antagonis bakteri endofit Sp_4 terhadap *S.aureus* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.



Keterangan: Hasil Uji antagonis bakteri endofit *Sp*₅ terhadap *S.aureus* (a) ulangan 1; (b) Ulangan 2; (c) Ulangan 3.

