

Skrining Jamur dari *Sonneratia caseolaris* di Mangrove Mandeh: Sumber Potensial Kandidat Antioksidan

Fungal Screening of Sonneratia caseolaris in Mandeh Mangrove: A Potential Source of Antioxidant Candidates

Mohsin Rafique¹, Anthoni Agustien¹, Mildawati¹, Rita Maliza¹, Mifthahul Jannah²

¹Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, West Sumatra 25163, Indonesia

²Program Studi Teknologi Bank Darah, Institut Kesehatan Kartini Batam, Kepulauan Riau 29432, Indonesia

*corresponding author, Email: anthoniagustien@sci.unand.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 04/10/2025

Disetujui : 25/12/2025

Abstract

Endophytic fungi associated with mangrove plants, particularly *Sonneratia* species, are known to produce secondary metabolites with potential antioxidant properties. The Mandeh coastal region is rich in *Sonneratia* vegetation, making it a promising site for microbial exploration. This study aimed to explore fungi associated with mangrove plants, evaluate the antioxidant activity of fungal isolates, and identify potential fungal species capable of producing antioxidants. An experimental approach was employed, where fungal isolation was conducted using the direct planting method. Antioxidant screening of the isolates was performed using the DPPH assay, and fungal identification was based on morphological and microscopic characteristics. A total of 20 endophytic fungal isolates were obtained. Antioxidant screening revealed five isolates with moderate to weak antioxidant activity. Among them, three isolates—coded T4L1C4, T3L2C3, and T3L2C2—exhibited notable antioxidant potential. Based on microscopic characteristics, these three isolates were identified as belonging to the genus *Fusarium* sp.

Key Words: Screening, Fungi; Endophytic, Antioxidant, Mandeh

Abstrak

Jamur endofitik yang berasosiasi dengan mangrove *Sonneratia* sp. diketahui menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan. Kawasan pesisir Mandeh merupakan habitat alami yang kaya akan *Sonneratia* sp., sehingga menjadi lokasi strategis untuk eksplorasi jamur endofitik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi jamur endofitik yang berasosiasi dengan mangrove *Sonneratia* sp., melakukan skrining aktivitas antioksidan secara in vitro, serta mengidentifikasi isolat potensial berdasarkan karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tahapan sebagai berikut: isolasi jamur dilakukan melalui teknik direct planting, skrining aktivitas antioksidan dilakukan secara in vitro menggunakan metode DPPH, dan identifikasi isolat dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 20 isolat jamur endofitik berhasil diperoleh. Berdasarkan hasil skrining aktivitas antioksidan, ditemukan empat isolat yang menunjukkan aktivitas antioksidan dengan kategori kuat, sedang, dan lemah. Isolat dengan kode T4L1C4 dan T3L2C3 menunjukkan aktivitas antioksidan kuat, sedangkan T3L2C2 menunjukkan aktivitas sedang. Berdasarkan karakteristik mikroskopis, ketiga isolat tersebut teridentifikasi sebagai anggota genus *Fusarium* sp.

Kata kunci: Antioksidan; Endofitik; Jamur; Mandeh; Skrining

PENDAHULUAN

Antioksidan yang beredar di pasaran berasal dari senyawa kimia sintetik yang memberikan efek karsinogenik terhadap tubuh manusia, sehingga penggunaan senyawa antioksidan beralih ke antioksidan alami yang berasal dari tumbuhan [3]. Antioksidan alami yang banyak digunakan saat ini umumnya berasal dari metabolit sekunder tumbuhan, seperti flavonoid, fenolik, tanin, dan terpenoid. Metabolit sekunder adalah senyawa yang diproduksi oleh tumbuhan bukan untuk kebutuhan metabolisme primer (seperti energi atau pertumbuhan), melainkan untuk perlindungan diri dari stres lingkungan, patogen, maupun radiasi. Banyak di antara metabolit sekunder ini memiliki kemampuan sebagai antioksidan, yaitu menangkap radikal bebas dan

mencegah kerusakan oksidatif pada sel. Salah satu tumbuhan penghasil antioksidan adalah tumbuhan pesisir mangrove *Sonneratia* spp.. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa kemajuan lebih lanjut dengan memanfaatkan sumber bahan alam yang berasal dari tumbuhan mangrove sebagai sumber bahan baku obat (Hstuti et al., 2023). Kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan *Sonneratia* spp. mengandung alkaloid, tanin, steroid dan triterpenoid, saponin, fenol dan flavonoid (Hastuti et al., 2023; Audah et al., 2022; Latief dan Muhaimin, 2019). Tumbuhan mangrove kaya akan produk alami dan senyawa kimia baru (New Compound Bioactive), dari metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan mangrove *Sonneratia*

banyak dilirik bagi peneliti untuk menghasilkan senyawa baru bersifat obat (Natural Drug discovery) salah satunya antioksidan (Singh et al., 2023; Parthibat et al., 2022; Bibi et al., 2019; Glasenapp et al., 2019). Sampai saat ini terdapat 116 senyawa *Sonneratia* telah dilaporkan diantaranya 26 kelompok terpenoid, 9 flavonoid, 17 senyawa fenol, 9 lignan, 27 lipid asam, 16 steroid, dan 12 senyawa lainnya dan ini merupakan masih 1% senyawa berhasil diisolasi (Liu et al., 2023).

Sumatera Barat dikenal sebagai salah satu wilayah pesisir, di mana salah satunya kawasan Mandeh yang memiliki ekosistem mangrove dan terdapat tumbuhan *Sonneratia* spp. *Sonneratia* telah dimanfaatkan oleh masyarakat lokal untuk pengobatan tradisional seperti obat luka kulit dan kudis, obat diare (Audah et al., 2022), obat sariawan (Glasenapp et al., 2019) dan meningkatkan imunitas tubuh (Bibi et al., 2019). Eksploitasi sumber antioksidan yang berasal dari tumbuhan *Sonneratia* spp. memberikan dampak terhadap a) kelangsungan hidup tumbuhan, karena sampel dibutuhkan dalam jumlah yang besar sehingga berdampak pada konservasi *Sonneratia* serta b) biaya produksi antioksidan tinggi dan c) ekstrak yang dihasilkan sedikit. Untuk itu perlu adanya inovasi dengan memanfaatkan mikroba endofitik yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan (Bendrianis et al., 2023; Dechaves et al., 2022; Agustien et al., 2019), karena jamur endofitik dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder yang serupa dengan tumbuhan inang, hal ini disebabkan koevolusi dan transfer genetik dari tumbuhan inang ke dalam sel jamur (Agustien et al., 2024). Antioksidan dapat dihasilkan dari jamur endofitik yang bersimbiosis pada tumbuhan yang juga memiliki aktivitas antioksidan (Agustien et al., 2024; Handayani et al., 2019). Saat ini sedang berkembang usaha memanfaatkan mikroba endofitik seperti jamur sebagai penghasil senyawa bioaktif antibiotik, antibakteri, antimikroba, antikanker dan antioksidan (Agustien et al., 2024; Handayani et al., 2020; Ramadhan dan Agustien, 2019; Handayani et al., 2019). Jamur endofitik merupakan mikroba yang hidup berkoloni di dalam jaringan tumbuhan (akar, batang, daun, buah, bunga dan biji) dengan memanfaatkan nutrisi hasil metabolisme tanaman inang. Penentuan jenis spesies jamur endofitik dari *Sonneratia* masih konvensional, saat ini ditemukan tujuh isolate jamur endofitik dari *Sonneratia* yaitu *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Candida* sp., *Penicillium* sp. dan *Diaporthe amyaly*, ketujuh isolat ini teridentifikasi secara konvensional dengan pengamatan mikroskopis (Nufus et al., 2023).

MATERI DAN METODE

Pengambilan Sampel Daun Sonneratia spp

Daun mangrove *Sonneratia* spp. diambil secara *purposive sampling* dengan kriteria daun *Sonneratia* spp. sehat, warna daun hijau. Individu yang diambil

sebanyak 10 individu, tiap individu diambil tiga helai daun. Sampel daun diambil beserta tangkai daun kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel steril dan diberi kode label sampel. Sampel yang telah diberi label, dimasukkan kedalam *cool box* untuk diuji selanjutnya di laboratorium (Agustien et al., 2018). Faktor lingkungan seperti salinitas air, suhu air, pH air, suhu udara, kelembaban udara, komponen serasah, komponen substrat diamati dan dicatat setiap masing-masing individu tumbuhan *Sonneratia* spp.

Determinasi Sampel Tumbuhan Sonneratia spp.

Sampel mangrove *Sonneratia* spp. yang diambil dari lapangan diambil bagian organ utuh seperti daun, ranting, bunga, dan buah yang selanjutnya dimasukkan kedalam kertas koran dan alkohol 70% dan dibawa di herbarium ANDA, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Tujuan dilakukan determinasi ini, untuk mengidentifikasi jenis spesies tumbuhan *Sonneratia* spp. yang berasal dari kawasan Mandeh, Sumatera Barat.

Isolasi Jamur Endofitik Daun Sonneratia spp.

Sampel daun tumbuhan *Sonneratia* spp. yang telah diambil dibersihkan dari kotoran/ debu. Daun dipotong- potong dengan cork borer dengan diameter 8 mm, selanjutnya dilakukan sterilisasi permukaan potongan daun dengan cara merendam potongan daun pada larutan sterilisasi bertingkat, yaitu larutan aquades steril selama 3 menit, kemudian dipindahkan pada larutan etanol 70% dibiarkan selama 3 menit, lalu dipindahkan pada larutan hipoklorit 5% selama 60 detik kemudian dibilas dengan aquades steril dan direndam selama 3 menit (Agustien et al., 2018; Nurhalimah et al., 2021). Potongan daun yang sudah disterilkan, selanjutnya ditanam diatas media PDA padat dalam cawan petri, kemudian diinkubasi pada suhu 28^o C.

Pemurnian Jamur Endofitik Daun Sonneratia spp.

Koloni-koloni jamur yang memiliki karakter morfologi berbeda, selanjutnya dimurnikan pada lempeng agar PDA. Pemurnian koloni jamur endofitik dilakukan dengan cara memotong koloni jamur endofitik dengan menggunakan *cork borer* kemudian diletakkan diatas lempeng agar PDA dalam cawan petri. Selanjutnya, diinkubasikan selama 1 – 3 x 24 jam pada 28^o C. Koloni-koloni yang benar-benar terpisah kemudian disubkultur pada media agar PDA miring dan diinkubasikan selama 1 – 3 x 24 jam pada 28^o C dan diberi label isolat (Chandra et al., 2021).

Kultivasi Isolat Jamur Endofitik Sonneratia spp.

Isolat jamur endofitik diinokulasikan didalam Erlenmeyer 100 mL yang berisi medium PDB cair sebanyak 100 mL, kemudian diinkubasi selama 14 hari pada suhu 28^o C.

Skrining Isolat Jamur Endofitik *Sonneratia* spp. Sebagai Kandidat Antioksidan

Selanjutnya media disentrifus lalu supernatan ditambahkan larutan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) sebanyak 2 mL diukur dengan spektrofotometer UV dengan panjang gelombang 517 nm. Sebagai standar pengujian digunakan Vitamin C (Bendrianis et al., 2023; Agustien et al., 2024).

Perhitungan :

$$RSC (\%) = [(A_{DPPH} - A_{\text{Sampel supernatan isolat jamur}}) / A_{DPPH} \times 100]$$

Karakterisasi Isolat Jamur Endofitik *Sonneratia* Potensial Secara Makroskopis dan Mikroskopis

Isolat jamur endofitik yang memiliki aktivitas potensial dilakukan karakterisasi berdasarkan pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis yang diamati berupa bentuk koloni, warna koloni, pinggir koloni, warna miselium bentuk susunan miselium. Dan pengamatan mikroskopis dilakukan dengan pembuatan slide culture kemudian diamati bentuk konidia, miselium, sekat pada konida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

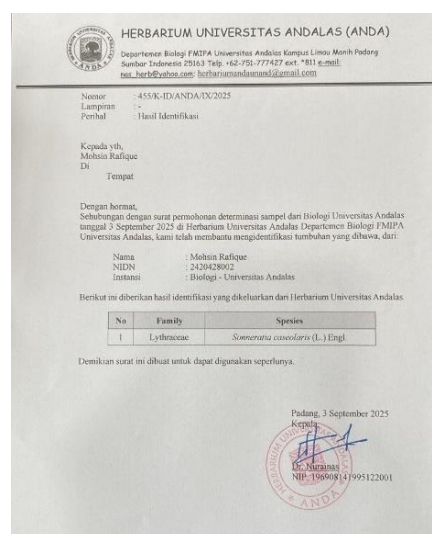
Determinasi Jenis *Sonneratia*

Seluruh sampel lapangan telah diidentifikasi sebagai *Sonneratia caseolaris* oleh Herbarium ANDA, Universitas Andalas (UNAND), yang menegaskan bahwa spesies ini merupakan mangrove dominan di kawasan Mandeh. Termasuk jenis *Sonneratia caseolaris*, dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan gambar 1. dapat dilihat hasil identifikasi sampel tumbuhan mangrove *Sonneratia* yang teridentifikasi sebagai *Sonneratia caseolaris*. Kawasan Mandeh ini banyak dijumpai tumbuhan ini dan merupakan habitat yang baik bagi tumbuhan mangrove. Tumbuhan ini dapat tumbuh pada habitat

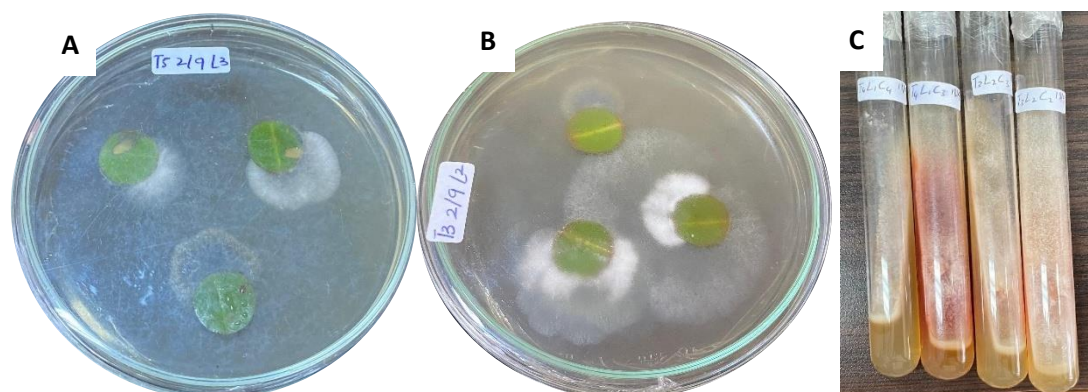
yang menghadap ke laut (*front habitat*) sampai pinggir laut (*low habitat*) (Syafitri et al., 2024; Ahmed, 2010). *S.caseolaris* termasuk dalam famili Lythraceae, *S. caseolaris* adalah mangrove asli yang tumbuh subur di zona pasang surut berlumpur dan daerah tepi lumpur, serta dilaporkan mampu beradaptasi dengan lingkungan air tawar. Spesies ini dapat tumbuh hingga setinggi 20meter dengan diameter batang sekitar 50 cm. Pneumatofor berbentuk kerucut yang dimilikinya merupakan adaptasi khusus untuk respirasi di tanah salin yang anaerob (Audah dan Anisa, 2024). Selain perannya dalam menjaga stabilitas garis pantai dan mendukung keanekaragaman hayati laut, *S. caseolaris* juga memiliki nilai penting dalam bidang pengobatan dan nutrisi. Secara tradisional, daun, buah, dan kulitnya digunakan dalam pengobatan rakyat untuk mengatasi diare, batuk, wasir, dan luka kulit. Studi terbaru semakin memperkuat potensi farmakologisnya, dengan melaporkan aktivitas antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, dan antihiperqlikemik yang kuat, berkat kandungan metabolit sekunder seperti polifenol, flavonoid, tanin, dan terpenoid (Audah dan Anisa, 2024).

Isolasi dan Pemurnian Jamur Endofitik Dari Daun *Sonneratia*

Berdasarkan hasil isolasi fungi endifitik dari daun *Sonneratia*, ditemukan 20 koloni jamur yang tumbuh, terlampir pada Gambar 2. Gambar ini merupakan perwakilan dari salah satu cawan petri hasil isolasi (Dokumen Pribadi). Sebanyak 20 koloni jamur berhasil diisolasi dari daun *S. caseolaris*, yang mengonfirmasi keberadaan komunitas endofit kultivabel yang beragam. Munculnya koloni dari jaringan yang telah disterilkan permukaannya menunjukkan kolonisasi endofit sejati, bukan kontaminasi permukaan. Studi serupa telah melaporkan temuan yang sebanding, seperti 56 isolat dari *S. apetala* (Nurunnabi et al., 2020) dan 78 isolat



Gambar1. Hasil Konfirmasi Identifikasi Tumbuhan *Sonneratia* spp. dari Kawasan Mandeh



Gambar 2. Hasil Isolasi Jamur Endofitik Dari *Sonneratia caseolaris* di Mandeh, Sumatera Barat. A–B: Pertumbuhan Jamur Endofitik Pada Cawan Petri; C: Stok Kultur Isolat Jamur Endofitik.

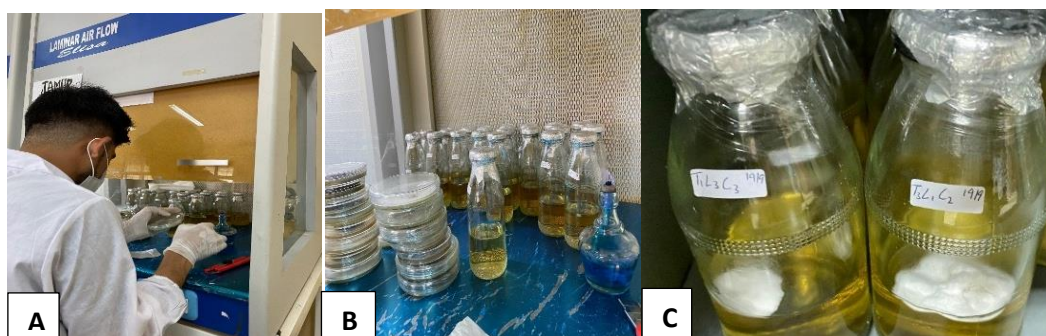
dari daun *Rhizophora mucronata* (Hamzah et al., 2018), yang menunjukkan bahwa daun merupakan substrat yang baik untuk ditemukannya jamur endofitik. Mengingat endofit mangrove dikenal sebagai penghasil metabolit bioaktif dengan potensi antioksidan dan antimikroba (Cadamuro et al., 2021a), keberhasilan isolasi kultur murni dari *S. caseolaris* memberikan dasar yang kuat untuk tahap skrining dan bioprospeksi selanjutnya.

Kultivasi Isolat Jamur Endofitik

Kultivasi jamur dilakukan untuk menumbuhkan isolat sehingga dapat menghasilkan metabolit sekunder dengan aktivitas antioksidan. Tahapan kultivasi dilakukan dengan menginokulasikan satu isolat yang dipotong menggunakan cork borer berdiameter 6 mm, kemudian dipindahkan ke dalam media PDB steril dan diinkubasi selama 14 hari.

Budidaya jamur endofit dari *S. caseolaris* dalam medium PDB merupakan langkah penting menuju produksi metabolit sekunder. Fermentasi terendam dalam media cair yang kaya nutrisi seperti PDB merupakan metode yang umum digunakan untuk merangsang pertumbuhan jamur dan biosintesis metabolit (Deshmukh et al., 2014). Keberhasilan

pertumbuhan isolat dalam penelitian ini (Gambar 3) menunjukkan bahwa kondisi yang digunakan sesuai untuk pengembangan biomassa dan produksi metabolit. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa kultivasi dalam PDB dapat meningkatkan hasil senyawa bioaktif dari jamur endofit, termasuk antioksidan, antimikroba, dan agen antikanker (Deshmukh et al., 2014). Secara khusus, endofit yang berasal dari mangrove telah menunjukkan potensi tinggi dalam menghasilkan metabolit sekunder yang beragam secara struktural ketika dibudidayakan dalam kondisi terkontrol (Rajamanikyam et al., 2017). Dengan demikian, budidaya isolat dari *S. caseolaris* menjadi dasar penting untuk tahap ekstraksi metabolit dan evaluasi aktivitas bioaktif selanjutnya. antioksidan, antimikroba, dan agen antikanker (Deshmukh et al., 2014). Secara khusus, endofit yang berasal dari mangrove telah menunjukkan potensi tinggi dalam menghasilkan metabolit sekunder yang beragam secara struktural ketika dibudidayakan dalam kondisi terkontrol (Rajamanikyam et al., 2017). Dengan demikian, budidaya isolat dari *S. caseolaris* menjadi dasar penting untuk tahap ekstraksi metabolit dan evaluasi aktivitas bioaktif selanjutnya.



Gambar 3. Kultivasi Isolat Jamur Endofitik pada Medium PDB

Skrining Kandidat Antioksidan Pada Jamur Endofitik *Sonneratia caseolaris*

Stok kultur jamur endofitik sebanyak 20 isolat ini selanjutnya dilakukan uji skrining sebagai kandidat antioksidan dengan metode DPPH. Pengujian skrining antioksidan dilakukan dengan menguji supernatan masing-masing isolat jamur kemudian ditambahkan reagen DPPH 0,6 mM dengan melihat perubahan warna dari ungu menjadi kuning atau kuning kehijauan. Hasil pengujian skrining ini selanjutnya diukur aktivitas antioksidan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Data antioksidan ditampilkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, sebanyak 20 isolat jamur yang diuji dengan penambahan reagen DPPH menunjukkan hasil positif, yang mengindikasikan adanya potensi aktivitas antioksidan ditandai oleh perubahan warna pada media reagen. Pengukuran aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa dari 20 isolat tersebut, menunjukkan terdapat empat kategori

aktivitas antioksidan yaitu memiliki aktivitas antioksidan lemah, sedang, kuat dan sangat kuat. Berdasarkan 20 isolat jamur ini, ditemukan sebanyak satu isolat memiliki aktivitas lemah ditunjukkan pada kode isolat T1L3C3, dua isolat memiliki aktivitas sedang ditunjukkan pada kode isolat T4L1C3 dan T3L2C2 dan dua isolat yang menunjukkan aktivitas kuat ditunjukkan pada kode isolat T3L2C3 dan T4L1C4. Skrining aktivitas antioksidan terhadap 20 isolat jamur endofitik memperlihatkan bahwa seluruh sampel memberikan hasil positif pada uji DPPH, dengan nilai absorbansi pada panjang gelombang 517 nm berkisar antara 0,114 hingga 0,453. Nilai absorbansi yang lebih tinggi mencerminkan kemampuan lebih besar dalam mereduksi radikal bebas DPPH, sehingga mengindikasikan potensi antioksidan dari masing-masing isolat. Sebagai pembanding, vitamin C sebagai kontrol positif menunjukkan absorbansi sebesar 0,085, sedangkan larutan DPPH tanpa perlakuan menunjukkan absorbansi 0,079.

Tabel 1. Skrining Kandidat Antioksidan Pada Isolat Endofitik *S. caseolaris*

No	Kode Sampel	Hasil Skrining		Absorbansi 517 nm	Aktivitas Antioksidan	Kategori Antioksidan
		Positif	Negatif			
1.	T1L3C2	+	-	0,392	396,20%	Tidak Efektif
2.	T2L1C3	+	-	0,381	382,28%	Tidak Efektif
3.	T6L3C1	+	-	0,346	337,97%	Tidak Efektif
4.	T2L3C1	+	-	0,296	274,68%	Tidak Efektif
5.	T3L1C2	+	-	0,317	301,27%	Tidak Efektif
6.	T5L3C2	+	-	0,367	364,56%	Tidak Efektif
7.	T1L1C2	+	-	0,435	450,63%	Tidak Efektif
8.	T3L1C1	+	-	0,359	354,43%	Tidak Efektif
9.	T5L2C1	+	-	0,453	473,42%	Tidak Efektif
10.	T5L3C3	+	-	0,363	359,49%	Tidak Efektif
11.	T5L1C1	+	-	0,442	459,49%	Tidak Efektif
12.	T4L1C4	+	-	0,114	44,30%	Kuat
13.	T1L1C3	+	-	0,45	469,62%	Tidak Efektif
14.	T3L2C3	+	-	0,143	81,01%	Kuat
15.	T4L1C3	+	-	0,203	156,96%	Sedang
16.	T3L2C2	+	-	0,159	101,27%	Sedang
17.	T5L3C1	+	-	0,395	400,00%	Tidak Efektif
18.	T1L3C1	+	-	0,413	422,78%	Tidak Efektif
19.	T1L3C3	+	-	0,266	236,71%	Lemah
20.	T3L2C4	+	-	0,386	388,61%	Tidak Efektif
21.	Vitamin C	++++	-	0,085	7,59%	Sangat Kuat
22.	DPPH	-	+	0,079		

Keterangan:

+ : Lemah

++++: Sangat kuat

Skrining aktivitas antioksidan terhadap 20 isolat jamur endofitik dari *Sonneratia caseolaris* menunjukkan bahwa dua isolat, yaitu T4L1C4 dan T3L2C3, memiliki kategori kuat dengan nilai absorbansi masing-masing 0,114 (44,30%) dan 0,143 (81,01%). Nilai ini relatif rendah dibandingkan isolat lain, sehingga mencerminkan kemampuan tinggi dalam mereduksi radikal bebas DPPH. Sebagai pembanding, vitamin C sebagai kontrol positif menunjukkan absorbansi 0,085 (7,59%), yang dikategorikan sangat kuat. Aktivitas antioksidan yang kuat pada isolat tertentu menunjukkan adanya metabolit sekunder bioaktif yang efektif menangkap radikal bebas. Senyawa seperti flavonoid, fenolik, terpenoid, dan alkaloid diketahui berperan penting dalam mekanisme antioksidan jamur endofitik. Kondisi lingkungan mangrove yang ekstrem mendorong jamur endofitik untuk menghasilkan senyawa bioaktif sebagai bentuk adaptasi, sehingga meningkatkan peluang ditemukannya isolat dengan aktivitas tinggi.

Skrining aktivitas antioksidan terhadap 20 isolat jamur endofit dari daun *Sonneratia caseolaris* menunjukkan bahwa hampir seluruh isolat memiliki aktivitas penangkap radikal DPPH yang positif, dengan nilai absorbansi berkisar antara 0,114 hingga 0,453. Beberapa isolat seperti T5L2C1, T1L1C3, dan T5L1C1 menunjukkan aktivitas yang relatif kuat dibandingkan kontrol vitamin C, yang mengindikasikan bahwa *S. caseolaris* mengandung endofit dengan potensi antioksidan yang signifikan. Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa endofit mangrove mampu menghasilkan metabolit antioksidan sebagai respons terhadap kondisi stres di lingkungan salin dan anaerob (Cadamuro et al., 2021). Hasil yang sebanding juga ditemukan pada jamur endofit *Rhizophora apiculata*, di mana beberapa isolat menunjukkan aktivitas penangkap radikal DPPH yang signifikan, mendukung peran endofit mangrove sebagai sumber antioksidan alami (Agustien et al., 2024).

Secara lebih spesifik, studi mengenai *S. caseolaris* telah melaporkan bahwa baik ekstrak tanaman maupun jamur endofitnya merupakan sumber antioksidan yang kuat, dengan metabolit bioaktif seperti fenolik, flavonoid, terpenoid, dan alkaloid yang berkontribusi terhadap kapasitas penangkap radikal (Pratiwi et al., 2024). Aktivitas antioksidan yang kuat yang diamati pada beberapa isolat dari wilayah Mandeh semakin memperkuat potensi endofit *S. caseolaris* sebagai kandidat untuk pengembangan agen antioksidan alami. Hasil ini tidak hanya menyoroti peran ekologis mereka dalam melindungi tanaman inang dari stres oksidatif, tetapi juga potensi farmakologisnya dalam aplikasi pangan fungsional dan obat-obatan. Penelitian lanjutan


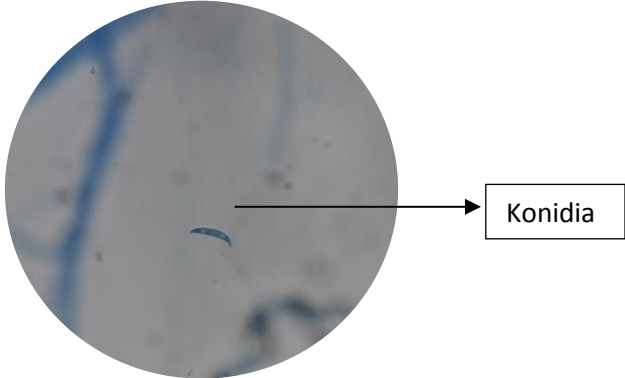

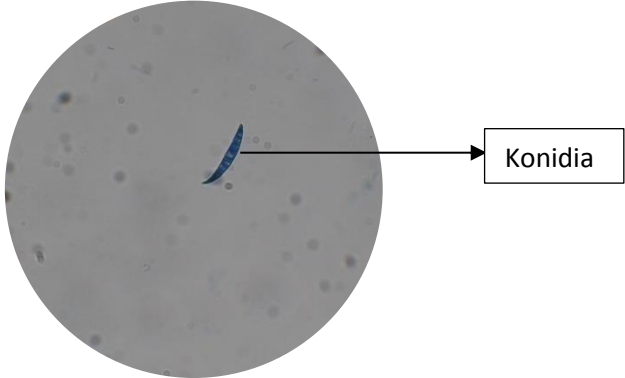
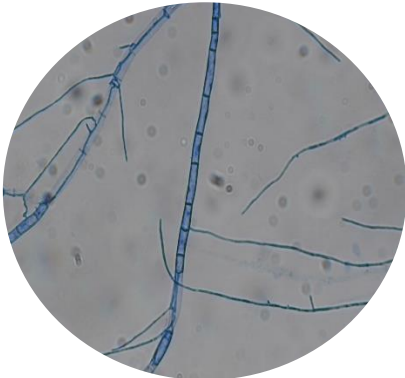
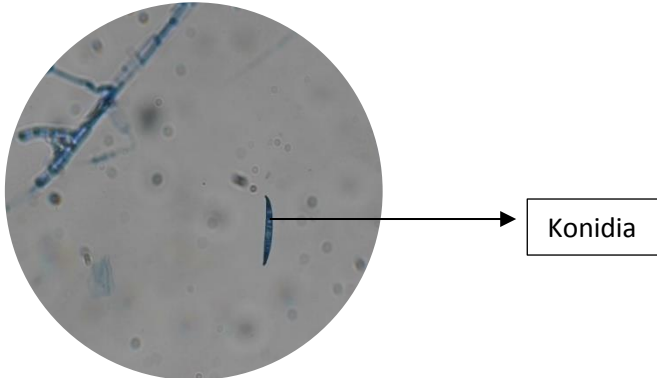
sebaiknya difokuskan pada identifikasi tingkat spesies dari isolat paling aktif serta karakterisasi metabolit yang bertanggung jawab atas aktivitas tersebut.

Karakterisasi Isolat Jamur Endofitik *Sonneratia caseolaris* Kandidat Antioksidan

Pengamatan mikroskopis bertujuan untuk melihat karakteristik secara mikroskopis dari masing-masing jamur, selanjutnya isolat-isolat ini dibedakan berdasarkan karakteristik mikroskopis untuk mengetahui jenis dari masing-masing isolat. Pengamatan mikroskopis juga bertujuan sebagai identifikasi awal untuk menentukan suatu jenis dari jamur. Pengamatan mikroskopis diamati berdasarkan bentuk konidia, adanya sekat dari masing-masing konida, adanya kantong spora (sporangiofere), bentuk miselium. Adapun pengamatan mikroskopis, dapat diamati pada Tabel 2. Menunjukkan hasil pengamatan dari tiap-tiap isolat jamur, pengamatan ini diawali dengan pembuatan preparat di atas kaca objek lalu diberi pewarnaan lactophenol cotton blue.

Dari tabel 2, isolat jamur menunjukkan seperti ciri-ciri *Fusarium* sp., hal ini ditandai dari bentuk konidia seperti bentuk khas: sabit (sickle-shaped) atau melengkung, ukuran besar, berdinding tipis hingga tebal. memiliki 3–5 septa, ujung tumpul di satu sisi dan runcing di sisi lain. Pada hifa memiliki karakteristik septat (bersekat) dan berwarna hialin (transparan), diameter bervariasi, biasanya halus dan bercabang dan dinding sel tipis, kadang terlihat vakuola. Jenis jamur *Fusarium* sp. Diketahui merupakan jamur yang terdapat dan berasosiasi dengan tumbuhan. Pengamatan mikroskopis terhadap jamur endofit dari daun *S. caseolaris* menunjukkan ciri-ciri khas genus *Fusarium* isolat yang diamati memperlihatkan makrokonidia berbentuk sabit dengan 3–5 sekat, tumpul di salah satu ujung dan meruncing di ujung lainnya, serta hifa yang bersekat, hialin, dan bercabang. Karakteristik ini sesuai dengan deskripsi *Fusarium* dalam studi endofit mangrove (Harish et al., 2023). Anggota genus *Fusarium* umumnya ditemukan sebagai endofit tanaman dan dikenal sebagai penghasil metabolit sekunder yang beragam secara struktural, termasuk senyawa dengan aktivitas antioksidan, antimikroba, dan sitotoksik (Li et al., 2020). Keberadaan isolat mirip *Fusarium* pada *S. caseolaris* sejalan dengan survei endofit mangrove lainnya dan mendukung dilakukannya karakterisasi kimia dan molekuler lebih lanjut terhadap isolat paling aktif untuk penemuan produk alam (Song et al., 2023). Pengamatan mikroskopis terhadap isolat jamur menunjukkan ciri khas yang konsisten dengan genus *Fusarium*. Makrokonidia berbentuk sabit (sickle-shaped), hialin, berdinding tipis hingga tebal, dengan

Tabel 2. Pengamatan Mikroskopis Isolat Fungi Endofit

Kode Isolat	Foto Miselium	Foto Konidia/Spora
T1-SS1		
T1-SS2		
T2-SS1		

3–5 septa, serta memiliki ujung tumpul di satu sisi dan runcing di sisi lainnya. Selain itu, *Fusarium* juga menghasilkan mikrokonidia berukuran kecil, biasanya satu sel, berbentuk oval atau ellips, yang terbentuk dari fialid tunggal atau berkelompok. Hifa *Fusarium* bersifat septat (bersekat), transparan (hialin), dengan diameter bervariasi, bercabang, dan berdinding tipis. Kadang terlihat adanya vakuola di dalam hifa. Selain makro- dan mikrokonidia, *Fusarium* juga dapat membentuk klamidospora, yaitu

struktur berdinding tebal yang berfungsi sebagai bentuk bertahan hidup, biasanya terbentuk tunggal atau berantai pada hifa maupun konidia. Secara keseluruhan, kombinasi morfologi ini—makrokonidia berbentuk sabit dengan septa, mikrokonidia oval, hifa septat hialin, dan klamidospora—merupakan penanda diagnostik utama dalam identifikasi *Fusarium* sp. dan membedakannya dari genus jamur lain (Lestari et al., 2021; Oliveira et al., 2021; Haris dan Kumar., 2023).

SIMPULAN

Penelitian ini ditemukan 20 koloni jamur endofitik, selanjutnya hasil skrining 20 isolat ditemukan tiga isolat yaitu T3L2C3, T4L1C3, T3L2C2 yang memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori satu isolat kuat dan dua isolat kategori sedang. Tiga isolat, berdasarkan karakterisasi morfologi makroskopis dan mikroskopis ketiga isolat ini menunjukkan jenis *Fusarium* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi bidang Sains dan Teknologi atas dukungan pendanaan melalui Skim Riset Tesis Magister dengan Nomor Kontrak Induk 060/C3/DT.05.00/PL/2025, nomor kontrak turunan 171/UN16.19/PT.01.03/PL/2025

DAFTAR REFERENSI

- Agustien A, Zalamah PSZ, Bendrianis D, Jannah M, Santoso P, Rilda Y, Fadjri MH, Munir E. 2024. Cultivation The Growth of Endophytic Fungus of The Mangrove Plant *Rhizopora apiculata* Which Produces Antioksidan. *J Onln of Biolol Sci.* 24(4), pp. 794-80
- Agustien A, Djamaan A, Rilda Y, Nasir N. 2018. Isolation and Characterization of Antibacterial Endophytic Bacteria from Mangrove Plants at Kapo-Kapo and Setan Islands, West Sumatra Indonesia. *Der Pharm Chem*, 10(5), pp. 26-30.
- Agustien, A., Santoso, P., Zalamah, S. Z., Bendrianis, D., Jannah, M., Rilda, Y., Fadjri, M. H., & Munir, E. 2024. Cultivation of Antioxidant-Producing Endophytic Fungus in *Rhizophora apiculata* Mangrove Plants. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 24(4), pp. 794–801.
- Ahmed, R. et al. 2010. *Serum glucose and lipid profiles in rats following administration of Sonneratia caseolaris leaf powder*. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 4(2), pp. 171–173.
- Audah KA, Ettin J, Darmad J, Azizah NN, Anisa AS, Hermawan TDF, Tjampakasari CR, Heryanto R, Ismail IS. 2022. Indonesian Mangrove *Sonneratia caseolaris* Leaves Ethanol Extract Is a Potential Super Antioxidant and Anti Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Drug. *J Molecules.* ; 27, pp. 1-18
- Audah, K.A., & A.S. Anisa. 2024. The Potential of *Sonneratia caseolaris* Mangrove Plant as Functional Food and Medicine. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 6(1), pp. 1-14
- Asomadu RO, Ezeorba TP, Ezike TC, Uzoechina JO. 2024. Exploring the antioxidant potential of endophytic fungi: a review on methods for extraction and quantification of total antioxidant capacity. *3 Biotech.*; 14, p. 127.
- Bendrianis D, Agustien A, Arafah Z, Djamaan A, Alamsjah F. 2023. Optimization Of Temperature And Ph For The Protease Production By Endophytic Fungi From Mangrove *Sonneratia alba*. *Intr J of Progrsf Sci and Tech.* 42(1).
- Bibi NS, Fawzi MM, Gokhan Z, Rajesh J, Nadeem N, Kannan RRR, Pandian SK. 2019. Ethnopharmacology, phytochemistry, and global distribution of mangroves-A comprehensive review. *Mar Drugs.* 17 (4), p. 231.
- Cadamuro, R. D., da Silveira Bastos, I. M. A., Silva, I. T., da Cruz, A. C. C., Robl, D., Sandjo, L. P., Alves, S., Lorenzo, J. M., Rodríguez-Lázaro, D., Treichel, H., Steindel, M., & Fongaro, G. 2021a. Bioactive Compounds from Mangrove Endophytic Fungus and Their Uses for Microorganism Control. *Journal of Fungi*, 7(6), 455.
- Cadamuro, R. D., da Silveira Bastos, I. M. A., Silva, I. T., da Cruz, A. C. C., Robl, D., Sandjo, L. P., Alves, S., Lorenzo, J. M., Rodríguez-Lázaro, D., Treichel, H., Steindel, M., & Fongaro, G. (2021b). Bioactive Compounds from Mangrove Endophytic Fungus and Their Uses for Microorganism Control. *Journal of Fungi*, 7(6), 455. <https://doi.org/10.3390/jof7060455>
- Cerri, F. and Galli, P. 2025. Phytochemistry and pharmacological potential of the mangrove plant *Sonneratia caseolaris*: a comprehensive review. *Marine Drugs*, 23(10), Article 378.
- Chandra, H., Kumari, P., Prasad, R., Gupta, S.C. and Yadav, S. 2021. Antioxidant and antimicrobial activity displayed by a fungal endophyte *Alternaria alternata* isolated from *Picrorhiza kurroa* from Garhwal Himalayas, India. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 33, Article 101955.
- Dechaves, R., Calub, M.A.L., Genobata, D.R., Balacuit, R., Jose, R. and Tabugo, S.R. 2022. Identification of culture-dependent microbes from mangroves reveals dominance of *Bacillus* including medically important species based on DNA signature. *Biodiversitas*, 23(10), pp. 5342–5350.
- Deshmukh, S.K., Verekar, S.A. and Bhawe, S.V. 2014. Endophytic fungi: a reservoir of antibacterials. *Frontiers in Microbiology*, 5, Article DEC.

- Glasenapp, Y., Korth, I., Nguyen, X.-V. and Papenbrock, J. 2019. Sustainable use of mangroves as sources of valuable medicinal compounds: species identification, propagation and secondary metabolite composition. *South African Journal of Botany*, 121, pp. 317–328.
- Hamzah, T.N.T., Lee, S.Y., Hidayat, A., Terhem, R., Faridah-Hanum, I. and Mohamed, R. 2018. Diversity and characterization of endophytic fungi isolated from the tropical mangrove species *Rhizophora mucronata* and identification of potential antagonists against the soil-borne fungus *Fusarium solani*. *Frontiers in Microbiology*, 9, Article 1707.
- Handayani, D., Sandrawati, N., Ruslan, R., Nestianda, O., Fajrina, A. and Taller, E.T. 2019. Cytotoxic and antimicrobial activities of ethyl acetate extract of mangrove plant *Scyphiphora hydrophyllacea* C.F. Gaertn-associated fungi. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 9(6), pp. 075–079.
- Handayani, D., Wahyuningsih, T., Rustini, Artasasta, M.A., Putra, A.E. and Proksch, P. 2020. Bioactive compound from the mangrove plant endophytic fungus *Diaporthe amygdali* SGK4. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13(1), pp. 327–332.
- Harish, J., Jambhulkar, P.P., Bajpai, R., Arya, M., Babele, P.K., Chaturvedi, S.K., Kumar, A. and Lakshman, D.K. 2023. Morphological characterization, pathogenicity screening, and molecular identification of *Fusarium* spp. isolates causing post-flowering stalk rot in maize. *Frontiers in Microbiology*, 14, Article 112345.
- Harish, S., Kumar, A. and Singh, R. 2023. Morphological characterization and molecular identification of *Fusarium* spp. from agricultural crops. *Frontiers in Microbiology*, 14, Article 112345.
- Hastuti, E.D., Izzati, M. and Darmanti, S. 2023. Usability of planted mangroves in the coastal area of Semarang, Indonesia, as the source of secondary metabolite extracts. *Biodiversitas*, 24(4), pp. 2409–2415.
- Koraag, A.M.G., Farida, Y., Tarigan, E.B., Efendy, O., Agusta, A. and Simanjuntak, P. 2024. Antioxidant activity of bioproduced endophytic *Fusarium* sp. HSP-3 from *Hornstedtia scyphifera*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 11(3), pp. 79–86.
- Latief, M. and Muhaimin, M. 2019. The characterization of active compound of pedada mangrove plant *Sonneratia caseolaris*. *Journal of Chemical and Natural Resources*, 1(1), pp. 1–11.
- Lestari, A., Henri, H., Sari, E. and Wahyuni, T. 2021. Microscopic characterization of *Fusarium* sp. associated with yellow disease of pepper (*Piper nigrum* L.) in South Bangka Regency. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 9(1), pp. 1–9.
- Li, M., Yu, R., Bai, X., Wang, H. and Zhang, H. 2020. *Fusarium*: a treasure trove of bioactive secondary metabolites. *Natural Product Reports*, 37(12), pp. 1568–1588.
- Liu, B., Wang, X., Wang, Y., Chen, X., Jin, X. and Luo, X. 2023. Review of compounds and activities from mangrove *Sonneratia* genus and their endophytes. *Journal of Holistic Integrative Pharmacy*, 4, pp. 218–227.
- Nurhalimah, S., Rahmawati, S.I., Hermanianto, J., Nurjanah, S., Izzati, F.N., Septiana, E., Rachman, F., Bustanussalam, Hapsari, Y., Simanjuntak, P. and Putra, M.Y. 2021. The antioxidant of secondary metabolites from *Aegiceras corniculatum* mangrove derived endophytic fungi. *Jurnal Biopropal Industri*, 12, pp. 51–61.
- Nurunnabi, T.R., Sabrin, F., Sharif, D.I., Nahar, L., Sohrab, M.H., Sarker, S.D., Rahman, S.M.M. and Billah, M.M. 2020. Antimicrobial activity of endophytic fungi isolated from the mangrove plant *Sonneratia apetala* (Buch.-Ham) from the Sundarbans mangrove forest. *Advances in Traditional Medicine*, 20(3), pp. 419–425.
- Parthiban, A., Sivasankar, R., Sachithanandam, V., Ajmal Khan, S., Jayshree, A., Murugan, K. and Sridhar, R. 2022. An integrative review on bioactive compounds from Indian mangroves for future drug discovery. *South African Journal of Botany*, 149, pp. 899–915.
- Pratiwi, M., Utami, R., Pudja Kharisma, S., Rizki Fauzan, A., Amelia, D. and Salaman Ahmad Nasution, S. 2024. Antioxidant and antibacterial activity of endophytic fungi isolated from the stem bark of *Sonneratia caseolaris*. *Journal of Biology Scientist Research*, 1(2).
- Oliveira, R.J., Costa, S.S. and Pereira, L.F. 2021. Morphological and phylogenetic characterization of *Fusarium* species associated with plants. *Australian Journal of Crop Science*, 15(4), pp. 567–575.
- Rachman, F., Mubarik, N.R. and Simanjuntak, P. 2018. Aktivitas antioksidan ekstrak kapang endofit Cb.Gm.B3 asal ranting kayu manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal*

- Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 5(2), pp. 204–213.
- Rahim, A.C. and Abu Bakar, M.F. 2018. Pidada – *Sonneratia caseolaris*. In: Rodrigues, S., de Oliveira Silva, E. and de Brito, E.S. eds. *Exotic Fruits*. London: Elsevier, pp. 327–332.
- Rai, N., Keshri, P.K., Singh, S.K., Verma, A. and Gautam, V. 2022. Plant associated fungal endophytes as a source of natural bioactive compounds. *Mycology*, 12(3), pp. 139–159.
- Rajamanikyam, M., Vadlapudi, V., Amanchy, R. and Upadhyayula, S.M. 2017. Endophytic fungi as novel resources of natural therapeutics. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60, Article e17160342.
- Ramadhan, Z.A. and Agustien, A. 2019. Potential of endophytic bacteria from liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) which produces antibiotics against *Staphylococcus aureus*. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8(9), pp. 171–178.
- Ramya, A.K., Sethumadhavan, K. and Devika, R. 2025. Antioxidant activity of endophytic fungi isolated from green and brown algae. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 19(1), pp. 141–147.
- Sachithanandam, V., Lalitha, P., Parthiban, A., Mageswaran, T., Manmadhan, K. and Sridhar, R. 2019. A review on antidiabetic properties of Indian mangrove plants with references to island ecosystem. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article 4305148.
- Singh, N., Vayer, P., Tanwar, S., Poyet, J.-L., Tsaïoun, K. and Villoutreix, B.O. 2023. Drug discovery and development: introduction to the general public and patient groups. *Frontiers in Drug Discovery*.
- Song, Z., Sun, Y.J., Xu, S., Li, G., Yuan, C. and Zhou, K. 2023. Secondary metabolites from the endophytic fungi *Fusarium decemcellulare* F25 and their antifungal activities. *Frontiers in Microbiology*, 14, Article 1187654.
- Syafitri, A., Siregar, E.S. and Elimasni. 2024. Keragaman jenis tumbuhan mangrove marga *Sonneratia* di Pulau Sicanang, Sumatera Utara. *Berita Biologi*, 23(1), pp. 115–128.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B.T. and Jonathan, G.J. 2016. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun tanjung (*Mimusops elengi* L.). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*, pp. 1–7.
- Winarti, Rahardja, B.S. and Sudarno. 2019. Antioxidant activity of *Sonneratia caseolaris* leaves extract at different maturity stages. *Journal of Marine and Coastal Science*, 8(3), pp. 130–138.