

**KARAKTERISASI *DARK SEPTATE ENDOPHYTE* (DSE) DARI AKAR
BAKAU KURAP (*Rhizopora mucronata*) DAN BAKAU TOTOL (*Rhizopora
stylosa*) PADA MANGROVE LAMPULO**

SKRIPSI

Diajukan oleh:

**DEA ANISA
200703001**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2026 M / 1448 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

**KARAKTERISASI DARK SEPTATE ENDOPHYTE (DSE) DARI AKAR
BAKU KURAP (*Rhizopora mucronata*) DAN BAKAU TOTOL (*Rhizopra
stylosa*) PADA MANGROVE LAMPULO**

TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam Ilmu/Prodi Biologi

Oleh:

Dea Anisa
200703001

**Mahasiswa Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**

Disetujui Untuk Dimunaqasyah Oleh:

Pembimbing I



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Ace Sidiq
13 Mei 2025

Pembimbing II



Arif Sardi, M.Si
NIDN. 2019068601

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

LEMBAR PENGESAHAN

KARAKTERISASI *DARK SEPTATE ENDOPHYTE* (DSE) DARI AKAR BAKAU KURAP (*Rhizopora mucronata*) DAN BAKAU TOTOL (*Rhizopora stylosa*) PADA MANGROVE LAMPULO

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Program Studi Biologi

Pada Hari/Tanggal : Selasa 27 Januari 2026

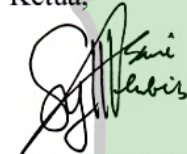
7 Sya'ban 1447 H

di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir /Skripsi:

Ketua,

Sekretaris,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIP. 198004252014032001



Arif Sardi, M.Si
NIP. 1986061920140310021

Penguji I,

Penguji II,



Diannita Harahap, M.Si
NIP. 198703222015032004



Kamaliah, M.Si
NIP. 198402152015032002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dea Anisa
Nim : 200703001
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Karakterisasi *Dark Septate Endophyte* (DSE)
Dari Akar Bakau Kurap (*Rhizopora mucronata*) dan
Bakau Totol (*Rhizopora stylosa*) Pada Mangrove
Lampulo

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa isi pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 12 November 2025

menyatakan

(Dea Anisa)



ABSTRAK

Nama : Dea Anisa
Nim : 200703001
Program Studi : Biologi
Judul : Karakterisasi *Dark Septate Endophyte* (DSE)
Dari Akar Bakau Kurap (*Rhizophora mucronata*) dan
Bakau Totol (*Rhizophora stylosa*) Pada Mangrove
Lampulo
Tanggal Sidang : 27 Januari 2026
Jumlah Halaman : 56
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Arif Sardi, M.Si
Kata Kunci : Jamur Endofit, *Dark Septate Endophyte* (DSE), *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*

Jamur *Dark Septate Endophyte* (DSE) merupakan jamur endofit akar yang memiliki ciri hifa gelap bersekat dan mampu hidup pada jaringan akar tanaman di lingkungan ekstrem, termasuk ekosistem mangrove. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih terbatasnya informasi mengenai karakteristik DSE pada akar bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) dan bakau totol (*Rhizophora stylosa*) di kawasan Mangrove Lampulo. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik DSE dari akar bakau kurap dan bakau totol pada Mangrove Lampulo. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif melalui tahapan pengambilan sampel akar, isolasi jamur pada media *Corn Meal Agar* (CMA), pemurnian isolat pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA), serta karakterisasi secara makroskopis dan mikroskopis. Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta gambar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh tiga isolat jamur DSE dari akar bakau kurap (*Rhizophora mucronata*), yaitu isolat BA2, BA4, dan BA7. Karakteristik makroskopis isolat menunjukkan variasi tekstur koloni, mulai dari kasar hingga menyerupai kapas, dengan warna koloni abu-abu hingga hitam. Secara mikroskopis, isolat memiliki hifa gelap bersekat, bentuk konidia yang berbeda-beda, serta pembentukan mikrosklerotia. Isolat yang diduga sebagai DSE adalah *Cladosporium sphaerospermum* (BA2), *Acrocalymma vagum* (BA4), dan *Darksidea alpha* (BA7). Penelitian ini menunjukkan bahwa akar bakau kurap di Mangrove Lampulo memiliki isolat DSE dengan karakter morfologi yang berbeda dan memiliki ciri khas DSE.

Kata kunci: Jamur Endofit, *Dark Septate Endophyte* (DSE), *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat membuat skripsi dengan judul “ **Karakterisasi *Dark Septate Endophyte* (DSE) Dari Akar Bakau Kurap (*Rhizopora mucronata*) Dan Bakau Totol (*Rhizopora Stylosa*) Pada Mangrove Lampulo**” Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada keharibaan Nabi Muhammad SAW yang mencintai umatnya dan telah membawa umatnya dari alam jahiliyah ke alam Islamiyah.

Alhamdulillah dengan petunjuk dan hidayah-Nya, penulis telah menyusun skripsi untuk memenuhi dan melengkapi syarat guna mencapai gelar sarjana. Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, pengarahan, saran serta dukungan dari teman-teman sekalian. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan segala ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Prof. Dr.Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
2. Dr. Muslich Hidayat, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
3. Raudhah Hayatillah, M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
4. Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku Penasehat Akademik dan pembimbing yang telah membimbing penulis dari awal perkuliahan sampai sekarang
5. Staf Prodi Biologi yang telah membantu segala keperluan mahasiswa selama perkuliahan
6. Arif Sardi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II Yang Telah Memberikan Arahan Dan Masukan Sehingga Skripsi Ini Dapat terselesaikan
7. Firman Rija Arhas, M.Si. selaku Laboran Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

8. Ucapan sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, almarhum ayah, semoga arwah beliau diterima disisi-Nya, kepada ibu, yang telah mendidik, membesarkan dan kasih sayang nya, yang telah berjuang yang telah memberikan semangat dukungan dan doa yang tak pernah henti-hentinya, serta kepada abang dan adik penulis yang sudah memberi semangat kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini.
9. Kepada sahabat dan teman-teman leting 2020 yang telah memberikan semangat, dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang terlibat. Semoga semua do'a, dukungan dan saran yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa selama penulisan skripsi ini banyak terdapat kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari semua pihak pembaca..

Banda Aceh, 7 Oktober 2025

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

Dea Anisa

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Dark Saptate Endofit</i> (DSE)	5
2.2 Deskripsi Bakau	6
2.2.1 Tanaman Bakau Kurap.....	7
2.2.2 Klasifikasi Bakau Kurap	8
2.2.3 Morfologi Bakau Kurap	8
2.2.4 Tanamana Bakau Totol	9
2.2.5 Klasifikasi Bakau Totol.....	9
2.2.6 Morfologi Bakau Totol	10
2.3 Beberapa DSE Yang Pernah Diisolasi	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitan	12
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	12
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	13
3.4 Metode Penelitian	13
3.5 Prosedur Kerja.....	14
3.5.1 Pembuatan Media CMA.....	14
3.5.2 Pengambilan Akar Bakau Kurap dan Bakau Totol.....	14
3.5.3 Isolasi DSE Darai Akar Bakau Kurap Dan Bakau Totol	16
3.5.4 Pemurnian Jamur DSE	17
3.5.5 karakterisasi Secara Makroskopik dan Mikroskopik	17

3.5.6 Uji Patogen DSE Terhadap Biji Kangkung	17
3.6 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Penelitian	19
4.1.1 Karakterisasi jamur endofit	19
4.2 Pembahasan.....	23
4.2.1 Karakteristik Jamur Endofit Yang Diisolasi	26
4.2.2 Karakteristik DSE	27
BAB V PENUTUP.....	29
1.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran.....	29



DAFTAR GAMBAR

2.1. Mikroskopis dan Makroskopis <i>Dark Septate Endophyte</i> (DSE).....	6
2.2. Karakteristik morfologi tanaman <i>Rhizopora mucronata</i>	7
2.3. Karakteristik morfologi tanaman <i>Rhizopora stylosa</i>	9
3.1. Peta Lokasi pengambilan sampel.....	12
3.2. Plot pengambilan sampel akar bakau kurap.....	15
3.3. Plot pengambilan sampel akar bakau totol.....	15
3.4. Isolasi akar pada media.....	16
4.1. Isolat uji patogenesias DSE dan pertumbuhan biji kangkung.....	23



DAFTAR TABEL

2.3. Beberapa DSE yang pernah diisolasi.....	11
3.2. Jadwal pelaksanaan penelitian.....	13
4.1. Karakterisasi jamur endofit yang terdapat pada akar bakau kurap dan bakau totol.....	20
4.1.2. Karakteristik morfologi isolat jamur endofit secara makroskopis dan mikroskopis.....	21
4.1.3. Hasil uji patogenesitas DSE pada biji kangkung.....	22
4.2. Perbandingan isolat jamur endofit yang terduga DSE dari akar tanaman bakau kurap dan bakau totol.....	24



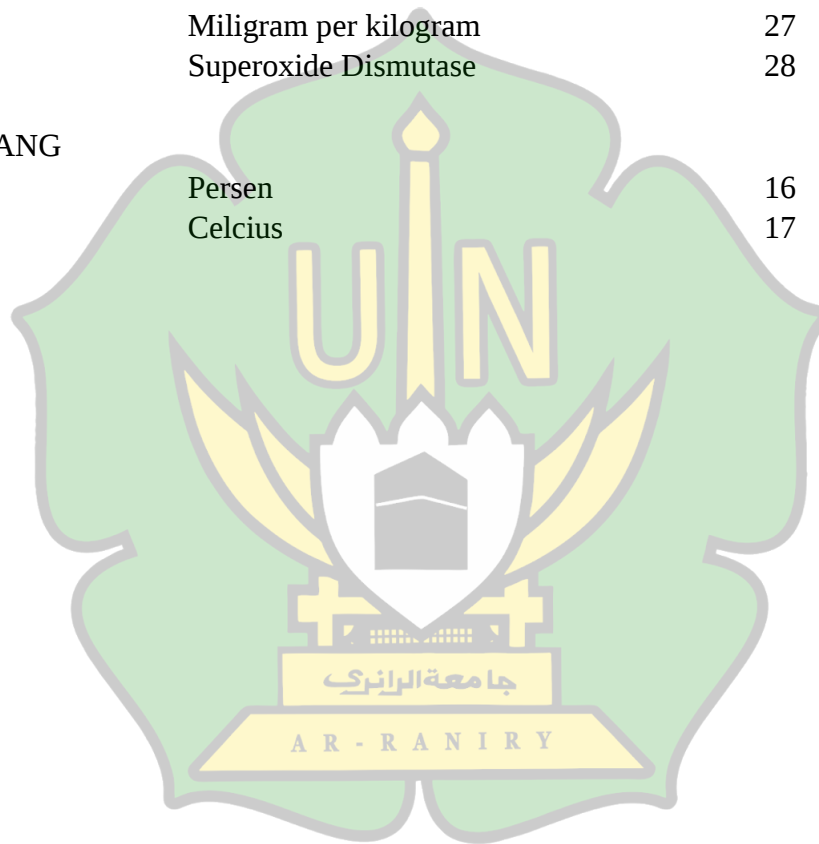
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Pembimbing.....	35
Lampiran 2. Surat Determinasi Sampel.....	36
Lampiran 3. Tabel Harga Alat Dan Bahan.....	38
Lampiran 4. Alat dan Bahan Penelitian.....	39
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	42



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
DSE	Dark Septate Endophyte	2
N	Nitrogen	5
P	Fosfor	5
OPT	Organisme Pengganggu Tanaman	6
cm	centimeter	8
CMA	Corn Meal Agar	13
NaOCl	Natrium Hipoklorit	16
Cd	Cadmium	27
mg/kg	Miligram per kilogram	27
SOD	Superoxide Dismutase	28
LAMBANG		
%	Persen	16
°C	Celcius	17



DAFTAR ISTILAH

Endofit	Mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan yang signifikan
Inang	Organisme yang lebih besar yang menampung organisme yang lebih kecil
Biotok	Komponen dari ekosistem yang terdiri dari semua makhluk hidup
Abiotik	Komponen tak hidup dalam suatu ekosistem
Mikoriza	Simbiosis mutualisme antara jamur dan akar tanaman
Lipid	Cadangan energi, komponen struktural membrane sel, serta membantu penyerapan vitamin larut lemak
Signifikan	Menunjukkan bahwa sesuatu memiliki dampak atau pengaruh besar
Hifa	Sel-sel menyerupai tabung yang bercabang dari tubuh jamur
Patogen	Mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada inangnya termasuk hewan, manusia dan tumbuhan
Isolasi	Proses memisahkan dan mengembangbiakkan jamur dari lingkungannya, seperti tanah, air, atau sampel untuk mendapatkan biakan murni.
Kolonisasi	Proses dimana mikroorganisme, seperti jamur mikoriza atau bakteri, menginfeksi dan hidup di dalam atau pada bagian jamur multiseluler jaringan akar tanaman.
Tanaman indikator	Tumbuhan yang keberadaannya atau karakteristiknya dapat memberikan informasi tentang kondisi lingkungan sekitarnya
Miselium	Bagian jamur multiseluler yang dibentuk oleh kumpulan beberapa hi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang sangat penting secara ekologis dan ekonomi (Naibaho *et al.*, 2022). Ekosistem ini terbentuk di perairan pasang-surut tropis dan subtropis yang dipengaruhi oleh air laut, sedimen berlumpur, serta kondisi lingkungan yang ekstrem seperti salinitas tinggi, kekurangan oksigen dalam tanah, dan perubahan periodik akibat pasang surut air laut (Sinabang *et al.* 2022). Salah satu genus tanaman mangrove yang dominan di banyak wilayah pesisir Indonesia adalah *Rhizophora*, termasuk spesies *Rhizophora mucronata* (bakau kurap) dan *Rhizophora stylosa* (bakau totol) (Suanda, 2024). Tanaman mangrove berperan dalam stabilisasi garis pantai, perlindungan terhadap abrasi, penyediaan habitat bagi biota laut, dan penyimpanan karbon pada lingkungan pesisir (Marbun *et al.*, 2025). Selain itu, struktur akar *Rhizophora* yang kompleks mendukung pertukaran air dan nutrisi antara lahan dan laut serta menciptakan mikrohabitat yang kaya mikroorganisme (Irwanto *et al.*, 2024).

Akar mangrove merupakan salah satu komponen utama yang menyesuaikan diri dengan kondisi ekstrem di lingkungan pesisir (Saharani *et al.*, 2025). Sistem akar prop-root atau akar pancang pada *Rhizophora* memungkinkan tanaman ini menahan diri terhadap pasang surut air laut dan tanah beroksigen rendah. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi morfologi akar, tetapi juga komunitas mikroorganisme yang hidup di sekitar dan di dalam jaringan akar (Renwarin *et al.*, 2024). Akar tanaman mangrove tidak steril terhadap mikroba justru mereka menjadi habitat bagi berbagai mikroorganisme endofitik, termasuk bakteri dan jamur endofitik yang hidup secara simbiotik, komensal, atau dalam beberapa kasus parasitic (Handayani *et al.*, 2023). Kehadiran mikroba endofitik di akar mangrove bertujuan untuk kelangsungan hidup tanaman tersebut, terutama dalam menghadapi tekanan lingkungan yang tinggi seperti salinitas ekstrem, kekurangan nutrisi, dan stres oksidatif (Harmileni *et al.*, 2024).

Salah satu kelompok jamur endofitik yang menarik secara ekologis adalah *Dark Septate Endophytes* (DSE) yaitu sekelompok jamur akar berpigmen gelap yang secara umum bersifat ascomycetes dan bersifat non-patogenik atau minimal patogenik (Renwarin *et al.*, 2024). DSE dikenal karena membentuk hifa bersepta yang berpigmen gelap (melanized) dan struktur mikrosklerotia di dalam jaringan akar tanaman inang. Struktur ini merupakan adaptasi morfologis yang memberi ketahanan terhadap kondisi lingkungan ekstrem, termasuk suhu, salinitas tinggi, dan kekeringan (Commanechi *et al.*, 2024). DSE umumnya tidak membentuk struktur mikoriza klasik seperti arbuskul, tetapi mampu kolonisasi akar baik secara interseluler maupun intraseluler. Karena keberadaannya di dalam akar, DSE berpotensi berinteraksi langsung dengan fisiologi tanaman inang baik memodulasi penyerapan nutrisi, meningkatkan ketahanan terhadap stres, maupun berkontribusi terhadap siklus nutrisi dalam ekosistem (Putri *et al.*, 2022).

Dark Septate Endophyte (DSE) merupakan jamur endofit dan mikoriza yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan patogen tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Dalimunthe *et al.*, 2023). Keunggulan *Dark Septate Endophyte* (DSE) dibandingkan jenis jamur lainnya adalah ciri khas kolonisasinya pada akar tanaman. DSE membentuk hifa berwarna gelap dan mengandung lipid yang berfungsi sebagai sumber energi. Lipid ini membantu DSE dan tanaman inangnya bertahan hidup saat kondisi lingkungan kering (Efriani, E. 2022).

Penelitian oleh Hartati *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa DSE mampu berkolonisasi jaringan akar *Rhizophora* sp. dan memiliki karakteristik umum jamur endofit seperti hifa berpigmen gelap serta pembentukan *microsclerotia*. Selain itu, Penelitian Dalimunthe *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa beberapa isolat DSE mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen tersebut, yang mengindikasikan adanya potensi penggunaan DSE sebagai agen pengendalian hayati terhadap patogen akar pada tanaman budidaya. Penelitian Paranetharan *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa jamur endofit dari akar mangrove memiliki toleransi terhadap salinitas dan dapat menghasilkan enzim yang memungkinkan mereka hidup dan berfungsi di lingkungan pesisir. Endofit jamur dari akar

mangrove mampu tumbuh di berbagai konsentrasi NaCl dan memproduksi enzim seperti cellulase dan β -glucosidase yang berpotensi terlibat dalam dekomposisi bahan organik dan siklus nutrisi di habitat mangrove.

Penelitian Aulia *et al.*, (2025) menyatakan bahwa DSE dapat menghasilkan hormon pertumbuhan dan komponen lain yang mendukung kesehatan tanaman, serta berkontribusi terhadap penumbuhan tanaman dalam kondisi lingkungan yang tidak ideal. Selain itu, penelitian Lukács *et al.*, (2025) menyatakan bahwa DSE mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan sekaligus mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, yang membuka kemungkinan pengembangan inokulan DSE sebagai bahan yang bermanfaat dalam persiapan fungi mirip mikoriza untuk keperluan pertanian maupun konservasi tanaman di lingkungan kering atau ekstrem.

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan bahwa *Dark Septate Endophytes* (DSE) mampu berkolonisasi pada akar *Rhizophora* sp., memiliki toleransi tinggi terhadap salinitas, menghasilkan enzim penting, serta berpotensi meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan (Hartati *et al.*, 2024; Paranetharan *et al.*, 2022; Aulia *et al.*, 2025; Lukács *et al.*, 2025), hingga saat ini masih terdapat kesenjangan penelitian terkait karakterisasi spesifik DSE pada akar *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa* di ekosistem mangrove lokal, khususnya di kawasan Mangrove Lampulo. Penelitian terdahulu umumnya masih bersifat umum pada tingkat genus *Rhizophora* atau dilakukan di lokasi dan kondisi lingkungan yang berbeda, sehingga belum memberikan gambaran yang komprehensif mengenai variasi morfologi, pola kolonisasi, dan karakter adaptif DSE yang spesifik terhadap dua spesies bakau tersebut dalam lingkungan pesisir Lampulo yang memiliki tekanan salinitas, dinamika pasang surut, dan kondisi edafik yang khas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang secara khusus mengkarakterisasi DSE dari akar *R. mucronata* dan *R. stylosa* di Mangrove Lampulo.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai “**Karakterisasi *Dark Septate Endophyte* (DSE)**”

dari Akar Bakau Kurap (*Rhizophora mucronata*) dan Bakau Totol (*Rhizophora stylosa*) pada Mangrove Lampulo.”

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik DSE dari akar bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) dan bakau totol (*Rhizophora stylosa*) mangrove lampulo?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik DSE dari akar bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) dan bakau totol (*Rhizophora stylosa*) mangrove lampulo

1.4 Manfaat Penelitian

Mendapatkan isolat DSE dari akar bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) dan bakau totol (*Rhizophora stylosa*) pada mangrove lampulo

1. Mengisolasi DSE dari akar bakau kurap dan bakau totol
2. Karakteristik DSE dari akar bakau kurap dan bakau totol



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

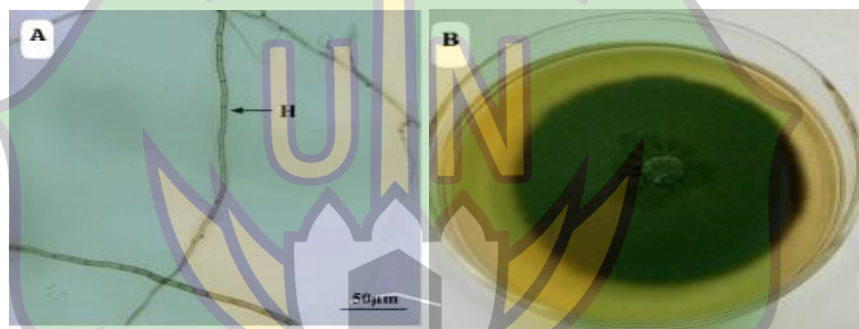
2.1 *Dark Septate Endofit (DSE)*

Dark Septate Endophyte (DSE) merupakan kelompok jamur yang menjalin hubungan simbiosis mutualisme dengan tanaman inangnya. Jamur ini memiliki ciri khas berupa pigmen gelap yang mewarnai hifanya, hifa yang bersekat-sekat, serta struktur khusus yang disebut mikroskleretia. Pengaruh jamur DSE terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman inangnya sangat bervariasi, tergantung pada strain jamur DSE yang terlibat, spesies tanaman inang yang berinteraksi, serta kondisi lingkungan tempat interaksi tersebut berlangsung. Jamur DSE memiliki kemampuan untuk mengkolonisasi sistem perakaran tanaman inang, baik secara intraseluler maupun ekstraseluler, mirip dengan cara kerja jamur ektendomikoriza. Ketika simbiosis yang tepat terbentuk antara jamur DSE dan tanaman inang yang cocok, interaksi ini dapat memberikan berbagai manfaat bagi tanaman. Manfaat tersebut meliputi peningkatan pertumbuhan tanaman, peningkatan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara nitrogen (N) dan fosfor (P) dari tanah. (Cahyo, 2021).

Jamur endofit, dalam siklus hidupnya, bergantung pada tanaman inang sebagai sumber nutrisi. Akar tanaman menjadi habitat yang sangat disukai oleh berbagai jenis fungi, dan merupakan bagian tanaman yang paling sering ditemukan adanya kolonisasi jamur. Fenomena ini disebabkan oleh adanya eksudat, yaitu cairan yang dikeluarkan oleh akar tanaman. Eksudat ini mengandung nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme, termasuk jamur endofit. Akibatnya, jumlah mikroorganisme, termasuk jamur, pada bagian akar jauh lebih banyak dibandingkan pada bagian tanaman lainnya seperti batang atau daun (Firdani *et al.*, 2024).

Menurut Cahyo (2021), beberapa strain jamur *Dark Septate Endophyte (DSE)* memiliki kemampuan untuk menghasilkan klorin, yang memberikan perlindungan tambahan bagi tanaman dari serangan

organisme pengganggu tanaman (OPT). Selain itu, DSE memiliki ciri khas hifa gelap bersepta, keberadaan konidia atau hifa steril, dan kemampuan membentuk mikrosklerotia di dalam jaringan akar. Mikrosklerotia ini berfungsi sebagai bentuk kolonisasi pada jaringan akar tanaman dan merupakan ciri unik yang tidak dimiliki oleh jenis cendawan endofit lainnya (Efriani & Pertanian, 2022). Jamur endofit dapat disebut sebagai pupuk hayati. Jamur endofit yang dapat memacu pertumbuhan biasanya berupa Dark Septate Endophyte (DSE). Kemampuan Dark Septate Endophyte (DSE) dalam mendorong pertumbuhan tanaman terkait erat dengan kemampuannya mengurai senyawa organik kompleks yang terdapat di dalam tanah (Deng *et al.*, 2020).



Gambar 2.1. (A) Mikroskopis *Dark Septate Endophyte* (DSE). (B). Makroskopis *Dark Septate Endophyte* (DSE) (He *et al.*, 2019).

2.2 Deskripsi Bakau

Bakau dikenal sebagai salah satu tumbuhan *hyperaccumulator* yang memiliki kemampuan luar biasa. Tidak hanya mampu bertahan hidup di tanah dengan konsentrasi unsur beracun yang tinggi, bakau juga dapat mengakumulasi unsur-unsur berbahaya tersebut dalam jumlah yang signifikan di batang dan daunnya. Tingkat akumulasi ini bahkan dapat mematikan bagi organisme hidup lainnya (Irawanto, 2020). Hutan bakau, yang juga dikenal sebagai hutan pantai, hutan payau, atau hutan mangrove, merupakan jenis hutan yang tumbuh di wilayah pesisir dan muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Selain itu, hutan bakau juga dapat ditemukan di pantai karang atau daratan terumbu karang berpasir

tipis, serta di pantai berlumpur. Istilah hutan pantai digunakan karena bakau tumbuh di wilayah pesisir, baik yang mengalami pasang surut air laut maupun daratan pantai yang masih terpengaruh oleh ekosistem pesisir. (Ardiputra, 2022). Tanaman bakau diketahui menjadi salah satu sumber jamur endofit yang menghasilkan beragam senyawa metabolit bioaktif dengan berbagai aktivitas biologis (Sari *et al.*, 2022).

2.2.1 Tanaman bakau kurap (*Rhizophora mucronata*)

Rhizophora mucronata, yang juga dikenal sebagai bakau kurap, merupakan anggota famili *Rhizophoraceae* yang umum ditemukan di wilayah pesisir pantai atau sungai. Tanaman bakau ini memiliki peran ganda yang penting, yaitu sebagai batas alami antara ekosistem darat dan laut, serta sebagai habitat bagi berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri endofit (Suryani & A'yun, 2022). Seluruh tumbuhan yang ada di bumi ini diketahui mengandung mikroba endofit, baik itu bakteri maupun jamur, dan bahkan beberapa tumbuhan mungkin memiliki keduanya (Rollando 2019).



Gambar 2.2.1 Karakteristik Morfologi Tanaman *Rhizophora mucronata* (Osing *et al.*, 2019).

2.2.2 Klasifikasi Bakau kurap (*Rhizophora mucronata*)

Klasifikasi tumbuhan bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) menurut (NCBI, 2024) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malpighiales
Famili	: Rhizophoraceae
Genus	: <i>Rhizophora</i>
Spesies	: <i>Rhizophora mucronata</i>

2.2.3 Morfologi Bakau Kurap (*Rhizophora mucronata*)

Rhizophora mucronata, spesies bakau yang khas, memiliki ciri fisik yang menonjol. Pohonnya dapat mencapai tinggi 27 meter dengan diameter batang hingga 70 cm dan kulit kayu berwarna gelap hingga hitam. Sistem perakarannya terdiri dari akar tunjang dan akar udara yang tumbuh dari bagian bawah percabangan. Buahnya berbentuk lonjong atau panjang, berwarna hijau kecoklatan, dan seringkali terasa kasar di bagian pangkalnya. Hipokotil (bagian batang di bawah daun lembaga) buahnya juga kasar dan berbintil, dengan ukuran panjang antara 36-70 cm dan diameter 2-3 cm. Bunga *Rhizophora mucronata* memiliki gagang kepala bunga yang bercabang, terletak di ketiak daun, dan membentuk kelompok bunga berjumlah 4-8 buah per kelompok. Mahkota bunganya berjumlah 4 lembar, berwarna putih, dan berambut. Kelopak bunganya juga berjumlah 4 lembar, berwarna kuning pucat. Benang sarinya berjumlah 8 buah dan tidak bertangkai. (Anak Agung & Idrus 2023)

2.2.4 Tanaman Bakau Totol (*Rhizophora stylosa*)

Rhizophora stylosa merupakan salah satu suku *Rhizophoraceae*. *Rhizophora stylosa* dapat mentoleransi salinitas yang tinggi (melalui vakuola sel daunnya) atau dikenal juga dengan bakau “pengakumulator garam” dan bersifat halofit obligat yaitu dapat hidup pada konsentrasi 50% air laut. Hal ini disebabkan karena *Rhizophora stylosa* sering tumbuh dan berkembang di dekat tepi laut maupun muara sungai, dimana selalu terkena genangan air laut, dan konsentrasi garam air laut dapat meningkatkan pertumbuhan semainya (Safira et al., 2023).



Gambar 2.2.4 Karakteristik Morfologi Tanaman *Rhizophora stylosa* (Kalasuba et al., 2023)

2.2.5 Klasifikasi Bakau Totol (*Rhizophora stylosa*)

Klasifikasi tumbuhan bakau totol (*Rhizophora stylosa*) menurut (NCBI, 2025) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malpighiales
Famili	: Rhizophoraceae
Genus	: <i>Rhizophora</i>
Spesies	: <i>Rhizophora stylosa</i>

2.2.6 Morfologi Bakau Totol (*Rhizophora stylosa*)

Rhizophora stylosa tumbuh hingga ketinggian 15m, meskipun umumnya jauh lebih pendek sekitar 5-8 m, dengan diameter batang 25cm. pertumbuhannya bengkok, tidak memiliki batang yang jelas dan memiliki akar tunjang yang besar yang berputar ke luar. Helaian daun berbentuk elips lebar, helaian daunnya berbentuk lonjong terbalik. Perbungaannya bercabang 2-4 kali dengan 4-8 kuncup berwarna krem. Buahnya berbentuk bulat telur dan berwarna coklat ketika matang seperti bentuk jambu air, dan ukurannya berkisar antara 1,5-2 cm (Kalasuba et al., 2023).



2.2 Beberapa DSE Yang Pernah Diisolasi

Tabel 2.2 Tabel DSE dari beberapa akar tumbuhan

NO	DSE		Sumber
	Akar Tumbuhan	Peranan	
1.	Tanaman karet	Sebagai pengendalian jamur akar putih	Efrianai E, 2023
2.	Kelapa sawit	Sebagai pengendalian busuk pangkal batang yang disebabkan oleh <i>G. boninense</i> .	Firdani <i>et al.</i> , 2024
4.	Temu kunci	Menguji kemampuan kapang asal temu kunci sebagai anti mikroba dan anti oksidan	Tafrijjiyyah, F. 2022
5.	<i>Pinus merkusii</i>	Isolasi dan pengujian kemampuan patogenisitas dari isolat yang diperoleh.	Akhir, J <i>et al.</i> , 2023
6.	<i>E. pellita</i>	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah DSE dari akar <i>E. pellita</i> memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan <i>Ganoderma sp</i> dan <i>Fusarium sp</i> .	Purnama, F. 2022
7.	<i>A. mongolicus</i>	untuk mencari dan menerapkan DSE non-inang untuk mengevaluasi efek pemacu pertumbuhannya pada spesies gurun	Li, Xia, <i>et al.</i> , 2018
8.	<i>A. crassicarpa</i>	Untuk mengetahui aktivitas antagonis fungi endofit dari perakaran <i>A.crassicarpa</i>	Lahisuma, M. P. 2022
9.	Tanaman aren	Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan kapang DSE dari akar aren dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen <i>Ganoderma sp</i> .	Sukmawati, Dalia <i>et al.</i> , 2024
10.	<i>Shorea selanica</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik dan pengaruh DSE pada sistem perakaran <i>S. selanica</i> terhadap tanaman inang.	Handayani, D. 2016.

Beberapa DSE yang pernah diisolasi dari berbagai akar tanaman, seperti Kelapa sawit, Temu kunci, Pinus merkusi, *E. pellita*, *A. mongolucis*, *A. crassicarpa*, Aren dan *Shorea selanica*. Serta peran nya dalam sebagai pengendalian hayati, menghambat pertumbuhan jamur patogen, aktivitas antagonis DSE dan karakteristik serta pengaruhnya pada sistem perakaran.

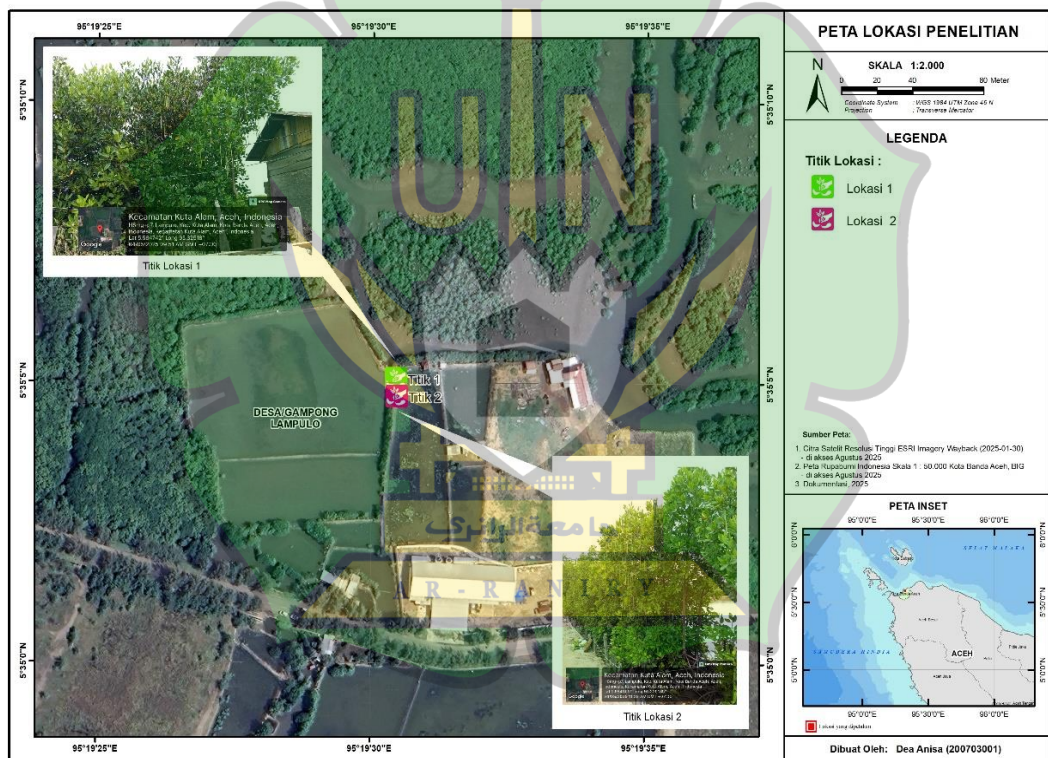
BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini di laksanakan pada Mei sampai Agustus 2025. Pengambilan sampel akar tanaman bakau pada mangrove Lampulo, Kecamatan Kuta Alam, Banda Aceh. Selanjutnya penelitian ini dilaksanakan di Laboraturium Mikribologi Multifungsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Berikut gambar peta lokasi pengambilan sampel akar bakau kurap (*Rhizopora mucronata*) dan bakau totol (*Rhizopora stylosa*) pada mangrove Lampulo, Kecamatan Kuta Alam, Banda Aceh.



Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel akar bakau kurap pada mangrove Lampulo, Kecamatan Kuta Alam, Banda Aceh.

3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut jadwal pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan berdasarkan susunan kegiatan pada tabel di bawah ini

Tabel 3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jenis Kegiatan	Bulan															
	Mei 2025				Juni 2025				Juli 2025				Agustus 2025			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penelitian Pendahuluan	■															
Persiapan Alat dan Bahan		■														
Pengambilan Sampel			■													
Isolasi Jamur DSE				■	■	■	■	■								
Pemurnian Jamur DSE									■	■	■	■				
Identifikasi DSE												■	■	■		
Analisis Data														■	■	■

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pisau, plastik sampel, meteran, laminar air flow, autoklaf, timbangan analitik, hot plate, magnet stirer, oven, gelas ukur, erlenmayer, cawan petri, bunsen, korek api, spatula, jarum ose, botol semprot, kertas label, alumunium foil, gunting, kamera digital, spidol dan perlengkapan alat tulis, sedangkan bahan-bahan yang digunakan yaitu akar tanaman bakau kurap, aquadest, alkohol 70%, chlorox, 20%, methylen blue, media CMA dan PDA.

3.4. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan metode diskriptif dengan mengikuti tahapan dari mengisolasi cendawan DSE menggunakan sampel akar pada mangrove Lampulo, dengan menggunakan metode plot.

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1. Pembuatan Media CMA

Isolasi jamur dilakukan pada media Corn Meal Agar (CMA). Media ini dibuat dengan 600 ml aquadest yang telah diukur menggunakan gelas ukur, setelah itu timbang 4,5 gram bacto agar, ditambah 5,1 gram CMA dan ditambahkan 0,3 gram chloramphenicol dengan menggunakan timbangan digital, lalu media yang sudah ditimbang tadi dimasukkan kedalam erlenmeyer yang sudah berisi aquadest 600 ml. Selanjutnya media di homogenkan dengan magnetic stirer hingga larut tanpa adanya suhu. Setelah homogen media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah media di sterilkan dengan autoklaf lalu didinginkan sampai media hangat kuku, kemudian di tuang pada cawan petri yang sudah disterilkan menggunakan oven dengan suhu 160 °C selama 1 jam, penuangan media dituang kecawan sekitar 10 ml, di dalam laminar air flow setelah itu cawan petri diwrap menggunakan plastik, setelah itu tunggu sampai media CMA memadat dan di letakkan pada showcase agar media tetap terjaga. (Purnama, 2022).

3.5.2 Pengambilan Akar Bakau Kurap dan Bakau Totol

Eksplorasi jamur *Dark Septate Endophyte* (DSE) dilakukan dengan mengambil sampel akar dari tanaman bakau yang sehat pada mangrove lampulo. Tujuan dari eksplorasi ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengisolasi jamur DSE yang hidup pada akar tanaman bakau. Pengambilan sampel akar diambil dengan dua titik berbeda. Sampel diambil dari pangkal batang dengan kedalaman 15-20 cm, sampel akar yang diambil ialah rambut akar yang masih menempel pada batang akar, setelah itu sampel akar dimasukkan ke dalam plastik klip berukuran 35x25 lalu di masukkan ke dalam cool box setelah itu dibawa ke laboratorium untuk isolasi dan identifikasi lebih lanjut.

Berikut gambar pengambilan sampel :



Gambar 3.2 pengambilan sampel akar bakau kurap (titik pertama)



Gambar 3.3 pengambilan sampel akar bakau totol (titik kedua)

3.5.3 Isolasi DSE dari Akar Bakau Kurap dan Bakau Totol

Isolasi jamur endofit, khususnya DSE, dilakukan dengan menumbuhkan jamur pada media CMA. Isolasi akar bakau dan bakau totol untuk mendapatkan DSE mengikuti metode standar yang umum digunakan dalam penelitian mikologi (Surono dan Narisawa 2017). Proses isolasi jamur DSE dari akar bakau dimulai dengan pengambilan sampel akar. Sampel akar tersebut kemudian dicuci di bawah air mengalir hingga bersih dari tanah yang menempel. Setelah itu dibilas dengan menggunakan aquadest steril dan dikeringkan di atas tisu. Potong rambut akar pisahkan dari batang akarnya, setelah itu direndam dalam 1 ml etanol (dalam mikrotube) selama 30 detik sambil diguncang- guncang, setelah itu sisihkan etanol lalu pindahkan akar kedalam 1 ml Naclo 20 % diguncang lagi selama 30 detik, buang Naclo dan pindahkan akar kedalam mikrotube berisi 1 ml etanol, diguncang lagi 30 detik, lalu pindahkan akar kedalam mikrotube berisi 1 ml aquadest steril diguncang lagi selama 30 detik tahap ini diulang sebanyak 2x. keringkan akar di atas tisu, akar ditanam kemedi CMA sebanyak 3-5 segmen akar dan diinkubasi pada suhu kamar hingga 1-4 minggu



Gambar 3.4 (a) Isolasi Pertumbuhan Akar Bakau pada Media CMA;
(b) Jamur Tumbuh pada Akar Tanaman Bakau

3.5.4 Pemurnian jamur DSE

Proses pemurnian jamur dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, jarum ose dibakar hingga kawatnya berpijar, kemudian didinginkan selama 8-10 detik sebelum digunakan. Satu ose koloni jamur diambil dari biakan sampel dan ditanam pada media PDA. Koloni yang berbeda kemudian diisolasi dan diinokulasi kembali berulang kali hingga diperoleh kultur murni. Setelah kultur murni didapatkan, masing-masing isolat ditanam kembali. Setiap cawan petri diberi label dan diinkubasi pada suhu 27°C selama 3-7 hari. (Purnama, 2022).

3.5.5 Karakterisasi secara Makroskopik dan Mikroskopik

Karakterisasi jamur dilakukan melalui dua cara, yaitu makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan mengamati ciri-ciri morfologi koloni jamur, meliputi bentuk, warna, tekstur, dan permukaan koloni. Sementara itu, pengamatan mikroskopis dilakukan dengan membuat preparat terlebih dahulu. Miselium jamur DSE diambil secara aseptis menggunakan jarum ose dan diletakkan di atas kaca objek. Kemudian, ditambahkan methyl blue dan ditutup dengan kaca penutup. Preparat ini kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Pada pengamatan mikroskopik jamur fokus pada pengamatan sekat hifa (apakah bersekat atau tidak), pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak), warna hifa (transparan atau gelap), serta keberadaan dan bentuk konidia (apakah bulat, lonjong, beraturan, atau tidak beraturan) (Sirwati, F. 2023).

3.5.7. Uji Patogenesitas DSE Terhadap Biji Kangkung

Uji patogenesitas dilakukan untuk menentukan apakah jamur DSE yang diperoleh bersifat patogen atau tidak terhadap tanaman. Uji patogen DSE menggunakan biji kangkung. Menurut (Dalimunthe et al., 2019). Biji kangkung terlebih dahulu disterilkan dengan menggunakan etanol 70% selama 1 menit dan 1% NaOCl selama 3 menit selanjutnya di bilas menggunakan aquadest sebanyak dua kali lalu dikeringkan. Biji kangkung yang telah disterilkan kemudian diletakkan pada media yang telah diinokulasi dengan Dark Septate Endphyte (DSE) menggunakan cork sebanyak tiga titik. Selanjutnya tiga botol jar yang telah di isi dengan media PDA diletakkan biji kangkung tanpa menggunakan DSE yang dijadikan sebagai kontrol.

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data hasil dari isolasi dan karakterisasi jumlah total jamur DSE yang di analisis secara deskriptif yaitu memberikan penjelasan atau gambaran dari DSE yang ditemukan dan diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis dan disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

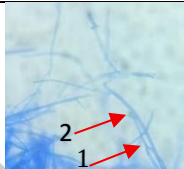
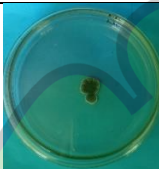
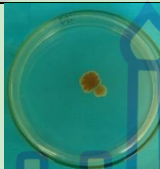
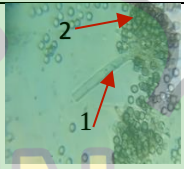
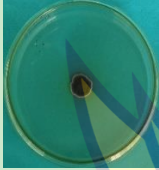
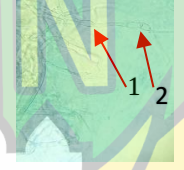
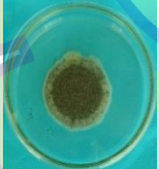
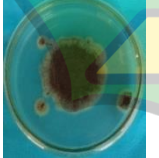
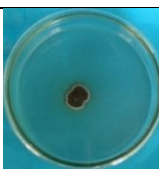
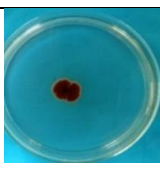
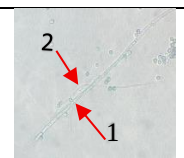
4.1.1 Karakterisas Jamur Endofit

Sampel akar tanaman bakau kurap (titik satu) dan bakau totol (titik dua) diperoleh dari satu lokasi. Titik pengambilan sampel akar bakau diambil pada kawasan mangrove Lampulo. Sampel di titik satu bejarak 10m dari titik dua. Pada titik satu dan dua salinitas tercatat 35, kondisi tanah lembab serta berlumpur. Secara umum jamur cenderung tumbuh pada akar tanaman dalam keadaan tanah yang lembab karena kelembaban menciptakan kondisi ideal bagi siklus hidup dan aktivitas biologis jamur.

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis diperoleh 6 isolat endofit akar tanaman bakau kurap (BA2,BA4, BA5, BA6 dan BA7) dan bakau totol (BK1). Setiap isolat diberi kode khusus berdasarkan lokasi pengambilan sampel. Kode isolat BA2, BA4, BA5, BA6 dan BA7 diperoleh dari titik pertama (bakau kurap), sedangkan kode isolat BK1 diperoleh dari titik kedua (bakau totol).

Berdasarkan morfologi koloni dan struktur mikroskopis 6 isolat jamur endofit akar tanaman bakau kurap dan bakau totol. Secara makroskopis, isolat memiliki perbedaan dalam warna koloni, bentuk dan tekstur. Secara mikroskopis Sebagian besar isolat memperlihatkan hifa bersekat dan keberadaan konidia, baik makrokonidia maupun mikrokonidia, yang menunjukkan reproduksi aseksual. Berikut tabel morfologi isolat jamur endofit akar tanaman bakau kurap dan bakau totol

Tabel 4.1 Karakteristik Jamur Endofit Yang Terdapat Pada akar Bakau Kurap dan Bakau Totol

No	Kode isolat	Makroskopis		Mikroskopis	Keterangan
		tampak atas	tampak bawah		
1.	BK1				1.Konidiofor 2.Sterigmata
2.	BA2				1.Hifa gelap septa 2.Mikrosklerotia
3.	BA4				1.Hifa gelap septa 2.Mikrosklerotia
4.	BA5				1. Hifa septa 2. Konidia
5.	BA6				1. Konidiofor 2. Vesicle
6.	BA7				1. Hifa Septa 2. Hifa Bercabang

Ket: BK1, BA5, dan BA6 (Jamur Endofit)

BA2, BA4 dan BA7 (DSE)

Tabel 4.2 Karakterisasi Morfologi Isolat Jamur Endofit dan DSE secara Makroskopis dan Mikroskopis.

No	Kode Isolat	Pengamatan Makroskopis				Pengamatan Mikroskopis		
		Warna Koloni		Tekstur Koloni	Bentuk Koloni	Hifa	Bentuk Konidia	Cabang Hifa
		Tampak Depan	Tampak Belakang					
1	BK1	Putih	Putih kekuningan	Kapas	Bulat	-	-	Bercabang
2	BA2	Hijau kehitaman	Orange kekuningan	Beludru	Bulat	Bersekak	Bulat	Tunggal
3	BA4	Hitam kehijauan	Orange kecoklatan	Beludru	Bulat	Bersekak	-	Bercabang
4	BA5	Coklat keputihan	Kuning	Kasar	Bulat	Bersekak	Bulat	Bercabang
5	BA6	Coklat kekuningan	Kuning	Kasar	Bulat	-	Bulat	Tunggal
6	BA7	Hitam Kehijauan	Orange kecoklatan	Beludru	Bulat	Bersekak	Bulat	Bercabang

Ket: morfologi makroskopis dan mikroskopis isolat jamur endofit dan DSE

Berdasarkan identifikasi makroskopis dan mikroskopis terdapat 3 isolat terduga DSE yaitu isolat *Cladosporium sphaerospermum* (BA2), *Acrocalymma vagum* (BA4) dan *Darksidea alpha* (BA7). Kemudian 3 isolat tersebut diuji patogenesis terhadap biji kangkung (*Ipomea aquatica*) sebagai tanaman indikator. Pemilihan biji kangkung didasarkan pada sifatnya yang cepat tumbuh, sehingga respon tanaman terhadap keberadaan jamur dapat diamati secara jelas dalam waktu singkat (Febriani *et al.*, 2022). Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah isolat DSE bersifat patogen atau dapat hidup bersimbiosis tanpa menimbulkan gejala penyakit. Setiap perlakuan dalam dua ulangan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Berikut disajikan tabel hasil uji patogenesis DSE pada biji kangkung.

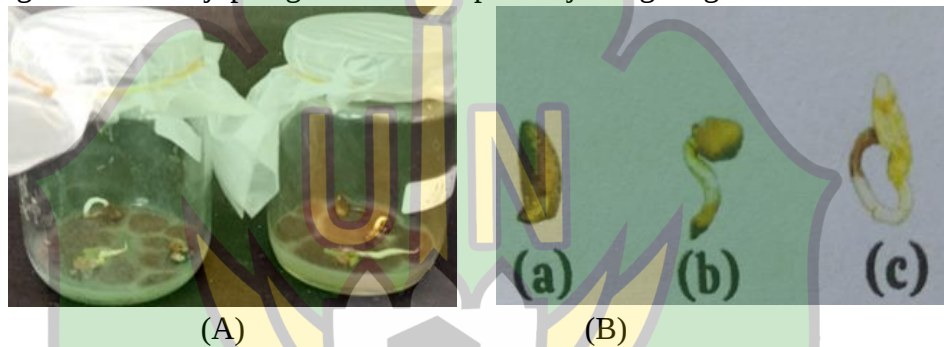
Tabel 4.3 Hasil Uji Patogenesis DSE pada Biji Kangkung

No	Kode Isolat	Panjang Kecambah (mm)	Kecambah	Pecah Biji	Kotiledon	Keterangan
1	BA2	10,7	4	2	0	Non-patogenik
2	BA4	21,8	3	0	0	Non-patogenik
3	BA7	38,7	5	0	1	Non-patogenik

Hasil uji patogenesis terhadap tiga isolat yang diduga termasuk DSE menunjukkan bahwa seluruh isolat tersebut bersifat non-patogenik. Isolat BA2, didapat pertumbuhan panjang kecambah hingga 10,7 mm, berkecambah sebanyak 4 biji, pecah biji sebanyak 2, serta tidak adanya kotiledon. BA4 didapat pertumbuhan panjang kecambah hingga 21,8 mm, berkecambah sebanyak 3, serta tidak adanya pecah biji dan kotiledo. BA7, didapat pertumbuhan panjang kecambah hingga 38,7, berkecambah sebanyak 5, tidak adanya pecah biji, serta tidak adanya kotiledon. BA2, BA4 dan BA7 tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman indikator kangkung (*Ipomea aquatica*), yang ditunjukkan dengan pertumbuhan kecambah yang normal, tidak adanya perubahan warna pada kotiledon, serta tidak ditemukannya gejala kebusukan pada biji maupun jaringan tanaman. Pemilihan kangkung sebagai tanaman indikator didasarkan pada siklus

pertumbuhannya yang relatif cepat, sehingga memudahkan pengamatan dalam waktu singkat. Sementara itu, penggunaan tanaman bakau sebagai inang utama kurang memungkinkan karena sifat pertumbuhannya yang lambat dan membutuhkan waktu yang lama untuk memperlihatkan respon terjadinya infeksi. Oleh karena itu, uji patogenesis pada kangkung dapat dijadikan indikator awal untuk menilai potensi patogenesis isolat DSE dari akar bakau. Menurut Dalimunthe *et al.*, (2019), isolate DSE dapat dikategorikan non-patogenik apabila tanaman indikator tetap menunjukkan pertumbuhan normal tanpa gejala infeksi seperti nekrosis, layu atau busuk.

Berikut gambar hasil uji patogenesis DSE pada biji kangkung

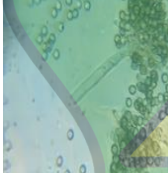


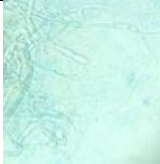
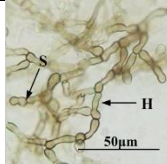
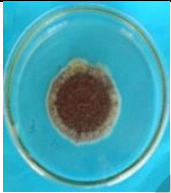
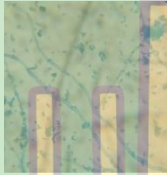
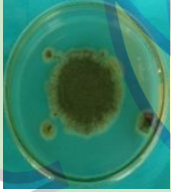
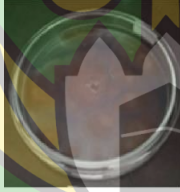
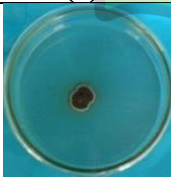
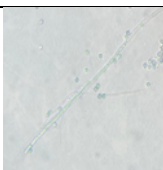
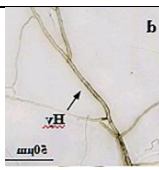
Gambar 4.1 (A) Isolat uji patogenesis DSE terhadap biji kangkung (B) pertumbuhan biji kangkung (a) pecah biji; (b) kecambah; (c) kotiledon

4.2 Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengisolasi 6 isolat jamur dari akar tanaman bakau kurap dan bakau totol dari satu Lokasi, yaitu pada mangrove Lampulo Banda Aceh. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa 6 isolat tersebut, terdapat 3 isolat yang teridentifikasi sebagai jamur endofit yaitu BK1,BA5 dan BA6 serta 3 isolat teridentifikasi sebagai terduga DSE yaitu BA2, BA4 dan BA7 masing-masing memiliki karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis yang bervariasi. Berikut Tabel 4.2 Perbandingan Isolat Jamur Endofit Yang Terduga DSE dari Akar Tanaman Bakau Kurap dan Bakau Totol Hasil Penelitian Dengan Referensi

Tabel 4.2 Perbandingan Isolat Jamur Endofit Yang Terduga DSE dari Akar Tanaman Bakau Kurap dan Bakau Totol Hasil Penelitian Dengan Referensi

No	Kode Isolat	Hasil Penelitian	Gambar Pembanding	Spesies	Sumber
1	BK1			<i>Penicillium</i> sp.	(Nurhidayah A, 2021)
					
2	BA2			<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	(Cao et al., 2023)
					
3	BA4			<i>Acrocalymma vagum</i>	(Hou et al., 2020)

No	Kode Isolat	Hasil Penelitian	Gambar Pembanding	Spesies	Sumber
3	BA4			<i>Acrocalymma vagum</i>	(Hou <i>et al.</i> , 2020)
		(c)	(d)		
4	BA5			<i>Aspergillus</i> sp.	(Maslahat <i>et al.</i> , 2024)
		(a)	(b)		
					
		(c)	(d)		
5	BA6			<i>Aspergillus niger</i>	(Sari <i>et al.</i> , 2023)
		(a)	(b)		
					
		(c)	(d)		
6	BA7			<i>Darksidea alpha</i>	(He <i>et al.</i> , 2021)
		(a)	(b)		
					
		(c)	(d)		

Ket: (a) Makroskopis isolat (b) Makroskopis pembanding (c) Mikroskopis Isolat (d) Mikroskopis pembanding

4.2.1 Karakteristik Jamur Endofit yang Diisolasi dari Akar Tanaman Bakau Kurap (*Rhizopora mucronata*) dan Bakau Totol (*Rhizopora stylosa*)

Isolat BK1 teridentifikasi sebagai *Penicillium* sp., yang ditandai dengan koloni awalnya berwarna putih, kemudian berubah menjadi kuning atau kemerahan, dan warna sebalik biasanya berwarna kuning pucat. Sedangkan ciri mikroskopis jamur *Penicillium* sp., yaitu memiliki konidia yang bulat, konidiofor serta memiliki sterigma (Nurhidayah A, 2021). Kemampuan *Penicillium* sp., bagi tanaman menghasilkan senyawa bioaktif yang menghambat patogen, atau merangsang respon pertahanan tanaman terhadap serangan penyakit (Azar *et al.*, 2023).

Isolat BA5 teridentifikasi sebagai *Aspergillus* sp., ciri-ciri morfologi dari jamur *Aspergillus* sp., yaitu memiliki warna koloni yang berwarna hitam, selain itu secara mikroskopis cendawan *Aspergillus* sp. juga memiliki hifa yang bersekat (bersepta) dan struktur hifa bercabang. *Aspergillus* sp., memiliki konidia yang berbentuk bulat, konidia merupakan salah satu organ reproduksi aseksual, konidia juga biasa disebut sebagai spora (Maslahat *et al.*, 2024). Jamur *Aspergillus* sp. mampu menghasilkan metabolit sekunder, senyawa metabolit sekunder yang dapat dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* sp., salah satunya adalah *tensyucic acid*. Senyawa metabolit sekunder dapat menjadikan *Aspergillus* sp. sebagai agensia hayati karena bersifat antagonis terhadap penyakit yang menyerang tanaman budidaya (Mawarni *et al.*, 2021).

Isolat BA6 teridentifikasi sebagai *Aspergillus niger*. Secara makroskopis *Aspergillus niger* memiliki koloni bulat dan berbulu dasar berwarna putih atau kuning dan dilapisi dengan spora yang tebal berwarna coklat hingga kehitaman, sedangkan secara mikroskopis konidianya berwarna hitam dan bulat, memiliki konidiospora yang halus, berhialin tetapi juga berwarna coklat (Sari Lubis *et al.*, 2023). Keuntungan *Aspergillus niger* pada tanaman inang nya mampu meningkatkan penyerapan unsur hara, merangsang pertumbuhan tanaman, karena *A. niger* menghasilkan fitohormon seperti asuksin, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stress dan mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen seperti fusarium.

4.2.2 Karakteristik Dark Septate Endophyte (DSE) yang Diisolasi dari Akar Tanaman Bakau Kurap (*Rhizophora mucronata*)

Berdasarkan hasil penelitian pada isolat terduga DSE yang diperoleh dari akar bakau kurap, terdapat 3 isolat yang menunjukkan kesesuaian karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis dengan ciri khas kelompok *Dark Septate Endophyte* (DSE). Karakteristik tersebut antara lain berupa hifa berwarna gelap, bersekat (*septate*). Laju pertumbuhan koloni isolat DSE memerlukan waktu hingga satu bulan hingga lebih .

Isolat BA2 teridentifikasi sebagai *Cladosporium sphaerospermum* berdasarkan kemiripan morfologi makroskopis dan mikroskopis dengan deskripsi pada penelitian Cao *et al.* (2023). Secara makroskopis, koloni *Cladosporium sphaerospermum* berwarna hitam kehijauan pada bagian atas dan tampak bawah berwarna orange kekuningan, tekstur koloni beludru dan bentuk koloni bulat (Tabel 4.3). Ciri ini konsisten dengan karakteristik *Cladosporium sphaerospermum* yang biasanya membentuk koloni berwarna hijau gelap hingga kehitaman dengan pertumbuhan lambat. Sebagai salah satu anggota kelompok DSE, *Cladosporium sphaerospermum* memiliki kemampuan berkolonisasi pada akar tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit. Hal ini sejalan dengan uji patogenisitas pada penelitian ini, dimana isolat BA2 dikategorikan non-patogenik (Tabel 4.4). menurut Harsonowati *et al.*, (2020), *Cladosporium* spp. dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stress abiotik melalui produksi senyawa metabolit sekunder dan perlindungan terhadap patogen.

Isolat BA4 diduga mirip dengan *Acrocalymma vagum* seperti yang dijelaskan pada temuan Hou *et al.* (2020). Secara makroskopis koloni berwarna gelap dengan tepi abu-abu, permukaan padat, pola pertumbuhan melingkar. Secara mikroskopis hifa gelap dan bersekat (tabel 4.3) Pada penelitian Hou *et al.* (2020), jamur *Acrocalymma vagum* termasuk kelompok DSE yang dapat membantu tanaman tumbuh lebih baik dan tahan terhadap paparan logam berat cadmium (Cd). Spesies ini mampu meningkatkan kolonisasi akar tanaman *A. mongolicus* dan *Medicago sativa*, serta membuat tanaman menyerap Cd lebih banyak bahkan hingga 232,97% pada *M. sativa* di tanah dengan kadar Cd

10mg/kg. selain itu, *Acrocalymma vagum* meningkatkan aktivitas enzim antioksidan SOD dan mampu beradaptasi di lingkungan tercemar Cd. Hal ini membuatnya berpotensi digunakan untuk membantu tanaman mengurangi efek racun logam berat.

Isolat BA7 diidentifikasi sebagai *Darksidea alpha*, secara makroskopis koloni berwarna hijau tua, putih kekuningan, abu-abu gelap serta pucat gelap. Kecepatan pertumbuhan koloni relatif lambat bentuk koloni bulat dengan. Secara mikroskopis *Darksidea* adalah genus jamur bersepta gelap. *Darksidea* juga berbeda, memiliki morfologi koloni yang bervariasi. Serta *Darksidea* memiliki spora seksual (Knapp *et al.*, 2015).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

Jamur DSE dari akar bakau kurap (*Rhizopora mucronata*) pada mangrove Lampulo berhasil diperoleh sebanyak 3 isolat. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis menunjukkan adanya variasi morfologi, meliputi tekstur kasar dan juga menyerupai kapas, warna koloni abu-keabuan hingga hitam, serta hifa bersekat dengan bentuk konidia yang berbeda-beda. Isolat yang terduga DSE *Cladosporium sphaerospermum* (BA2), *Acrocalymma vagum* (BA4) dan *Darksidea alpha* (BA7) memperlihatkan ciri khas berupa hifa gelap bersekat dan pembentukan mikrosklerotia.

5.2 Saran

Pengujian patogenisitas sebaiknya dibandingkan dengan kontrol positif dan kontrol negatif dengan membandingkan jamur DSE serta jamur patogen, sehingga dapat diamati perbedaan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Selain itu uji patogenisitas idealnya menggunakan tanaman inang secara langsung agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anak Agung, A. D. K., & Idrus, A. Al. (2023). Rhizophoraceae Flower and Fruit Morphology as Evidence of Resilience of Mangrove Revegetation in Lembar West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 63–69.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4345>
- Ardiputra, S. (2022). Sosialisasi Dan Edukasi Manfaat Penanaman Bakau Di Desa Panyampa Kecamatan Campalagian Kabupaten Polewali Mandar. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 283–289. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i1.3887>
- Aulia, N. N., Pertiwi, A. M. E., Sari, I. J., Khastini, R. O., & Nafsahan, H. K. (2025). Morphological Studies and Identification of DSE Fungi and Their Role in Sustainable Agriculture: A Systematic Review. *BIODIDAKTIKA: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 20(2), 117–125.
- Azar, N., Liarzi, O., Zavitan, M., Samara, M., Nasser, A., & Ezra, D. (2023). Endophytic *Penicillium* species secretes mycophenolic acid that inhibits the growth of phytopathogenic fungi. *Microbial Biotechnology*, 16(8), 1629–1638. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.14203>
- Cahyo, A. N. (2021). Peranan Dark Septate Endophyte dalam Budidaya Tanaman. *Jurnal Galung Tropika*, 10(2), 274–282.
<https://doi.org/10.31850/jgt.v10i2.785>
- Cao, G. H., Li, X. G., Zhang, C. R., Xiong, Y. R., Li, X., Li, T., He, S., Cui, Z. G., & Yu, J. (2023). Physiological response mechanism of heavy metal-resistant endophytic fungi isolated from the roots of *Polygonatum kingianum*. *Environmental Microbiology Reports*, 15(6), 568–581.
<https://doi.org/10.1111/1758-2229.13194>
- Commanechi, S. N., Harsonowati, W., Saylendra, A., Sulistyorini, E., & Rumbiak, J. E. R. (2024). Fungi Endofit sebagai Biokontrol Patogen Utama Tanaman Cabai Merah (Uji Antagonisme dan Mekanisme Secara In Vitro). *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 9(5), 448–457. <https://doi.org/10.37149/jia.v9i5.1596>

- Dalimunthe, C. I., Soekarno, B. P., Munif, A., & Surono, S. (2019). Seleksi dan Uji Potensi Cendawan *Dark Septate Endophyte* Sebagai Agensia Hayati Penyakit Jamur Akar Putih (*rigidoporus microporus*) Pada Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 37(1), 11–20. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v37i1.624>
- Dalimunthe, C. I., Surono, Soekarno, B. P. W., Al-Ani, L. K. T., Munif, A., Sriherwanto, C., & Nurdebyandaru, N. (2023). First report of inhibitory abilities of dark septate endophytic fungi against white root rot disease on *Hevea brasiliensis* seedlings in nursery conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00725-9>
- Deng, X., Song, X., Halifu, S., Yu, W., & Song, R. (2020). Effects of dark septate endophytes strain A024 on damping-off biocontrol, plant growth and the rhizosphere soil environment of *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* annual seedlings. *Plants*, 9(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/plants9070913>
- Efriani, E., & Pertanian, F. (2022). Eksplorasi Cendawan Dark Septate Endophyte (DSE) Dari Akar *Hevea brasiliensis* Untuk Pengendali Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Secara In Vitro. *Jimtani*, 2(November), 15–25. <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimtani>
- Febriani, I., Riskierdi, F., & Fevria, R. (2022). Penanaman Kangkung (*Ipomoea* sp.) dan Tanaman Hias dengan Hidroponik Sistem Wick dari Botol Kaca Planting Kale And Ornamental Plants With Wick System Hydroponics From Glass Bottles. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2, 722–730.
- Firdani, C., Lisnawita, & Siregar, L. A. M. (2024). Potensi Dark Septate Endophyte Isolat Sumatera Utara terhadap *Ganoderma boninense* Penyebab Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 20(3), 154–164. <https://doi.org/10.14692/jfi.20.3.154-164>
- Fransiskus Marbun, S., Sihombing, G. C., Simamora, A. M., Padli Siregar, M., & Situmorang, B. (2025). Analysis of Mangrove Utilization for Aquatic Ecosystems and for the Surrounding Community at Paluh Getah Mangrove Beach, Percut Sei Tuan District, Deliserdang Regency. *JICN: Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 2(November), 10049–10056. <https://jicnusantara.com/index.php/jicn>

- Handayani, N., Sabdaningsih, A., Jati, O. E., & Ayuningrumi, D. (2023). Jurnal Pasir Laut Isolation and Characterization of Endophytic Bacteria from *Avicennia marina*. *Jurnal Pasir Laut*, 7(2), 68–73.
- Harmileni, Saragih, G., Hidayani, T. R., & Mirnandaulia, M. (2024). *Mikroba Endofit Dalam Dunia Kesehatan*.
- Hartati, S., Setiani, C., Meliansyah, R., Yulia, E., & Mayanti, T. (2024). The Ability of Three Species of Yeast in Inhibiting the in vitro Growth of *Sclerotium rolfsii* Sacc., the cause of damping off on soybean plants (*Glycine max* L.). *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 7(2), 78–88. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v7i2.58059>
- He, C., Wang, W., Hou, J., & Li, X. (2021). Dark Septate Endophytes Isolated From Wild Licorice Roots Grown in the Desert Regions of Northwest China Enhance the Growth of Host Plants Under Water Deficit Stress. *Frontiers in Microbiology*, 12(June), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.522449>
- Hou, L., Yu, J., Zhao, L., & He, X. (2020). Dark Septate Endophytes Improve the Growth and the Tolerance of *Medicago sativa* and *Ammopiptanthus mongolicus* Under Cadmium Stress. *Frontiers in Microbiology*, 10(January), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03061>
- Immanuel Sinabang, Waruwu, K. D., Geby Pauliana, Winda Rahayu, & Meilinda Suriani Harefa. (2022). Analisis Pemanfaatan Keanekaragaman Mangrove oleh Masyarakat di Pesisir Pantai Mangrove Paluh Getah. *J-CoSE: Journal of Community Service & Empowerment*, 1(1), 10–21. <https://doi.org/10.58536/j-cose.v1i1.7>
- Irawanto, R. (2020). Keanekaragaman Vegetasi Mangrove di Pesisir Kota Surabaya Dan Potensinya Sebagai Fitoremediator Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 6(1), 413–422. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/view/15889/9691>
- Irwanto, I., Sahupala, A., & Soselisa, F. (2024). Studi Tingkat Keberhasilan Dan Solusi Rehabilitasi Mangrove Pada Teluk Ambon Bagian Dalam, Provinsi Maluku. *MARSEGU : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(9), 1016–1041.
- Kalasuba, K., Miranti, M., Rahayuningsih, S. R., Safriansyah, W., Syamsuri, R.

- R. P., Farabi, K., Oktavia, D., Alhasnawi, A. N., & Doni, F. (2023). Red Mangrove (*Rhizophora stylosa* Griff.)—A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacological Activities, and Prospects. *Plants*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/plants12112196>
- Lukács, A. F., Herczeg, G., & Kovács, G. M. (2025). Effects of dark septate endophytic fungi on the performance of non-mycorrhizal cabbage plants under normal and low water conditions. *Frontiers in Microbiology*, 16(July), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1593265>
- Maslahat, M., Biologi, P. S., Kimia, P. S., & Sareal, C. T. (2024). *Exploration of Indigenous Molds From Empty Palm Bunch Waste*. 14, 154–161.
- Mawarni, N. I. I., Erdiansyah, I., & Wardana, R. (2021). Isolasi Cendawan *Aspergillus* sp. pada Tanaman Padi Organik. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(1), 68–74. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v5i1.363>
- Naibaho, A. A., Harefa, M. S., Nainggolan, R. S., & Alfiaturahmah, V. L. (2022). Investigasi Pemanfaatan Hutan Mangrove dan Dampaknya Terhadap Daerah Pesisir di Pantai Mangrove Paluh Getah, Tanjung Rejo. *J-CoSE: Journal of Community Service & Empowerment*, 1(1), 22–33. <https://doi.org/10.58536/j-cose.v1i1.3>
- Nurhidayah A. (2021). Identifikasi Jamur Patogen Penyebab Dermatofitosis. *Program Studi Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Ilmu Keperawatan Dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 5, 8–17.
- Osing, P. K. A. S., Jondonero, M. A. P., Suson, P. D., Guihawan, J. Q., & Amparado, R. F. J. (2019). Species composition and diversity in a natural and reforested mangrove forests in Panguil Bay, Mindanao, Philippines. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 88(3), 88–102. <http://www.innspub.net>
- Paranetharan, M. S., Thirunavukkarasu, N., Rajamani, T., & Suryanarayanan, T. S. (2022). Biomass destructuring enzymes of fungal endophytes of mangrove roots. *Current Research in Environmental and Applied Mycology*, 12(1), 259–267. <https://doi.org/10.5943/CREAM/12/1/16>

- Purnama, F. (2022). *Isolasi dan Karakterisasi Dark Septate Endophyte dari Perakaran Eucalyptus pellita F. Muell.* 1–37.
- Putri, K. P., Syamsuwida, D., Widyani, N., Sudrajat, D. J., & Suita, E. (2022). *Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula Dan Dark Septate Endophyte Pada Bibit Balsa (Ochroma Pyramidale) Untuk Mendukung Rehabilitasi Lahan Kritis*
- Renwarin, N. M., Irwanto, I., Talaohu, M., Kehutanan, J., Pertanian, F., Pattimura, U., & Tial, D. (2024). *Identifikasi Jenis Dan Kerusakan Tumbuhan Mangrove Di Wilayah Pesisir Pantai Desa Tial Kecamatan Salahutu Identification Of Mangrove Plant Species And Damage In The Coastal Area Of Tial Village , Salahutu District*1(5), 467–479.
- Safira, N., Ernati, E., Syahril, S., Hadinata, F. W., Anggraini, R., Ikhsan, N., Utami, R. T., Ayhuan, H. V., & Ezraneti, R. (2023). Populasi Mangrove *Rhizophora stylosa* Griff. di Desa Kuala Langsa Kota Langsa: Distribusi Geografi, Struktur Demografi, Morfometrik Organ dan Karakteristik Penciri Morfometriknya. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 347–356.
- Saharani, N. P., Melani, K. D., Kumaladewi, L., Kautsar, M. F., & Maharani, N. S. (2025). Analisis Adaptasi dan Persebaran Spesies Mangrove di Jawa Tengah. *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, 27(1), 39.
- Sari Lubis, S., Sadria, R., Uswatun Annisa, dan, Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, P., & Ar-Raniry Banda Aceh, U. (2023). *Inventarisasi Fungi Patogen Pada Daun Bawang Merah (Allium cepa L.) Varietas Bima Brebes Inventory Of Pathogenic Fungi on Shallot Leaves (Allium cepa L.) Bima Brebes.* 578–586.
- Siti Nurfalinda, Fadila Sirwati, & Linda Advinda. (2023). Bio Sains : Jurnal Ilmiah Biologi. *Bio Sains Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(2), 62–66.
- Suanda, I. W. (2024). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Antagonisme terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016 Tanaman*(Harman, 251–257.

LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Pembimbing



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B- 260 /Un.08/FST/KP.07.5/05/2025

TENTANG

PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 498 Tahun 2024 Tentang Satuan Biaya Lainnya Tahun Anggaran 2025 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan : Keputusan Seminar Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 17 April 2025.
- Menetapkan :
Kesatu : Menunjuk Saudara:
1. Syafrina Sari Lubis, M.Si. Sebagai Pembimbing I
2. Arif Sardi, M.Si. Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing Skripsi:
Nama : **Dea Anisa**
NIM : **200703001**
Prodi : **Biologi**
Judul Skripsi : **Karakterisasi *Dark Septate Endophyte* (DSE) Dari Akar Bakau Kurap (*Rhizopora mucronata*) dan Bakau Totol (*Rhizopora stylosa*) Pada Mangrove Lampulo**
- Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2024/2025 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 21 Mei 2025
Dekan,

Muhammad Dirhamsyah

Tembusan:
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2. Surat Determinasi Sampel Titik Satu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
Jalan Syech Abdurrauf Nomor 3, Darussalam, Banda Aceh 23111, Gedung F Lt. 2
Laman: biologi.fmipa.usk.ac.id, Surel: biologi@usk.ac.id

Nomor : 434/UN11.F8.4/TA.00.03/2025
Hal : Determinasi Sampel Herbarium

05 Agustus 2025

Yth. Sdr. Dea Anisa
Mahasiswa UIN Ar-Raniry
Sains dan Teknologi
Banda Aceh

Bersama ini kami sampaikan bahwa telah dilakukan identifikasi tumbuhan **Bakau Kurap** (Titik 1) dengan klasifikasi taksonomi sebagai berikut :

Regnum/Kingdom	: Plantae
Sub Regnum/Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Divisio/Super Division	: Spermatophyta
Divisio/Division	: Magnoliophyta
Classis/Class	: Magnoliopsida
Sub Classis/Sub Class	: Rosidae
Ordo/Order	: Rhizophorales
Familla/Family	: Rhizophoraceae Pers.
Genus/Genus	: <i>Rhizophora</i> L.
Species/Species	: <i>Rhizophora mucronata</i> Lam.

Staf Pengajar yang mengidentifikasi:

Dr. Saida Rasnovi, S.Si., M.Si (NIP197111131997022002)

Demikian hasil identifikasi ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

Mengetahui,
Ketua Departemen Biologi,

Prof. Dr. Lenni Fitri, S.Si., MP
NIP-198207282006042002

Laboratorium Biosistemika
Kepala,

Prof. Dr. Syaukani, S.Si., M.Sc
NIP 197307271997021001

AR - RANIRY

Surat Determinasi Sampel Dua



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
Jalan Syech Abdurrauf Nomor 3, Darussalam, Banda Aceh 23111, Gedung F Lt. 2
Laman: biologi.fmipa.usk.ac.id, Surel: biologi@usk.ac.id

Nomor : 678/UN11.F8.4/TA.00.03/2025
Hal : Determinasi Sampel Herbarium

04 Agustus 2025

Yth. Sdr. Dea Anisa
Mahasiswa UIN Ar-Raniry
Sains dan Teknologi
Banda Aceh

Bersama ini kami sampaikan bahwa telah dilakukan identifikasi tumbuhan **Bakau (Titik 2)** dengan klasifikasi taksonomi sebagai berikut :

Regnum/Kingdom	: Plantae
Sub Regnum/Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Divisio/Super Division	: Spermatophyta
Divisio/Division	: Magnoliophyta
Classis/Class	: Magnoliopsida
Sub Classis/Sub Class	: Rosidae
Ordo/Order	: Rhizophorales
Familia/Family	: Rhizophoraceae Pers.
Genus/Genus	: <i>Rhizophora</i> L.
Species/Species	: <i>Rhizophora stylosa</i> Griff.

Staf Pengajar yang mengidentifikasi:

Dr. Saida Rasnovi, S.Si., M.Si (NIP197111131997022002)

Demikian hasil identifikasi ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

Mengetahui,
Ketua Departemen Biologi,

Prof. Dr. Lenni Fitri, S.Si., MP
NIP 198207282006042002

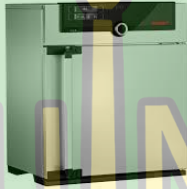
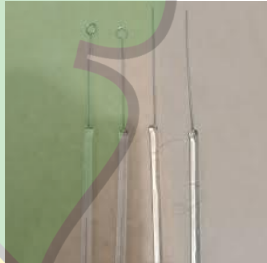
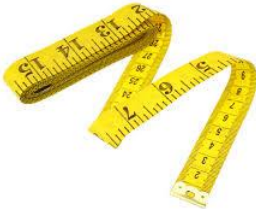
Laboratorium Biosistemika
Kepala,

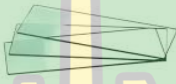
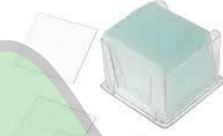
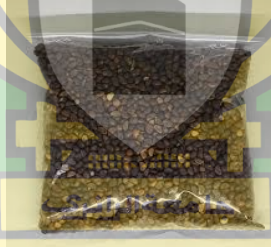
Prof. Dr. Syaukani, S.Si., M.Sc
NIP 197307271997021001

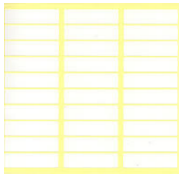
Lampiran 3. Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat dan Bahan Penelitian	Jumlah	Harga Unit	Total Harga
1	Alkohol 70%	1 Liter	Rp.50.000	Rp.50.000
	Kertas label	1 Pack	Rp.12.000	Rp.12.000
	Masker	1 Kotak	Rp.30.000	Rp.30.000
	Sewa Cawan petri	1 Kardus	Rp.10.000	Rp.200.000
	Alumunium foil	1 Roll	Rp.20.000	Rp.20.000
	Sarung tangan	1 Box	Rp.50.000	Rp.50.000
	Plastik wrap	2 Roll	Rp.15.000	Rp.30.000
	Botol semprot	1 Pics	Rp.10.000	Rp.10.000
	Plastik sampel	10 Buah	Rp.8.000	Rp.8.000
	Aquades	10 Liter	Rp.4.000	Rp.8.000
	Bayclean	500 ml	Rp.15.000	Rp.15.000
	Spiritus	2 Liter	Rp.45.000	Rp.45.000
	Media PDA	20 gr	Rp.5.000	Rp.100.000
	Media CMA	15 gr	Rp.5.500	Rp.82.500
	Media Bacteriological	10 gr	Rp.8.000	Rp.80.000
	Label Name	1 Pax	Rp.5.000	Rp.5000
	Biji Kangkug	1 Bungkus	Rp.5.000	Rp.5.000
	Plastik anti panas	2 ons	Rp.8.000	Rp.16.000
	Tisu	2 Pax	Rp.8.000	Rp.16.000
	Chloramphenicol	3 Strip	Rp.8.000	Rp.24.000
	Determinasi sampel	2 sampel	Rp.150.000	Rp.150.000
Total				Rp.956.500

Lamiran 4. Alat dan Bahan Penelitian

		
Bunsen	Erlenmeyer	Cawan Petri
		
Autoklaf	Oven	Laminar Air Flow
		
Timbangan digital	Alumunium foil	Jarum ose
		
<i>Magnetic stirer</i>	<i>Hot plate</i>	Meteran

		
Media PDA	Spiritus	Mikrotube
		
Botol Sampel	Object glass	Kaca penutup
		
Chloramphenicol	Biji kangkung	Pinset
		
Box styrofom	Aquadest	Tissu

		
Kertas label	Tabung reaksi	Rak tabung reaksi
		
Mikroskop	Vortex	Plastik wrap
		
Plastik sampel	Sarung tangan	Media CMA
		
Alkohol 70%	Clorox 20%	

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

Lampiran 1.1 Pengambilan Sampel



Lampiran 1.2 Pembuatan Media Dan Sterilisasi



Lampiran 1.3. Pencucian Akar Dan Isolasi



Lampiran 1.4 pemurnian

