



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**IDENTIFIKASI CENDAWAN PATOGEN PENYEBAB HAWAR
DAN BERCAK DAUN PADA *Eucalyptus camaldulensis*
BERDASARKAN WILAYAH RIBOSOMAL DNA (rDNA)
DALAM RANGKA MENINGKATKAN BIOSEKURITI HUTAN
DI INDONESIA**

HAMMANDA AURA DEWI 320200301013

Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER

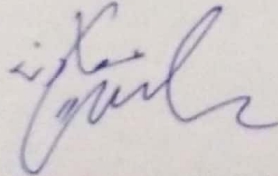
PROGRAM STUDI BIOLOGI

BOGOR 2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

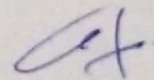
Nama : Hammanda Aura Dewi
NIM : 320200301013
Program Studi : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Militer
Judul Skripsi : Identifikasi Cendawan Patogen Penyebab Hawar
dan Bercak Daun pada *Eucalyptus camaldulensis*
Berdasarkan Wilayah Ribosomal DNA (rDNA) dalam
Rangka Meningkatkan Biosekuriti Hutan di Indonesia

Dosen Pembimbing 1,



Dr.rer.nat. Mo Awwanah, S.Si, M.Sc
Penata III/c NIP.198711062024032001
Tanggal: 17 juli 2024

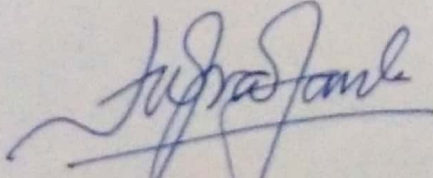
Dosen Pembimbing 2,



Dr. Neo Endra Lelana, S.Si., M.Si
Pembina Tingkat I IV/b
Tanggal: 17 juli 2024

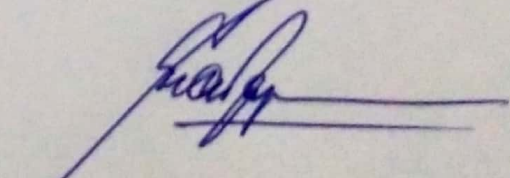
Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi,



Nurhadiyanta, S.Si., M.Si
Kolonel Ckm NRP. 32987
Tanggal: 17 juli 2024

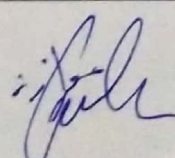
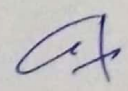
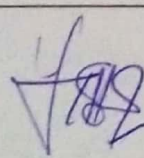
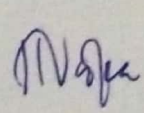
Dekan Fakultas MIPA Militer,



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal:

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Hammanda Aura Dewi
NIM : 320200301013
Program Studi : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Militer
Judul Skripsi : Identifikasi Cendawan Patogen Penyebab Hawar
dan Bercak Daun pada *Eucalyptus camaldulensis*
Berdasarkan Wilayah *Ribosomal DNA (rDNA)* dalam
Rangka Meningkatkan Biosekuriti Hutan di Indonesia

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing 1: Dr.rer.nat. Mo Awwanah, S.Si, M.Sc Penata III/c NIP. 198711062024032001		17 Juli 2024
2	Dosen Pembimbing 2: Dr. Neo Endra Lelana, S.Si., M.Si Pembina Tk.I IV/b NIP. 197811062003121004		17 Juli 2024
3	Dosen Penguji 1: Dr. Isna Arofatur Nikmah, S.Si., M.Si Penda Tk.I III/b NIP. 199206112022032001		17 Juli 2024
4	Dosen Penguji 2: Nabila Swarna Puspa Hermana, S.Si., M.Si Penda Tk.I III/b NIP. 199404272022032003		17 Juli 2024

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 1 April 2024



Hammanda Aura Dewi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hammanda Aura Dewi

NIM : 320200301013

Program Studi : Sarjana Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer

Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Identifikasi Selandan Patogen Penyebab Hawar dan Bercak Daun pada *Eucalyptus camaldulensis* Berdasarkan Wilayah Ribosomal DNA (rDNA) dalam Rangka Meningkatkan Biosekuriti Hutan di Indonesia

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor

Pada tanggal : 23 Juli 2024

Yang menyatakan



Hammanda Aura Dewi

NIM. 320200301013

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Identifikasi Cendawan Patogen Penyebab Hawar dan Bercak Daun pada *Eucalyptus camaldulensis* Berdasarkan Wilayah Ribosomal DNA (rDNA) dalam Rangka Meningkatkan Biosekuriti Hutan di Indonesia” dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmono Jaya Supena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia;
2. Kolonel (CKM) Nurhadiyanta, S.Si, M.Si, selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia;
3. Dr. rer.nat Mo Awwanah, S.Si, M.Sc, selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Dr. Neo Endra Lelana, S.Si, M.Si, selaku pembimbing kedua yang telah memberikan topik penelitian, bimbingan, arahan, saran, dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Dr. Isna Arofatur Nikmah, S.Si., M.Si, Dosen Nabila Swarna Puspa Hermawan, S.Si., M.Si, dan Dosen Nadya Farah, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku penguji yang telah memberikan masukan kepada peneliti, baik pada saat seminar proposal maupun seminar hasil dan sidang akhir;
6. Seluruh Dosen Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, yang telah berjasa memberikan ilmu, wawasan, pengalaman, dan keterampilan di bidang biologi, serta para staf yang banyak membantu peneliti sampai dengan akhir;
7. Ayahanda Sugeng Mulyono, ibunda Nunuk Indah Wati, serta saudara penulis Muhammad Haris Akbar, yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
8. Ameylia Maharani Akhda, Livia Zafira Adiyantara, Rafasyah Syafira Darsono, Aura Syifa Hazzaq, dan Dedat Prismantoro, selaku rekan seperjuangan di Laboratorium Ekologi dan Fisiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), yang telah memberikan semangat dan

motivasi dalam penyelesaian skripsi, serta Kak Shavira, Kak Fathiya dan Mas Taufiq yang telah banyak memberikan wawasan, dukungan, serta bantuan dalam proses penyelesaian skripsi;

9. Khoirul Fajril Jamil, Hudzaifah An-Naufal Fazasmara, Artanti Sekarini, dan Andi Thafida yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi;

10. Sahabat dan rekan seperjuangan prodi Biologi Cohort 1 yang sangat luar biasa dalam kebersamaan dan kekeluargaannya, serta telah menemani berjuang dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait dalam upaya pengembangan strategi pencegahan dan penanganan yang efektif terhadap patogen tanaman.



Bogor, 1 April 2024

Hammanda Aura Dewi

ABSTRAK

IDENTIFIKASI CENDAWAN PATOGEN PENYEBAB HAWAR DAN BERCAK DAUN PADA *Eucalyptus camaldulensis* BERDASARKAN WILAYAH RIBOSOMAL DNA (rDNA) DALAM RANGKA MENINGKATKAN BIOSEKURITI HUTAN DI INDONESIA

Eucalyptus telah banyak dibudidayakan karena pemanfaatannya dalam industri *pulp and paper*, namun menghadapi ancaman penyakit seperti hawar dan bercak daun. Pemanfaatan berbagai spesies *Eucalyptus*, salah satunya *Eucalyptus camaldulensis*, penting untuk menjaga keberlanjutan hutan tanaman industri di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cendawan yang berasosiasi dengan gejala hawar dan bercak daun pada *E. camaldulensis* untuk mencegah kerugian akibat serangan patogen dan meningkatkan biosekuriti hutan. Metode yang digunakan adalah *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan sekuensing menggunakan marka molekuler DNA ribosom antara lain *Internal Transcribed Spacer* (ITS), *Large Subunit Ribosomal DNA* (LSU), dan *Small Subunit Ribosomal DNA* (SSU). Analisis penyejajaran sekuen dilakukan menggunakan program *Basic Local Alignment Search Tool for nucleotide* (BLASTn) dengan membandingkan sekuen pada *database* GenBank dan analisis filogenetik multigen dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood* (ML) menggunakan program MEGA11. Hasil penelitian ini menunjukkan sebanyak 7 dari 9 isolat teridentifikasi sebagai *Diaporthe* sp., 1 isolat teridentifikasi sebagai *Aspergillus fumigatus*, dan 1 isolat teridentifikasi sebagai *Remotididymella* sp.. Ketiga genus yang diisolasi termasuk dalam divisi Ascomycota.

Kata kunci: pohon filogenetik, *Diaporthe* sp., *Aspergillus fumigatus*, *Remotididymella* sp.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF PATHOGENIC FUNGUS CAUSING BLIGHT AND LEAF SPOT ON *Eucalyptus camaldulensis* BASED ON RIBOSOMAL DNA (rDNA) REGIONS TO IMPROVE FOREST BIOSECURITY IN INDONESIA

Eucalyptus has been widely cultivated for its utilisation in the pulp and paper industry, but faces the threat of diseases such as blight and leaf spot. The utilisation of various *Eucalyptus* species, including *Eucalyptus camaldulensis*, is important to maintain the sustainability of industrial plantations in the future. This study aims to identify fungi associated with blight and leaf spot symptoms on *E. camaldulensis* to prevent losses due to pathogen attacks and improve forest biosecurity. The method used was Polymerase Chain Reaction (PCR) and sequencing using molecular markers of ribosomal DNA including Internal Transcribed Spacer (ITS), Large Subunit Ribosomal-DNA (LSU), and Small Subunit Ribosomal-DNA (SSU). Sequence alignment analysis was performed using the Basic Local Alignment Search Tool for nucleotide (BLASTn) program by comparing sequences in the GenBank database and multi-gene phylogenetic analysis was performed using the Maximum Likelihood (ML) method using the MEGA11 program. The results of this study showed that 7 out of 9 isolates were identified as *Diaporthe* sp., 1 isolate was identified as *Aspergillus fumigatus*, and 1 isolate was identified as *Remotididymella* sp.. The three isolated genera belong to the Ascomycota division.

Keywords: phylogenetic tree, *Diaporthe* sp., *Aspergillus fumigatus*, *Remotididymella* sp.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	17
2.3 Kerangka Berpikir.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Metode dan Desain Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21

3.3 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.4 Sampel Penelitian	23
3.5 Prosedur penelitian	23
3.6 Metode Analisis	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Kuantitas dan Kemurnian DNA Cendawan Patogen	30
4.2 Hasil PCR dan Elektroforesis Wilayah ITS, LSU, dan SSU...	31
4.3 Analisis Similarity dengan BLASTn	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Habitus <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir.....	20
Gambar 3.1 Posisi Primer untuk Amplifikasi SSU 18S, ITS, dan LSU 28S.	26
Gambar 4.1 Elektroforesis Gel Agarosa 1,5% Wilayah ITS, SSU, dan LSU.....	32
Gambar 4.2 Pohon Filogenetik Genus <i>Diaporthe</i> dengan Metode Maximum Likelihood (ML) dan Bootstrap 1000 Replikasi...	44
Gambar 4.3 Pohon Filogenetik Genus <i>Aspergillus</i> dengan Metode Maximum Likelihood (ML) dan Bootstrap 1000 Replikasi ...	49
Gambar 4.4 Pohon Filogenetik Famili Didymellaceae dengan Metode Maximum Likelihood (ML) dan Bootstrap 1000 Replikasi...	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Cendawan Patogen pada <i>Eucalyptus</i> spp.....	9
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu tentang Cendawan Patogen pada <i>Eucalyptus</i> spp.....	17
Tabel 3.1 Karakteristik Primer untuk Amplifikasi SSU 18S, ITS, dan LSU 28S.....	26
Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi dan Kemurnian DNA Cendawan Patogen yang Diisolasi dari Daun Bergejala Hawar dan Bercak pada <i>Eucalyptus</i> <i>camaldulensis</i> yang Dihasilkan dari Nanofotometer.....	30
Tabel 4.2 Analisis Similarity Sekuen Cendawan Patogen Tanaman <i>Eucalyptus camaldulensis</i> dengan Genbank Menggunakan BLASTn.....	37



DAFTAR SINGKATAN



AICc	: <i>Akaike information criterion</i>
BLASTn	: <i>Basic Local Alignment Search Tool for nucleotide</i>
BLI	: Badan Litbang dan Inovasi
BRIN	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
BT2	: Beta Tubulin
GTR	: <i>General Time Reversible</i>
G+I	: <i>Gamma distributed with Invariant Sites</i>
ITS	: <i>Internal Transcribed Spacer</i>
KLHK	: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
LAF	: <i>Laminar Air Flow</i>
LSU	: <i>Large subunit ribosomal-DNA</i>
MAFFT	: <i>Multiple Alignment using Fast Fourier Transform</i>
ML	: <i>Maximum likelihood</i>
MSA	: <i>Multiple Sequence Alignment</i>
NCBI	: <i>The National Center for Biotechnology Information</i>
NTC	: <i>No Template Control</i>
PCD	: <i>Programmed cell death</i>
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
PDA	: <i>Potato Dextrose Agar</i>
PR	: <i>Pathogenesis-related proteins</i>
rDNA	: <i>Ribosomal DNA</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
Rpb2	: Gen RNA polymerase II
SSU	: <i>Small subunit ribosomal-DNA</i>
TEF	: <i>Translation Elongation Factor 1-α</i>
Tub2	: Gen beta-tubulin parsial