

**IDENTIFIKASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA
(CMA) CULTURABLE ASOSIASI DENGAN *Pternandra azurea*
DAN *Timonius flavescens* ASAL HUTAN MARTABE,
SUMATRA UTARA**

NAIL IZZATUL MAULANI



**PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Identifikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Culturable* Asosiasi dengan *Pternandra azurea* dan *Timonius flavescens* Asal Hutan Martabe, Sumatra Utara” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2025

Nail Izzatul Maulani
G3501231042

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

NAIL IZZATUL MAULANI. Identifikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Culturable* Asosiasi dengan *Pternandra azurea* dan *Timonius flavescens* Asal Hutan Martabe, Sumatra Utara. Dibimbing oleh NAMPIAH SUKARNO dan ADI YULANDI.

Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) membentuk simbiosis mutualisme dengan akar tumbuhan inang. CMA mempunyai peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktifitas tanah. CMA hidup secara luas pada berbagai habitat atau ekosistem dengan beragam vegetasi. Efektivitas simbiosis dipengaruhi oleh spesies CMA (*culturable* atau *unculturable*) dan tumbuhan inang. Identifikasi CMA untuk menentukan spesies dengan karakteristik fungsional menjadi langkah penting guna mendapatkan manfaat optimum dalam penerapannya. Identifikasi spesies CMA dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu analisis morfologi spora dan molekuler menggunakan gen rRNA. Studi terkait keragaman CMA pada tumbuhan hutan tropis Indonesia masih relatif terbatas, terutama dalam aspek molekuler. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi CMA *culturable* yang berasosiasi dengan *Pternandra azurea* dan *Timonius flavescens* asal hutan Martabe, Sumatra Utara baik secara morfologi maupun molekuler.

Pembuatan kultur penangkaran CMA dari sampel tanah rizosfer *P. azurea* dan *T. flavescens* dilakukan menggunakan tanaman inang *Pueraria javanica*, *Sorghum vulgare* serta *Zea mays*. Spora CMA diisolasi dengan teknik penyaringan basah dan diinokulasikan pada akar tanaman *P. javanica* yang ditumbuhkan dalam cawan petri plastik berisi zeolit steril untuk memperoleh kultur spora murni. Spora kultur murni CMA diidentifikasi berdasarkan karakteristik morfologi meliputi bentuk, warna, ukuran, lapisan dinding sel, ornamentasi, hifa yang melekat pada dinding spora dan analisis molekuler dengan PCR menggunakan primer spesifik CMA AML1/AML2 dari wilayah rDNA SSU. Analisis kolonisasi dilakukan melalui pewarnaan akar pada larutan biru tripan serta pengamatan struktur CMA berupa arbuskula, vesikula, dan hifa internal.

Hasil inokulasi spora tunggal diperoleh 40 kultur murni CMA yang terdiri atas 24 kultur asal *P. azurea* dan 16 kultur asal *T. flavescens*. Sebanyak 19 dari 40 kultur murni menghasilkan sekitar 200 spora yang digunakan untuk analisis morfologi dan molekuler. Karakteristik morfologi spora mengelompokkan 19 kultur sebagai *Claroideoglossum lamellosum*, *C. claroideum*, *Acaulospora rehmanii*, *A. longula*, *A. kentinensis* serta *Glomus ambisporum*. Analisis filogenetik mengklasifikasikan semua kultur murni tersebut ke dalam *C. etunicatum*, *A. spinosa*, *A. longula*, dan *G. ambisporum*. Identifikasi molekuler menggunakan primer AML menghasilkan spesies CMA yang berbeda dengan identifikasi morfologi. Kultur murni CMA didominasi oleh *Claroideoglossum* baik pada *P. azurea* maupun *T. flavescens*. Spesies CMA paling beragam ditemukan di *P. azurea*. *A. longula* memiliki daya sporulasi paling tinggi di antara spesies lainnya. Semua spesies CMA yang diperoleh mengkolonisasi akar *P. javanica* dengan membentuk struktur arbuskula, vesikula serta hifa internal dan eksternal. Eksplorasi keragaman CMA penting dilakukan untuk meningkatkan peran ekologisnya pada berbagai ekosistem.

Kata kunci: Indonesia, kultur murni, molekuler, morfologi, spora

SUMMARY

NAIL IZZATUL MAULANI. Identification of Culturable Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Associated with *Pternandra azurea* and *Timonius flavescens* from Martabe Forest, North Sumatra. Supervised by NAMPIAH SUKARNO and ADI YULANDI.

Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) form a mutualistic symbiosis with host plant roots. AMF has an important role in increasing plant growth and soil productivity. AMF lives widely in various habitats or ecosystems with diverse vegetation. The effectiveness of symbiosis is influenced by AMF (culturable or unculturable) and host plant species. Identifying AMF to determine their species with functional characteristics is an important step in obtaining optimal benefits from its application. AMF species are identified through two approaches, spore morphology and molecular analyses using rRNA gene. Studies of AMF diversity in Indonesia's tropical forest plants are still relatively limited, especially molecular aspects. This research aimed to identify culturable AMF associated with *Pternandra azurea* and *Timonius flavescens* from Martabe forest, North Sumatra using morphological and molecular approaches.

The establishment of AMF trap cultures from rhizosphere soil samples of *P. azurea* and *T. flavescens* using *Pueraria javanica*, *Sorghum vulgare*, and *Zea mays* as hosts. AMF spores were isolated using wet sieving and decanting techniques, then inoculated on *P. javanica* roots grown in plastic petri plates containing sterile zeolite to obtain single-species cultures. AMF single-species culture spores were identified based on morphological characteristics of shape, color, size, cell wall layers, ornamentation, hyphae attached to spore wall and molecular analysis with PCR using AMF-specific primers AML1/AML2 of the SSU rDNA. Colonization analysis was done by staining roots in trypan blue solution and observing AMF structures like arbuscules, vesicles, and internal hyphae.

The results of single spore inoculation obtained 40 AMF single-species cultures consisting of 24 cultures from *P. azurea* and 16 cultures from *T. flavescens*. As many as 19 of 40 single-species cultures produced around 200 spores for morphological and molecular analysis. The spore morphological characteristics grouped 19 cultures as *Claroideoglossum lamellosum*, *C. claroideum*, *Acaulospora rehmanii*, *A. longula*, *A. kentinensis*, and *Glomus ambisporum*. Phylogenetic analysis classified all single-species cultures into *C. etunicatum*, *A. spinosa*, *A. longula*, and *G. ambisporum*. Molecular identification using AML primers resulted in different AMF species from morphological identification. *Claroideoglossum* was dominant AMF in *P. azurea* and *T. flavescens*. The most diverse AMF species was found in *P. azurea*. *A. longula* had the highest sporulation capacity among other species. All AMF species obtained colonized *P. javanica* roots by forming arbuscular, vesicle, and internal hyphae structures. Exploration of CMA diversity is important to increase its ecological role in various ecosystems.

Keywords: Indonesia, molecular, morphology, single-species culture, spore



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**IDENTIFIKASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA
(CMA) CULTURABLE ASOSIASI DENGAN *Pternandra azurea*
DAN *Timonius flavescens* ASAL HUTAN MARTABE,
SUMATRA UTARA**

NAIL IZZATUL MAULANI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Mikrobiologi

**PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Identifikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Culturable*
Asosiasi dengan *Pternandra azurea* dan *Timonius flavescens* Asal
Hutan Martabe, Sumatra Utara

Nama : Nail Izzatul Maulani

NIM : G3501231042

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Nampiah Sukarno

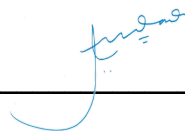


Digitally signed by:
Nampiah

Date: 8 Mei 2025 09:16:42 WIB
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Pembimbing 2:

Dr. Adi Yulandi, S.Si., M.T.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.

NIP 196203271987032001



Digitally signed by:
Anja Meryandini

Date: 8 Mei 2025 11:38:57 WIB
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.

NIP 197807232007011001



Digitally signed by:
Berry Juliandi

Date: 8 Mei 2025 19:49:16 WIB
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Tanggal Ujian:
11 Februari 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan Mei 2025 ini ialah cendawan mikoriza arbuskula, dengan judul “Identifikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Culturable* Asosiasi dengan *Pternandra szurea* dan *Timonus flavescens* Asal Hutan Martabe, Sumatra Utara”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Nampiah Sukarno dan Dr. Adi Yulandi, S.Si., M.T. yang telah membimbing serta banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT Agincourt Resources, Dr. Dra. Sri Listiyowati, M.Si., Dr. Kartini Kramadibrata, dan Ibu Pepi Elvavina beserta staf Laboratorium Penelitian Mikologi yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2025

Nail Izzatul Maulani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tumbuhan <i>Pternandra azurea</i> (Blume) Burkill	3
2.2 Tumbuhan <i>Timonius flavescens</i> (Jack) Baker	4
2.3 Cendawan Mikoriza Arbuskula	4
2.4 Analisis Morfologi dan Molekuler CMA	6
2.5 Peran Ekologis CMA	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Kerangka Penelitian	11
3.3 Alat dan Bahan	12
3.4 Prosedur Kerja	12
3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah	12
3.4.2 Pembuatan Kultur Penangkaran	12
3.4.3 Isolasi Spora	12
3.4.4 Pembuatan Kultur Spora Murni	13
3.4.5 Identifikasi Morfologi Spora	13
3.4.6 Identifikasi Molekuler Spora	13
3.4.7 Analisis Kolonisasi Akar	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil	15
4.1.1 Kultur Spora Murni	15
4.1.2 Identifikasi Morfologi Spora Kultur Murni	16
4.1.3 Identifikasi Molekuler Spora Kultur Murni	24
4.2 Pembahasan	26
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP	42



DAFTAR TABEL

1	Karakteristik morfologi spora dan struktur kolonisasi CMA	7
2	Durasi perkecambahan dan jumlah spora kultur murni CMA pascainokulasi	15
3	Hasil analisis homologi kultur spora murni CMA	25

DAFTAR GAMBAR

1	Tumbuhan <i>P. azurea</i>	3
2	Tumbuhan <i>T. flavescens</i>	4
3	Klasifikasi CMA	5
4	Struktur kolonisasi CMA pada tanah dan akar tumbuhan	6
5	Peta gen rRNA beserta pasangan primer untuk identifikasi CMA	8
6	Skema simbiosis CMA dengan tumbuhan dan perannya pada proses ekosistem	9
7	Alur penelitian	11
8	<i>Acaulospora kentinensis</i>	18
9	<i>Acaulospora longula</i>	19
10	<i>Acaulospora rehmi</i>	20
11	<i>Claroideoglossum claroideum</i>	21
12	<i>Claroideoglossum lamellosum</i>	23
13	<i>Glomus ambisporum</i>	24
14	Hasil elektroforesis produk PCR spora kultur murni CMA asal <i>P. azurea</i> dan <i>T. flavescens</i>	25
15	Pohon filogenetik kultur spora murni CMA yang dikonstruksi menggunakan metode <i>Neighbor-Joining</i> dengan nilai <i>bootstrap</i> 1000x	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Komposisi pupuk yang digunakan dalam penelitian (1 g per liter)	41
2	Kultur penangkaran menggunakan pot dengan tanaman <i>Pueraria javanica</i> , <i>Sorghum vulgare</i> , dan <i>Zea mays</i> sebagai inang	41
3	Kultur spora murni menggunakan cawan petri plastik dengan tanaman <i>P. javanica</i> sebagai inang	41