



EKSPLORASI KERAGAMAN BAKTERI ENDOFIT DARI KULIT BATANG DAN BATANG POHON MASOI (*Cryptocarya massoy*)

RUHMA SYIFWATUL JINAN



**PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Eksplorasi Keragaman Bakteri Endofit dari Kulit Batang dan Batang Pohon Masoi (*Cryptocarya massoy*)” 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, Juni 2026

Ruhma Syifwatul Jinan
G3501241023

- 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

RUHMA SYIFWATUL JINAN. Eksplorasi Keragaman Bakteri Endofit dari Kulit Batang dan Batang Pohon Masoi (*Cryptocarya massoy*). Dibimbing oleh YULIN LESTARI dan IRMANIDA BATUBARA.

Pohon masoi (*Cryptocarya massoy*) merupakan tanaman endemik Papua yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena menghasilkan minyak atsiri dengan kandungan utama *massoia lactone*, senyawa aromatik yang banyak dimanfaatkan dalam industri *fragrance*, pangan, dan kosmetik. Namun, produksi *massoia lactone* secara konvensional masih bergantung pada ekstraksi kulit batang pohon masoi, sehingga menimbulkan permasalahan keberlanjutan akibat eksploitasi tanaman secara terus-menerus. Oleh karena itu, eksplorasi mikroorganisme endofit menjadi salah satu pendekatan alternatif yang potensial untuk mendukung produksi senyawa tersebut secara lebih berkelanjutan. Keragaman dan komposisi komunitas bakteri endofit pada berbagai jaringan pohon masoi, meliputi batang (BP), kulit batang (KBP), dan ranting (KRC), dikaji menggunakan pendekatan kultur dan non-kultur. Pendekatan kultur digunakan untuk mengisolasi dan mengarakterisasi bakteri endofit, termasuk pengujian patogenisitas serta skrining awal aktivitas metabolik terkait lipid menggunakan pewarna *nile red*. Sementara itu, pendekatan non-kultur dilakukan melalui analisis *metabarcoding* gen 16S rRNA *full-length* (V1–V9) berbasis *Oxford Nanopore Technologies* (ONT).

Sebanyak 24 isolat bakteri endofit berhasil diperoleh, terdiri atas 6 isolat dari batang (BP), 11 isolat dari kulit batang (KBP), dan 7 isolat dari kulit ranting cabang (KRC). Berdasarkan hasil pewarnaan Gram, isolat tersebut terdiri atas 9 isolat Gram positif dan 15 isolat Gram negatif. Seluruh isolat menunjukkan sifat non-hemolitik dan 8 isolat menunjukkan fluoresensi positif pada uji *nile red*, yang mengindikasikan adanya aktivitas metabolik terkait akumulasi senyawa lipofilik. Hasil analisis *metabarcoding* menunjukkan adanya perbedaan komposisi komunitas bakteri antarjaringan tanaman. Filum *Proteobacteria* mendominasi seluruh sampel, sedangkan genus *Pantoea* terdeteksi sebagai genus dominan, terutama pada sampel ranting cabang (KRC). Selain itu, sebagian besar sekuens masih tergolong *unclassified*, yang menunjukkan adanya potensi keragaman mikroba endofit yang belum terkarakterisasi. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap jaringan pohon masoi merupakan mikrohabitat selektif bagi komunitas bakteri endofit dan berpotensi menjadi sumber kandidat mikroorganisme untuk pengembangan produksi senyawa lakton berbasis mikroba secara berkelanjutan.

Kata kunci: 16S rRNA; bakteri endofit; *Cryptocarya massoy*; *massoia lactone*; *metabarcoding*

SUMMARY

RUHMA SYIFWATUL JINAN. Exploration of Endophytic Bacterial Diversity from the Bark and Stem of Masoi Tree (*Cryptocarya massoy*). Supervised by YULIN LESTARI and IRMANIDA BATUBARA.

Cryptocarya massoy is an endemic plant of Papua with high economic value due to its production of essential oil containing massoia lactone as the major constituent, an aromatic compound widely used in the fragrance, food, and cosmetic industries. However, conventional production of massoia lactone still relies on the extraction of *C. massoy* bark, raising sustainability concerns due to the continuous exploitation of the plant. Therefore, the exploration of endophytic microorganisms represents a promising alternative approach for the sustainable production of this compound. The diversity and community composition of endophytic bacteria associated with different tissues of *C. massoy*, including stem (BP), bark (KBP), and twig (KRC), were investigated using both culture-dependent and culture-independent approaches. The culture-dependent approach was employed to isolate and characterize endophytic bacteria, including pathogenicity testing and preliminary screening of lipid-related metabolic activity using Nile Red staining. Meanwhile, the culture-independent approach was conducted through full-length (V1–V9) 16S rRNA gene metabarcoding using Oxford Nanopore Technologies (ONT).

A total of 24 endophytic bacterial isolates were successfully obtained, comprising 6 isolates from the stem (BP), 11 from the bark (KBP), and 7 from the twigs (KRC). Based on Gram staining, the isolates consisted of 9 Gram-positive and 15 Gram-negative bacteria. All isolates exhibited non-hemolytic characteristics, while eight isolates showed positive fluorescence in the Nile Red assay, indicating lipid-related metabolic activity associated with the accumulation of lipophilic compounds. Metabarcoding analysis revealed distinct bacterial community compositions among plant tissues. The phylum *Proteobacteria* dominated all samples, whereas the genus *Pantoea* was identified as the predominant genus, particularly in twig samples (KRC). In addition, a substantial proportion of sequences remained unclassified, suggesting the presence of potentially novel and yet uncharacterized endophytic bacterial diversity. Overall, these findings demonstrate that each tissue of *C. massoy* serves as a selective microhabitat for endophytic bacterial communities and represents a promising source of microbial candidates for the sustainable microbial-based production of lactone compounds.

Keywords: 16S rRNA gene; *Cryptocarya massoy*; endophytic bacteria; massoia lactone; metabarcoding



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 2026
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.



EKSPLORASI KERAGAMAN BAKTERI ENDOFIT DARI KULIT BATANG DAN BATANG POHON MASOI (*Cryptocarya massoy*)

RUHMA SYIFWATUL JINAN

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
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono D.E.A.

Judul Tesis : Eksplorasi Keragaman Bakteri Endofit dari Kulit Batang dan Batang Pohon Masoi (*Cryptocarya Massoy*)

Nama : Ruhma Syifwatul Jinan

NIM : G3501241023

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Yulin Lestari

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

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

NIP. 196203271987032001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:

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

NIP. 197807232007011001

Tanggal Ujian: 7 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan Mei 2026 ini berjudul “Eksplorasi Keragaman Bakteri Endofit dari Kulit Batang dan Batang Pohon Masoi (*Cryptocarya massoy*)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Yulin Lestari dan Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si. selaku komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, D.E.A., selaku penguji luar komisi pembimbing atas berbagai saran dan masukan yang diberikan untuk penyempurnaan karya ilmiah ini. Penghargaan penulis sampaikan kepada Program Pendidikan Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU), Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek), melalui skema pendanaan Penelitian BIMA yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen pengampu mata kuliah pada Program Studi Mikrobiologi IPB yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman akademik selama masa perkuliahan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Tani Hutan (KTH) TAREH, Kabupaten Fakfak, Papua Barat, atas izin dan bantuan selama proses pengambilan sampel penelitian. Selain itu, terima kasih disampaikan kepada seluruh staf dan laboran Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi (Bu Heni, Pak Aldi, dan Pak Septian), Laboratorium Terpadu IPB (Teh Eneng dan Mas Indra), serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian, analisis data, dan kegiatan akademik lainnya selama penelitian ini berlangsung.

Ungkapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, Abah Agus Tubadji dan Ibu Shofi Aslamiyati, serta kedua adik, Ilyah A'iffatus Sulhi dan Muhammad Wutsqol Hasin, atas doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta kepercayaan yang tidak pernah putus selama penulis menempuh pendidikan. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada sahabat, rekan-rekan mahasiswa Program Magister Mikrobiologi IPB angkatan 2024, teman-teman laboratorium, serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi selama proses perkuliahan, penelitian, dan penyusunan tesis ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang mikrobiologi, keanekaragaman bakteri endofit, serta pemanfaatan sumber daya hayati untuk pengembangan bioproduksi senyawa bernilai tinggi secara berkelanjutan.

Bogor, Juli 2026

Ruhma Syifwatul Jinan

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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 Masoi (<i>Cryptocarya massoy</i>)	3
2.1.1 Taksonomi dan Sebaran	3
2.1.2 Kandungan Kimia dan Potensi Ekonomi	4
2.2 Bakteri Endofit	6
2.3 Bakteri <i>Culturable</i> dan <i>Unculturable</i>	9
2.4 Produksi Senyawa <i>Lactone</i> oleh Mikroorganisme	9
2.5 <i>Metabarcoding</i> Gen 16S rRNA dan <i>Oxford Nanopore</i>	11
2.5.1 <i>Metabarcoding</i> Berbasis Gen 16S rRNA	11
2.5.2 Full-Length 16S rRNA (V1–V9)	12
2.5.3 <i>Oxford Nanopore Sequencing</i>	12
2.5.4 Kualitas Data dan Analisis Bioinformatika	13
III METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alur Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	14
3.4 Prosedur Kerja	15
3.4.1 Pengambilan Sampel Pohon Masoi	15
3.4.2 Preparasi Sampel	16
3.4.3 Isolasi Bakteri Endofit <i>Culturable</i>	16
3.4.4 Pemurnian dan Karakterisasi Morfologi Bakteri Endofit	16
3.4.5 Uji Patogenitas Bakteri Endofit (Hemolisis)	16
3.4.6 Penapisan Awal Bakteri Endofit Penghasil <i>massoia lactone</i>	17
3.4.7 Uji Fluoresensi <i>Nile Red</i> menggunakan Mikroskop Fluoresens	17
3.4.8 Analisis <i>Metabarcoding</i>	17
3.5 Analisis data	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Keragaman Isolat Bakteri Endofit <i>Culturable</i> Jaringan Pohon Masoi	19
4.2 Karakteristik Bakteri Endofit <i>Culturable</i> dari Jaringan Pohon Masoi	21
4.3 Potensi Produksi Senyawa <i>Lactone</i> oleh Bakteri Endofit <i>Culturable</i>	23
4.4 Visualisasi Akumulasi Senyawa pada Sel Bakteri Endofit	25
4.5 Keragaman Bakteri Endofit Berdasarkan <i>Metabarcoding</i>	26
4.5.1 Profil DNA Total Bakteri Endofit	26
4.5.2 Fragmen Gen 16S rRNA Bakteri Endofit	27
4.5.3 Informasi <i>Dataset Metabarcoding</i>	27



4.5.4	<i>Alpha Diversity</i>	28
4.5.5	Komposisi Komunitas Bakteri Endofit pada Jaringan Sampel	30
4.5.6	<i>Heatmap</i> Kelimpahan Relatif Genus Bakteri Endofit	32
V	SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1	Simpulan	34
5.2	Saran	34
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN	45
	RIWAYAT HIDUP	46

DAFTAR TABEL

1	Perbandingan komposisi konstituen kimia (area %) dalam minyak kulit kayu, kayu inti, dan buah <i>C. massoy</i>	4
2	Bakteri endofit yang diisolasi dari jaringan tanaman dan senyawa bioaktif yang dihasilkannya	8
3	Keragaman isolat bakteri endofit <i>culturable</i> dari berbagai jaringan pohon masoi	19
4	Karakteristik fenotipik isolat bakteri endofit dari berbagai jaringan pohon masoi	22
5	Profil kualitas isolat DNA berdasarkan konsentrasi, rasio kemurnian $A_{260/280}$ dan $A_{260/230}$ menggunakan spektrofotometer UV-Vis, serta kuantifikasi DNA menggunakan fluorometer <i>Qubit Nanodrop</i>	26
6	Ringkasan statistik hasil sekuensing berbasis <i>Oxford Nanopore Technologies</i> (ONT) pada sampel	28
7	<i>Alpha diversity</i> komunitas bakteri endofit pada berbagai jaringan <i>C. massoy</i>	29

DAFTAR GAMBAR

1	Prinsip Kerja <i>Nanopore Sequencing</i> pada <i>Oxford Nanopore Technology</i>	13
2	Diagram alir penelitian	14
3	Lokasi pengambilan sampel pohon <i>C. massoy</i> di Papua Barat, Indonesia	15
4	Keragaman pertumbuhan bakteri endofit dari jaringan pohon masoi berumur 2 hari pada media TSA	20
5	Keragaman pertumbuhan aktinobakteri endofit dari jaringan pohon masoi berumur 10 hari pada media ISP4	20
6	Keragaman morfologi koloni aktinobakteri pada media ISP4 dan YSA berumur 10 hari menggunakan mikroskop stereo	23
7	Tipe rantai spora aktinobakteri umur 10 hari menggunakan mikroskop, perbesaran 1000x dengan <i>slide culture</i>	23



8	Fluoresensi isolat bakteri endofit pada media MSM setelah pewarnaan <i>nile red</i>	24
9	Mikroskopi fluoresensi sel bakteri endofit yang diberi pewarna <i>nile red</i> dan diamati menggunakan mikroskop fluoresens dengan perbesaran 1000× dan skala 100µm	25
10	Elektrogram fragmen gen 16S rRNA bakteri endofit pada gel agarosa 1%	27
11	Distribusi jumlah OTUs bakteri endofit pada sampel KBP, BP, dan KRC yang divisualisasikan menggunakan diagram Venn	29
12	Komposisi 10 taksa bakteri endofit dengan kelimpahan relatif tertinggi pada KBP, BP, dan KRC. (A) Filum; (B) Genus	31
13	<i>Heatmap</i> kelimpahan spesies bakteri pada berbagai kelompok sampel (KBP, BP, KRC)	33

DAFTAR LAMPIRAN

1	Komposisi media <i>Tryptic Soy Agar</i> (TSA)	45
2	Komposisi media <i>International Streptomyces Project 4</i> (ISP4) agar	45
3	Komposisi media <i>Yeast Starch Agar</i> (YSA)	45
4	Komposisi media <i>Minimum Salt Agar</i> (MSA) + <i>nile red</i>	45