

METAGENOMIK KERAGAMAN KOMUNITAS FUNGI PADA TANAH MANGROVE TAMAN NASIONAL RAWA AOPA WATUMOHAI SULAWESI TENGGARA

MONITA LITANIA KOSWANDY



**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Metagenomik Keragaman Komunitas Fungi pada Tanah Mangrove Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai Sulawesi Tenggara” 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 karya ilmiah ini.

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

Bogor, 15 Januari 2026

Monita Litania Koswandy
G8401211046



@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.

ABSTRAK

MONITA LITANIA KOSWANDY. Metagenomik Keragaman Komunitas Fungi pada Tanah Mangrove Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai Sulawesi Tenggara. Dibimbing oleh RAHADIAN PRATAMA dan DIMAS ANDRIANTO.

Ekosistem mangrove berperan penting dalam mendukung keseimbangan lingkungan, melalui aktivitas mikroorganisme seperti fungi. Informasi terkait komunitas fungi di kawasan mangrove, seperti Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keragaman dan potensi fungsional komunitas fungi tanah mangrove TNRAW menggunakan pendekatan metagenomik berbasis sekuens ITS2. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel tanah dari lima titik, ekstraksi DNA, dan evaluasi kualitas hasil ekstraksi DNA. Sekuensing dilakukan dengan *Oxford Nanopore Technologies PromethION 2 Solo*, sedangkan analisis data menggunakan platform *UseGalaxy* dan *R*. Sekuensing seluruh sampel menghasilkan 378.926 sekuens dengan 77.666.929 basa. Keanekaragaman fungi pada seluruh sampel tanah mangrove tinggi dengan genus *Malassezia*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Neurospora*. Prediksi fungsional komunitas fungi menunjukkan aktivitas metabolisme energi, dan lipid. Keberadaan gen regulasi sel *RNA polymerase sigma-70 factor* menunjukkan kemampuan fungi beradaptasi terhadap lingkungan mangrove yang ekstrim.

Kata kunci: fungi, mangrove, metagenomik, PICRUSt2, TNRAW

ABSTRACT

MONITA LITANIA KOSWANDY. Metagenomic of Fungal Community Diversity in Mangrove Soil of Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai Sulawesi Tenggara. Supervised by RAHADIAN PRATAMA and DIMAS ANDRIANTO.

Mangrove ecosystems play an important role in maintaining environmental balance through the activities of microorganisms such as fungi. Information regarding fungal communities in mangrove ecosystems, such as Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, remains limited. This study aimed to identify the diversity and functional potential of soil fungal communities in the mangrove ecosystem of TNRAW using an ITS2-based metagenomic approach. The methods included soil sampling from five sites, DNA extraction, and evaluation of DNA extraction quality. Sequencing was performed using the *Oxford Nanopore Technologies PromethION 2 Solo* platform, while data analysis was conducted using the *UseGalaxy* platform and *R*. Sequencing of all samples generated a total of 378.926 sequences with 77.666.929 bases. Fungal diversity across all mangrove soil samples was high, with the genera *Malassezia*, *Fusarium*, *Aspergillus*, and *Neurospora* being dominant. Functional prediction of the fungal community indicated activities related to energy and lipid metabolism. The presence of regulatory genes encoding the *RNA polymerase sigma-70 factor* suggests the ability of fungi to adapt to the extreme environmental conditions of mangrove ecosystems.

Keywords: fungi, mangrove, metagenomics, PICRUSt2, TNRAW



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.

METAGENOMIK KERAGAMAN KOMUNITAS FUNGI PADA TANAH MANGROVE TAMAN NASIONAL RAWA AOPA WATUMOHAI SULAWESI TENGGARA

MONITA LITANIA KOSWANDY

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Biokimia

**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
2. Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.

Judul Skripsi : **Metagenomik Keragaman Komunitas Fungi Pada Tanah Mangrove Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai Sulawesi Tenggara**
Nama : **Monita Litania Koswandy**
Nim : **G8401211046**

Disetujui oleh:

Pembimbing 1:
Dr. rer. nat. Rahadian Pratama, S.Si., M.Si.
NIP. 202208198902051001



Pembimbing 2:
Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si.
NIP. 198311192009121003



Diketahui oleh:

Ketua Departemen Biokimia
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 197709152005012002



Tanggal Ujian: 15 Januari 2026

Tanggal Lulus:

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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan dengan judul “Metagenomik Keragaman Komunitas Fungi Pada Tanah Mangrove Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai Sulawesi Tenggara”.

Keberhasilan penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan semua pihak terkait. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr.rer.nat Rahadian Pratama, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran dan bantuan dalam menyusun karya ilmiah ini. Serta memberikan izin untuk turut berkontribusi dalam kegiatan penelitian Metagenomik komunitas fungi TNRAW.
2. Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran dan bantuan dalam menyusun skripsi ini.
3. Tim peneliti SPUN, Dr. Valeria Verone dari National University of Singapore (NUS), Dr. Nur Edy dari Universitas Tadulako, Khalid Hafazallah, Agusti Randi, Roland Putra Pribadi Ahmad serta Tim Ranger yang telah mengambil sampel tanah di ekosistem mangrove secara langsung.
4. Yayasan Satriabudi Dharma Setya yang telah memberikan dukungan fasilitas selama penelitian berlangsung.
5. Orang tua dan adik saya yang telah memberikan support dalam berbagai bentuk dan dalam keadaan apapun terus mengusahakan pendidikan yang terbaik, tak lepas pula doa serta harapan baik yang tidak berhenti terucap.
6. Diri sendiri,atas ketekunan, kesabaran, dan semangat dalam menjalani seluruh proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini hingga dapat selesai.
7. Teman-teman projek penelitian pada Kawasan TNRAW dan sebimbingan pak Rahadian (Kak Alfi, Kuku, Yana, Catellia, Day, Ellen, dan Rava) yang banyak membantu proses penelitian dalam berbagai aspek dan kendala penyusunan karya ilmiah.

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

Bogor, 15 Januari 2025
Monita Litania Koswandy

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Ekosistem Mangrove di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai	3
2.2 Keanekaragaman Mikrobiom Fungi di Indonesia	4
2.3 <i>Targeted Sequencing</i> Marka Gen Fungi	6
2.4 Sekuensing dengan <i>Oxford Nanopore Technologies</i>	9
2.5 Platform Bioinformatika	11
III METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Prosedur Kerja	15
3.4 Analisis Bioinformatika	19
IV HASIL	22
4.1 Integritas, Kemurnian dan Kualitas DNA	22
4.2 Amplifikasi fragmen genetik target fungi	23
4.3 Data Bioinformatika	24
V PEMBAHASAN	31
5.1 Integritas, Kemurnian, dan Kualitas DNA	31
5.2 Amplifikasi Fragmen Genetik Target Fungi	33
5.3 Data Bioinformatika	34
VI PENUTUP	42
6.1 Simpulan	42
6.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	49



DAFTAR TABEL

1 Lokasi pengambilan sampel tanah	16
2 Parameter sekuensing	19
3 Kualitas Kemurnian DNA dengan <i>Nanophotometer</i>	22
4 Kualitas pada qubit pasca purifikasi	23
5 NanoPlot report sampel M1 – M5	26
6 Klasifikasi Taksonomi menggunakan Pavian	26

DAFTAR GAMBAR

1 Peta Wilayah Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai.	4
2 Jumlah jenis fungi di Indonesia tahun 2014 dan 2017.	5
3 Spesies jamur mikoriza arbuskular.	6
4 Primer yang umum digunakan untuk mengamplifikasi sebagian atau seluruh wilayah ITS.	7
5 Prinsip kerja PCR.	7
6 Prinsip kerja elektroforesis gel agarose.	9
7 Prinsip sekuensing <i>nanopore</i> .	10
8 PromethION 2 Solo.	11
9 <i>Workflow</i> Galaxy Cloudman.	12
10 <i>Workflow</i> PICRUST2.	14
11 Visualisasi Kualitas DNA Fungi Setelah Ekstraksi dengan marker DNA <i>Ladder</i>	22
12 Visualisasi sampel DNA hasil amplifikasi PCR pada gel agarosa 1%	23
13 Visualisasi hasil nanoplot pada sampel.	25
14 <i>Heatmap</i> komunitas fungi pada sampel tanah mangrove TNRAW	27
15 Visualisasi <i>relative abundance</i> fungi tanah mangrove TNRAW	27
16 Kurva <i>rarefaction</i> dari sampel tanah mangrove TNRAW	28
17 <i>Non-metric multidimensional scaling</i> (NMDS) dari komunitas fungi	29
18 Hasil visualisasi heatmap terhadap data KO	29
19 Hasil visualisasi heatmap terhadap data Pathway	30

DAFTAR LAMPIRAN

1 Bagan alir penelitian	50
2 Hasil <i>quality control</i> Nanoplot	51
3 Visualisasi taksonomi dengan pavian	52