

# **METAGENOMIK KOMPARATIF EKOSISTEM TANAH ARBORETUM DAN HUTAN CIKABAYAN KAMPUS IPB DRAMAGA**

**CHERIL NAULIAN PINANDA**



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



## @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 skripsi dengan judul “Metagenomik Komparatif Ekosistem Tanah Arboretum dan Hutan Cikabayan Kampus IPB Dramaga” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juli 2026

Cheril Naulian Pinanda  
G8401221085



## @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

CHERIL NAULIAN PINANDA. Metagenomik Komparatif Ekosistem Tanah Arboretum dan Hutan Cikabayan Kampus IPB Dramaga. Dibimbing Oleh RAHADIAN PRATAMA dan HUSNAWATI.

Kawasan IPB Dramaga memiliki salah dua ekosistem hutan, yaitu Arboretum Fahutan dan Hutan Cikabayan yang berperan penting dalam mendukung fungsi ekologis tanah. Pendekatan metagenomik memungkinkan pengungkapan komposisi taksonomi dan potensi gen fungsional dari kedua ekosistem tanah ini. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan struktur komunitas dan gen fungsional mikroba tanah dari Arboretum dan Hutan Cikabayan Kampus IPB. DNA tanah diekstraksi menggunakan FastDNA *SPIN Kit for Soil*, dilanjutkan *library preparation* dengan kit *Rapid Barcoding Kit 24 V14* dan dilakukan sekuensing menggunakan *platform* PromethION 2 Solo dengan R10.4.1 *flow cell* dari ONT. Data hasil sekuensing dianalisis bioinformatika untuk mengevaluasi struktur komunitas dan anotasi gen fungsional. Hasil menunjukkan bahwa kedua ekosistem memiliki kecenderungan pola komposisi taksonomi yang berbeda. Tanah Hutan Cikabayan memiliki kelimpahan relatif fungi yang lebih tinggi dibandingkan Arboretum, sampel tanah Arboretum memiliki kelimpahan yang menonjol pada genus *Streptomyces*. Temuan taksonomi memiliki kecenderungan yang serupa dengan analisis gen fungsional, Arboretum menunjukkan dominasi pada jalur/gen biosintesis metabolit sekunder, sedangkan Hutan Cikabayan cenderung beradaptasi pada pemanfaatan sumber karbon kompleks.

Kata kunci: ekosistem tanah hutan, gen fungsional, metagenomik, struktur komunitas mikroba.

## ABSTRACT

CHERIL NAULIAN PINANDA. Comparative Metagenomics of Soil Ecosystems in the Arboretum and Cikabayan Forest, IPB Dramaga Campus. Supervised by RAHADIAN PRATAMA and HUSNAWATI.

The IPB Dramaga area includes two vital forest ecosystems, the Fahutan Arboretum and Cikabayan Forest, which support essential soil ecological functions. This study employs a metagenomic approach to analyze differences in microbial community structures and functional gene potentials between these sites. Soil DNA was extracted using the FastDNA *SPIN Kit for Soil*, with library preparation via the *Rapid Barcoding Kit 24 V14* and sequencing on the Oxford Nanopore PromethION 2 Solo platform (R10.4.1 flow cells). Bioinformatic analysis revealed distinct taxonomic patterns between the two ecosystems. Cikabayan Forest soil exhibited a higher relative abundance of fungi, while the Arboretum showed a significant presence of the genus *Streptomyces*. These taxonomic shifts align with functional gene annotations, the Arboretum is dominated by secondary metabolite biosynthesis pathways, whereas the Cikabayan Forest microbial community appears adapted to the degradation of complex carbon sources. These findings

highlight how differing forest environments shape the functional capabilities of soil microbiomes.

**Keywords:** *functional genes, forest soil ecosystems, metagenomics, microbial community structure.*

@Hak cipta milik IPB University

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 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.*



## @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.

# **METAGENOMIK KOMPARATIF EKOSISTEM TANAH ARBORETUM DAN HUTAN CIKABAYAN KAMPUS IPB DRAMAGA**

**CHERIL NAULIAN PINANDA**

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 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 Ukhradiya Magharaniq Safira P, S.Si., M.Si.
- 2 Prof. Dr. Waras Nurchlois, S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Metagenomik Komparatif Ekosistem Tanah Arboretum dan Hutan  
Cikabayan Kampus IPB Dramaga  
Nama : Cheril Naulian Pinanda  
NIM : G8401221085

@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.

Disetujui oleh

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



Pembimbing 2:  
Dr. dr. Husnawati, S.Ked., M.Si.



Diketahui oleh



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





## @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 sehingga usulan penelitian yang berjudul “Metagenomik Komparatif Ekosistem Tanah Arboretum dan Hutan Cikabayan Kampus IPB Dramaga” berhasil diselesaikan. Penulisan skripsi ini disusun sebagai syarat kelulusan dan memperoleh gelar sarjana pada Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari bahwa selama proses penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr.rer.nat. Rahadian Pratama, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing pertama sekaligus penggagas penelitian ini atas segala bimbingan, arahan, dan dukungan yang diberikan selama proses penyusunan penelitian.
2. Dr. dr. Husnawati, S.Ked., M.Si sebagai pembimbing kedua, yang telah memberi ilmu dan saran kritik kepada penulis dalam menyelesaikan usulan penelitian ini.
3. Para laboran laboratorium Biokimia dan staf tenaga didik Biokimia atas dukungan selama proses penelitian.
4. Kedua orang tua penulis Miranda Florida dan Nikson M Napitupulu, serta saudara-saudara penulis Christy Vaskhalina, Checilia Mayra Hermin, Chello Hotasi Natanael atas doa, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis selama mengerjakan skripsi ini.
5. Annisa J. Moureen selaku rekan penelitian dan diskusi selama proses penelitian dan pengerjaan skripsi.
6. Teman-teman dekat penulis yaitu, Nabilah, Zahra, Kamila, Maryam, Lulu, Najmi, Ayu Balda, Devi, Tasya, atas motivasi dan dukungannya dalam penulisan skripsi ini.
7. Teman-teman seperbimbingan dan Biokimia 59 (Rubisco) atas dukungan dan kasih sayangnya selama proses penyusunan skripsi.
8. Penelitian ini didukung oleh Dana Hibah Program Penelitian Dosen Muda Tahun Anggaran 2025 untuk Dr. Rahadian Pratama dengan nomor 1159/IT3.D10/PT01/03/P/B/2025.
9. PaninBank dan Yayasan Satriabudi Dharma Setia (YSDS) atas dukungan fasilitas serta pemanfaatan instrumen laboratorium yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan seiring dengan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

*Cheril Naulian Pinanda*



## @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 GAMBAR                                                 | x  |
| DAFTAR TABEL                                                  | x  |
| DAFTAR LAMPIRAN                                               | x  |
| 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  |
| 1.6 Ruang Lingkup                                             | 2  |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                           | 3  |
| 2.1 Ekosistem dan Komunitas Mikrobiota Hutan                  | 3  |
| 2.2 Gen Fungsional                                            | 5  |
| 2.3 Pendekatan <i>Whole Metagenome Sequencing</i> (WMS)       | 6  |
| 2.4 Analisis Bioinformatika dengan UseGalaxy                  | 9  |
| III METODE                                                    | 12 |
| 3.1 Waktu dan Tempat                                          | 12 |
| 3.2 Alat dan Bahan                                            | 12 |
| 3.3 Prosedur Kerja                                            | 12 |
| 3.4 Analisis Bioinformatika                                   | 16 |
| IV HASIL                                                      | 19 |
| 4.1 Kuantifikasi DNA                                          | 19 |
| 4.2 Integritas DNA                                            | 19 |
| 4.3 Evaluasi Kualitas Hasil Sekuensing                        | 20 |
| 4.4 Analisis Struktur Komunitas Tanah Arboretum dan Hutan IPB | 22 |
| 4.5 Evaluasi Hasil <i>Assembly</i> Menggunakan Quast          | 25 |
| 4.6 Anotasi Gen Fungsional dengan EggNOG-mapper               | 26 |
| V PEMBAHASAN                                                  | 30 |
| 5.1 Kuantifikasi DNA                                          | 30 |
| 5.2 Integritas DNA                                            | 30 |
| 5.3 Evaluasi hasil sekuensing dengan Nanoplot                 | 31 |
| 5.4 Analisis Struktur Komunitas Tanah Arboretum dan Hutan IPB | 32 |
| 5.5 Evaluasi Hasil <i>Assembly</i> Menggunakan Quast          | 35 |
| 5.6 Anotasi Gen Fungsional dengan EggNOG-mapper               | 36 |
| VI SIMPULAN DAN SARAN                                         | 41 |
| 6.1 Simpulan                                                  | 41 |
| 6.2 Saran                                                     | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                | 42 |
| LAMPIRAN                                                      | 53 |
| RIWAYAT HIDUP                                                 | 57 |

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                       |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Kelimpahan relatif filum (A dan C) dan kelas (B dan D) bakteri serta fungsi tanah dominan                                             | 4  |
|    | Analisis <i>random forest</i> gen-gen prediktor <i>priming effect</i>                                                                 | 6  |
|    | Teknologi sekuensing <i>long reads</i>                                                                                                | 7  |
|    | Prinsip kerja sekuensing dengan <i>nanopore</i>                                                                                       | 9  |
|    | Interface dari server Galaxy                                                                                                          | 10 |
|    | Gel elektroforesis sampel ARB dan HUT                                                                                                 | 20 |
|    | Plot titik antara panjang <i>reads</i> dengan rata-rata kualitas <i>reads</i> , (a) ARB1, (b) ARB3, (c) HUT3                          | 21 |
|    | Kurva rarefaksi sampel tanah Arboretum dan Hutan IPB                                                                                  | 22 |
|    | <i>Bar plot</i> distribusi relatif takson pada tingkat (a) filum, (b) famili, (c) genus pada sampel Arboretum dan Hutan IPB           | 24 |
| 10 | <i>Heatmap</i> komposisi struktural mikroba pada sampel ARB1, ARB3, dan HUT3                                                          | 25 |
| 11 | Distribusi kelimpahan kategori fungsional berdasarkan anotasi COG pada sampel metagenomik (a) ARB dan (b) HUT                         | 27 |
| 12 | Distribusi kelimpahan kategori fungsional berdasarkan anotasi KEGG <i>Pathways</i> pada sampel metagenomik (a) ARB dan (b) HUT        | 28 |
| 13 | Distribusi kelimpahan kategori gen ortolog berdasarkan anotasi KEGG <i>Orthology</i> (KO) pada sampel metagenomik (a) ARB dan (b) HUT | 29 |
| 14 | Kelimpahan relatif analisis CAZy <i>class</i> untuk sampel metagenomik ARB dan HUT                                                    | 29 |

## DAFTAR TABEL

|   |                                                               |    |
|---|---------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Parameter <i>basecalling</i>                                  | 16 |
| 2 | Hasil kemurnian dan konsentrasi DNA sampel ARB dan HUT        | 19 |
| 3 | Evaluasi hasil sekuensing dengan Nanoplot                     | 21 |
| 4 | Ringkasan klasifikasi menggunakan situs Pavian                | 22 |
| 5 | Evaluasi hasil <i>assembly</i> sampel Arboretum dan Hutan IPB | 26 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                        |    |
|---|--------------------------------------------------------|----|
| 1 | Bagan alir penelitian                                  | 54 |
| 2 | Metadata Pengambilan Sampel Arboretum dan Hutan IPB    | 55 |
| 3 | Sampel Tanah Arboretum dan Hutan Cikabayan IPB Dramaga | 56 |