

EKSPLORASI BIODIVERSITAS STRUKTUR KOMUNITAS BAKTERI PADA FESES MONYET EKOR PANJANG (*Macaca fascicularis*) DI IPB UNIVERSITY

NADYA SHAFINA YUWANA



**DEPARTEMEN BIOKIMA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**





PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Eksplorasi Biodiversitas Struktur Komunitas Bakteri pada Feses Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di IPB University” 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, Juni 2026

Nadya Shafina Yuwana
G8401221099





ABSTRAK

NADYA SHAFINA YUWANA. Eksplorasi Biodiversitas Struktur Komunitas Bakteri pada Feses Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di IPB University. Dibimbing oleh RAHADIAN PRATAMA dan PUJI RIANTI.

Mikrobiota usus berperan penting dalam menjaga keseimbangan fisiologis inang, terutama dalam proses pencernaan, metabolisme, dan sistem imun. Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) yang hidup bebas di lingkungan IPB University memiliki pola makan yang beragam akibat interaksi dengan lingkungan dan aktivitas manusia, sehingga berpotensi memengaruhi komposisi mikrobiota ususnya. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi biodiversitas serta struktur komunitas bakteri pada feses monyet ekor panjang di lingkungan IPB University menggunakan pendekatan metagenomik. Sampel feses dianalisis melalui ekstraksi DNA, evaluasi kualitas DNA, dan sekuensing menggunakan teknologi Oxford Nanopore. Data sekuensing dianalisis secara bioinformatika menggunakan platform UseGalaxy dan software R melalui klasifikasi taksonomi menggunakan Kraken2 serta anotasi gen fungsional menggunakan eggNOG-mapper. Hasil keragaman bakteri antar sampel memiliki variasi genus dominan yaitu sampel MEP B2 dengan *Vescimonas* sementara MEP B3 didominasi *Acinetobacter* yang mengindikasikan dua kelompok monyet yang berbeda sehingga pola diet berbeda. Analisis gen fungsional mengungkap dominasi pada gen yang berperan dalam metabolisme, transport membran, dan mekanisme pertahanan sel serta gen resistensi logam berat dan antibiotik pada kedua sampel yang berpotensi dimanfaatkan dalam riset selanjutnya.

Kata kunci: mikrobiota usus, *Macaca fascicularis*, metagenomik, Oxford Nanopore, UseGalaxy

ABSTRACT

NADYA SHAFINA YUWANA. Exploration of Bacterial Community Structure Diversity in the Feces of Long-Tailed Macaques (*Macaca fascicularis*) at IPB University). Supervised by RAHADIAN PRATAMA and PUJI RIANTI.

The gut microbiota plays an important role in maintaining host physiological balance, particularly in digestion, metabolism, and immune function. The long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) inhabiting the IPB University environment exhibits diverse feeding behavior due to interactions with both natural surroundings and human activities, which may influence the composition of its gut microbiota. This study aimed to explore the biodiversity and structure of bacterial communities in fecal samples of long-tailed macaques at IPB University using a metagenomic approach. Fecal samples were analyzed through DNA extraction, DNA quality assessment, and sequencing using Oxford Nanopore technology. Sequencing data were analyzed using bioinformatics tools through the UseGalaxy platform and R software, including taxonomic classification using Kraken2 and functional gene annotation using eggNOG-mapper. The results showed variation in bacterial diversity between samples, with MEP B2 dominated by the genus *Vescimonas*, while MEP B3 was dominated by *Acinetobacter*, indicating two different monkey groups with distinct dietary patterns. Functional gene analysis revealed a dominance of genes involved in metabolism, membrane transport, and cell defense mechanisms, as well as heavy metal and antibiotic resistance genes in both samples, which may provide valuable insights for future research.

Keywords: gut microbiota, *Macaca fascicularis*, metagenomics, Oxford Nanopore, UseGalaxy

@Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.



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 BIODIVERSITAS STRUKTUR KOMUNITAS
BAKTERI PADA FESES MONYET EKOR PANJANG
(*Macaca fascicularis*) DI IPB UNIVERSITY**

NADYA SHAFINA YUWANA

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

**DEPARTEMEN BOKIMA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN 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 Prof. Dr. Waras Nurcholis, S.Si., M.Si.
- 2 Dr. Syaefudin, S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Eksplorasi Biodiversitas Struktur Komunitas Bakteri pada Feses
Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di IPB University

Nama : Nadya Shafina Yuwana
NIM : G8401221099

@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.
NIP 202208198902051001

Pembimbing 2:
Dr. Puji Rianti, S.Si., M.Si.
NIP 198302222012122000

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Biokimia :
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP 197709152005012002







PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Karya ilmiah ini mengangkat judul “Eksplorasi Biodiversitas Struktur Komunitas Bakteri pada Teses Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di IPB University”. Penyusunan karya ilmiah ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University.

Penelitian ini didukung oleh Dana Hibah Program Penelitian Dosen Muda Tahun Anggaran 2025 untuk Dr. Rahadian Pratama, dengan nomor 11599/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2025

Penyusunan dan penulisan Karya Ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak, terutama kepada:

1. Dr. Mega Safitri, S.Si., M.Si., selaku Ketua Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
2. Dr. rer. nat. Rahadian Pratama S. Si., M.Si., dan Dr. Puji , S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran selama penyusunan karya ilmiah.
3. Penulis mengucapkan terima kasih kepada PaninBank dan Yayasan Satriabudi Dharma Setia (YSDS) atas dukungan fasilitas serta pemanfaatan instrumen laboratorium yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini
4. Hendra Yuwana (Ayah) dan Debi Efrida (Bunda) penulis tersayang atas segala doa yang senantiasa dipanjatkan tanpa henti, perhatian, kasih sayang, ketulusan, dan dukungan yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis sehingga selalu menjadi sumber kekuatan serta motivasi dalam menghadapi berbagai tantangan sejak awal pendidikan hingga penulis mencapai jenjang ini.
5. Seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, perhatian, serta dukungan moral kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proses studi hingga penyusunan karya ilmiah.
6. Muhammad Aqil Siradj, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan studi penulis selama dua tahun terakhir ini yang senantiasa menemani, mendengarkan keluh kesah, membantu dengan penuh pengertian, kesabaran, ketulusan, dukungan serta menjadi tempat berbagi cerita di tengah tekanan selama perjalanan studi.
7. Teman terdekat penulis, Douze (Salsa, Zalfa, Aszizah, Syabilla, Davienna, Tanaya, Jihan, Amanda, Yaya, Aca, dan Rara), dan JJ (Selda, Naava, Fia, Grace, Citra, Rifa, Jihan, dan Tanaya) teman seperjuangan penulis yang selalu mengisi perjalanan studi penulis di departemen biokimia ini dengan penuh suka, kebersamaan, ketulusan, serta dukungan yang menjadikan proses perjalanan ini semakin bermakna.
8. Teman-teman satu bimbingan Bapak Rahadian (Salsa, Sydney, Zulfa, Aulia, Tillah, Farel, Maryam, Ilham, Cheril, Annisa, Dyaning, dan Firli) atas diskusi, dukungan, serta semangat yang selalu diberikan selama proses penyusunan karya ilmiah ini.

Dengan segala hormat mohon maaf jika terdapat kesalahan baik secara lisan maupun tulisan seiring penulisan karya ilmiah. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Nadya Shafina Yuwana



- 



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
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 Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i>)	3
2.2 Metagenomik diversitas mikrobiom pada <i>gut</i> primata	4
2.3 <i>Whole Metagenome Sequencing</i>	5
2.4 Analisis Bioinformatika	8
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.4 Analisis Data Bioinformatika	17
IV HASIL	18
4.1 Pengukuran Kemurnian DNA dengan Nanodrop	18
4.2 Pengukuran Konsentrasi DNA dengan Quantus Fluorometer	18
4.3 Integritas DNA berdasarkan Elektroforesis Gel Agarosa	18
4.4 Evaluasi Hasil Sekuensing	19
4.5 Analisis Klasifikasi Struktur Taksonomi Bakteri	21
4.6 Analisis dan Anotasi Gen Fungsional	26
V PEMBAHASAN	30
5.1 Evaluasi Hasil Kualitas DNA <i>Gut</i> Monyet Ekor Panjang	30
5.2 Evaluasi Hasil Sekuensing	32
5.3 Analisis Klasifikasi Struktur Komunitas Bakteri	34
5.4 Analisis dan Anotasi Gen Fungsional	38
VI SIMPULAN DAN SARAN	45
6.1 Simpulan	45
6.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	54

@Hak cipta milik IPB University

DAFTAR TABEL

1	Parameter <i>basecalling</i>	16
2	Hasil Pemurnian DNA Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i>)	18
3	Hasil pengukuran konsentrasi DNA sampel MEP	18
4	Hasil evaluasi kualitas sekuensing	20
5	Organisme terklasifikasi pada sampel <i>gut</i> Monyet Ekor Panjang	21

DAFTAR GAMBAR

1	Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i>)	3
2	Skema pendekatan analisis komunitas dan fungsi <i>gut microbiome</i>	5
3	Alur <i>whole metagenome sequencing</i>	6
4	Perbedaan <i>Amplicon Sequencing</i> dan <i>Metagenomics Sequencing</i>	6
5	Mekanisme <i>sequencing</i> berbasis <i>Nanopore Technologies</i>	7
6	<i>Workflow Platform UseGalaxy</i> untuk metagenom	10
7	Peta <i>sampling</i> Monyet Ekor Panjang	12
8	Visualisasi fragmen DNA hasil isolasi	19
9	Grafik hubungan antara panjang bacaan dan nilai kualitas bacaan	21
10	<i>Stacked bar</i> plot komunitas bakteri pada taksonomi tingkat filum	22
11	<i>Stacked bar</i> plot komunitas bakteri pada taksonomi tingkat famili	23
12	<i>Stacked bar</i> plot komunitas bakteri pada taksonomi tingkat genus	24
13	Kurva rarefaksi hasil kedalaman sekuensing sampel <i>gut</i> MEP	24
14	<i>Heatmap</i> berbagai kelompok takson pada level famili	25
15	Grafik visualisasi hasil anotasi gen fungsional melalui <i>tools</i> eggNOG	26
16	Grafik visualisasi hasil anotasi gen fungsional melalui <i>tools</i> KEGG	27
17	Mekanisme ko-seleksi antara resistensi antibiotik (ARG) dan resistensi logam berat (MRG)	43

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan Alir Penelitian	54
2	Metadata Sampel Monyet Ekor Panjang	55
3	Klasifikasi taksonomi sampel dengan <i>krona pie chart</i>	56

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.