

PERAKITAN GENOM KLOROPLAS KERUING (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI **LONG-READ SEQUENCING** MINION OXFORD NANOPORE

R AMELIA SITI INA MARDIAH



**DEPARTEMEN SILVIKULTUR
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
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.

Perpustakaan 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 skripsi dengan judul “Perakitan Genom Kloroplas Keruing (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) menggunakan Teknologi Long-Read Sequencing MinION Oxford Nanopore” 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, Mei 2026

R Amelia Siti Ina Mardiah
E4401221031

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.



@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

R AMELIA SITI INA MARDIAH. Perakitan Genom Kloroplas Keruing (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) menggunakan Teknologi *Long-Read Sequencing* MinION Oxford Nanopore. Dibimbing oleh ISKANDAR Z. SIREGAR dan RAHADIAN PRATAMA.

Dipterocarpus cinereus merupakan spesies endemik Pulau Mursala, Sumatera Utara, yang sempat dinyatakan punah di alam liar dan kini berstatus kritis. Ketersediaan data genomik menjadi penting untuk mendukung upaya konservasi dan pemuliaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis genom kloroplas *D. cinereus* berbasis teknologi *long-read sequencing* MinION Oxford Nanopore serta mengkaji hubungan kekerabatannya melalui analisis filogenetik. Sampel berupa daun muda diekstraksi dengan metode CTAB, dilanjutkan uji kualitas dan kuantitas DNA, sekuensing, perakitan genom, anotasi gen, serta rekonstruksi filogenetik. Hasil penelitian menunjukkan genom kloroplas *D. cinereus* memiliki panjang 154.987 bp dengan struktur kuadripartit lengkap, berhasil dirakit menjadi 7 *contig*, serta mengandung 134 gen yang terdiri atas 91 gen *protein-coding*, 35 gen tRNA, dan 8 gen rRNA. Analisis filogenetik menunjukkan bahwa *D. cinereus* memiliki kekerabatan terdekat dengan *D. alatus* sebagai *sister group* dengan nilai *bootstrap* 100% dan *branch length* sebesar 0,0012.

Kata kunci: *Dipterocarpus cinereus*, genom kloroplas, *long-read sequencing*

ABSTRACT

R AMELIA SITI INA MARDIAH. Chloroplast Genome Assembly of Keruing (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) Using Oxford Nanopore MinION Long-Read Sequencing Technology. Supervised by ISKANDAR Z. SIREGAR and RAHADIAN PRATAMA.

Dipterocarpus cinereus is an endemic species of Mursala Island, North Sumatra, that was once declared extinct in the wild and is currently classified as critically endangered. The availability of genomic data is important to support conservation and breeding efforts. This study aimed to analyze the chloroplast genome of *D. cinereus* using MinION Oxford Nanopore long-read sequencing technology and to examine its phylogenetic relationship through phylogenetic analysis. Young leaf samples were extracted using the CTAB method, followed by DNA quality and quantity assessment, sequencing, genome assembly, gene annotation, and phylogenetic reconstruction. The results showed that the chloroplast genome of *D. cinereus* has a length of 154,987 bp with a complete quadripartite structure, was successfully assembled into 7 contigs, and contains 134 genes consisting of 91 protein-coding genes, 35 tRNA genes, and 8 rRNA genes. Phylogenetic analysis showed that *D. cinereus* is most closely related to *Dipterocarpus alatus* as a sister group, with a bootstrap value of 100% and a branch length of 0.0012.

Keywords: *chloroplast genome*, *Dipterocarpus cinereus*, *long-read sequencing*



@Hak cipta milik IPB University

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 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.

PERAKITAN GENOM KLOROPLAS KERUING (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *LONG-READ SEQUENCING* MINION OXFORD NANOPORE

R AMELIA SITI INA MARDIAH

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

**DEPARTEMEN SILVIKULTUR
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

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: Ir. Edhi Sandra, M.Si.

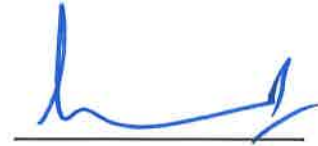
Judul Skripsi : Perakitan Genom Kloroplas Keruing (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) menggunakan Teknologi *Long-Read Sequencing* MinION Oxford Nanopore

Nama : R Amelia Siti Ina Mardiah

NIM : E4401221031

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Iskandar Z Siregar, M.For.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. rer. nat. Rahadian Pratama, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Ati Dwi Nurhayati, S.Hut., M.Si.
NIP 197706222007012001



Tanggal Ujian: 20 Mei 2026

Tanggal Lulus:

17 JUN 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wata'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah yang berjudul Perakitan Genom Kloroplas Keruing (*Dipterocarpus cinereus* Slooten) menggunakan Teknologi *Long-Read Sequencing* MinION Oxford Nanopore ini berhasil diselesaikan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, M.For.Sc. dan Dr. rer. nat. Rahadian Pratama, S.Si., M.Si. yang telah bersedia membimbing selama penelitian, memberikan saran, dan dukungan sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Henti Hendalastuti Rachmat, S.Hut., M.Si., Ph.D. atas bantuan dan dukungan selama proses penelitian, serta fasilitasi penggunaan teknologi sekuensing nanopore melalui program ORG.one dari Oxford Nanopore Technologies (ONT). Apresiasi dan terima kasih penulis ucapkan kepada Fifi Gus Dwiyanti, S.Hut., M.Agr., Ph.D., selaku moderator seminar kolokium, Prof. Dr. Ir. Noor Farikhah Haneda M.Si. selaku moderator seminar hasil, Ir. Edhi Sandra, M.Si. selaku dosen penguji, dan Dr. Ir. Omo Rusdiana, M.Sc.F.Trop., selaku ketua sidang.

Ungkapan terima kasih disampaikan kepada ayah (Alm.) R Agustian Fitri Saputra, ibu Siti Asiah, saudara kandung Dini Siti Amanah dan Moch. Fathir Adya Malik, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman terdekat dan yang telah membantu penelitian, yaitu Khansa, Wina, Vita, Seni, Berlyn, Khairani, Dzikri, dan Pandu Yoga atas segala doa dan dukungannya.

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

Bogor, Mei 2026

R Amelia Siti Ina Mardiah



@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	x
DAFTAR GAMBAR	x
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 Keruing (<i>Dipterocarpus cinereus</i> Slooten)	3
2.2 Sekuensing DNA menggunakan MinION Oxford Nanopore	4
2.3 Analisis Bioinformatika	5
2.4 Jaringan Kajian Literatur <i>Dipterocarpus cinereus</i>	7
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Konstruksi Genom Kloroplas	15
4.2 Konstruksi Pohon Filogenetik	23
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
RIWAYAT HIDUP	32

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



DAFTAR TABEL

1	<i>Terms</i> paling sering muncul pada literatur terkait <i>D. cinereus</i>	7
2	Statistik data <i>long read sequence</i> hasil <i>mapping</i> genom kloroplas dari <i>D. cinereus</i>	15
3	Jumlah <i>reads</i> yang lolos di beberapa nilai kualitas DNA hasil <i>long read sequence</i> pada genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	16
4	Statistik data rakitan DNA genom kloroplas hasil <i>assembly</i> <i>D. cinereus</i>	18
5	Karakteristik struktur genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	19
6	Jumlah gen hasil anotasi pada genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	19
7	Klasifikasi fungsional gen pada genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	21
8	Daftar gen yang memiliki intron pada genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	22

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Dipterocarpus cinereus</i> Slooten	3
2	Teknologi MinION Oxford Nanopore Mk1C	5
3	Peta <i>whole</i> genom kloroplas <i>C. burmanni</i>	6
4	<i>Keyword co-occurrence network</i> penelitian terkait <i>D. cinereus</i>	8
5	Diagram prosedur kerja	11
6	Histogram distribusi data <i>reads length</i> dan kualitas <i>mean read quality</i> untuk sekuens genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	17
7	Graf <i>contig</i> hasil rakitan <i>flye assembler</i> genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	18
8	<i>Circular gene map</i> dari genom kloroplas <i>D. cinereus</i>	20
9	Konstruksi pohon filogenetik berdasarkan data hasil <i>long read sequence</i> genom kloroplas <i>D. cinereus</i> dengan beberapa spesies kerabat	24

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.