



# PERAKITAN GENOM KLOROPLAS RAMIN (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) DENGAN MINION OXFORD NANOPORE TECHNOLOGIES (ONT)

**KHAIRANI PUTRI MARFI**



**DEPARTEMEN SILVIKULTUR  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
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.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perakitan Genom Kloroplas Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) dengan MinION Oxford Nanopore Technologies (ONT)” 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

Khairani Putri Marfi  
E4401221005

## ABSTRAK

KHAIRANI PUTRI MARFI. Perakitan Genom Kloroplas Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) dengan MinION Oxford Nanopore Technologies (ONT). Dibimbing oleh ISKANDAR Z. SIREGAR dan RAHADIAN PRATAMA.

Ramin (*Gonystylus bancanus*) merupakan spesies pohon endemik hutan rawa gambut Asia Tenggara yang terancam punah, sehingga informasi genetiknya esensial untuk mendukung upaya konservasi. Penelitian ini bertujuan merakit dan menganalisis genom kloroplas *G. bancanus* serta menentukan posisi filogenetiknya di dalam famili Thymelaeaceae. Pengurutan dilakukan dengan *long-read sequencing* MinION Oxford Nanopore Technologies (ONT). Sebanyak 98.961 *reads* kloroplas berhasil diekstraksi dari 36,07 Gb data mentah. Hasil anotasi menunjukkan struktur sirkuler kuadripartit sepanjang 176.568 bp yang terdiri atas wilayah *large single copy* (89.005 bp), *small single copy* (3.372 bp), dan sepasang *inverted repeat* ( $\pm 42.096$  bp) dengan kandungan GC sebesar 35,92%. Fitur utama genom ini adalah terjadinya ekspansi pada wilayah *inverted repeat*. Analisis filogenetik memisahkan *G. bancanus* secara tegas dari subfamili Thymelaeoideae. Informasi molekuler genom kloroplas yang dihasilkan bermanfaat sebagai landasan upaya perlindungan pemanfaatan kayu ramin.

Kata kunci: *Gonystylus bancanus*, genom kloroplas, sekuensing *long-read*, MinION ONT, Thymelaeaceae

## ABSTRACT

KHAIRANI PUTRI MARFI. Assembly of the Ramin Chloroplast Genome (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) Using the MinION Oxford Nanopore Technologies (ONT). Supervised by ISKANDAR Z. SIREGAR and RAHADIAN PRATAMA.

Ramin (*Gonystylus bancanus*) is an endangered tree species endemic to Southeast Asia's peat swamp forests, making its genetic information essential to supporting conservation efforts. This study aims to assemble and analyze the chloroplast genome of *G. bancanus* and determine its phylogenetic position within the Thymelaeaceae family. Sequencing was performed using long-read sequencing with the MinION from Oxford Nanopore Technologies (ONT). A total of 98,961 chloroplast reads were successfully extracted from 36.07 Gb of raw data. Annotation results revealed a quadripartite circular structure spanning 176,568 bp, comprising a large single copy region (89,005 bp), a small single copy region (3,372 bp), and a pair of inverted repeats ( $\pm 42,096$  bp), with a GC content of 35.92%. A key feature of this genome is the expansion of the inverted repeat region. Phylogenetic analysis clearly separates *G. bancanus* from the subfamily Thymelaeoideae. The molecular information derived from the chloroplast genome serves as a foundation for efforts to protect the sustainable use of ramin wood.

Keywords: *Gonystylus bancanus*, chloroplast genome, long-read sequencing, MinION ONT, Thymelaeaceae



@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 KLOOROPLAS RAMIN (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) DENGAN MINION OXFORD NANOPORE TECHNOLOGIES (ONT)**

**KHAIRANI PUTRI MARFI**

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*

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.

Gum Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, M.S.

Judul Skripsi : Perakitan Genom Kloroplas Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) dengan MinION Oxford Nanopore Technologies (ONT)  
Nama : Khairani Putri Marfi  
NIM : E4401221005

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

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 Allah *Allah Subhanahu wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Perakitan Genom Kloroplas Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) dengan MinION Oxford Nanopore Technologies (ONT)” ini berhasil diselesaikan. Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini berkat dukungan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, M.For.Sc. dan Dr. rer. nat. Rahadian Pratama, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memfasilitasi, membimbing, serta mendukung dalam penyusunan skripsi.
2. Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, M.S., selaku dosen penguji dan yang telah memberikan evaluasi, saran, dan masukan untuk penyempurnaan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Noor Farikhah Haneda, M.Si., selaku ketua sidang saat pelaksanaan ujian akhir skripsi.
4. Keluarga Marfi tercinta dan terhebat saya, yaitu Ayah Muhtar Sadili, S.Ag., Ibu Erfi Fitri Susari S.Ag., M.Pd., Kakak Izzal Fikri Marfi S.Pt., dan Adik Sumayyah Kamilah Marfi atas doa, kasih sayang, dukungan yang tiada henti, serta sumber inspirasi saya.
5. Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi sebagai pengelola dana Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) LPDP yang menunjang perkuliahan penulis dari awal hingga akhir.
6. Seluruh Dosen dan Tenaga Kependidikan Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB.
7. Keluarga besar IPB SSRS Association, khususnya rekan-rekan 59, teman-teman “*Basecamp*”, serta jajaran pengurus periode 2025/2026, yang telah memberikan dukungan dan semangat, serta menghadirkan momen kebersamaan, kebahagiaan, dan keseruan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman Silvikultur 59 dan sahabat “59 Gang in Deen” atas dukungan dan kebersamaan selama perkuliahan.
9. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang telah banyak membantu dan membersamai penulis selama masa perkuliahan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi sistematika penulisan, penggunaan bahasa, maupun kedalaman pembahasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat nyata bagi pihak-pihak yang membutuhkan serta berkontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya dalam pengembangan riset kehutanan di Indonesia.

Bogor, Juni 2026

*Khairani Putri Marfi*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
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 Ramin ( <i>Gonystylus bancanus</i> (Miq.) Kurz)	3
2.1.1 Karakteristik dan Morfologi Umum	3
2.1.2 <i>Research Network Analysis</i>	4
2.2 Sekuensing DNA <i>Long Read Sequence</i> MinION Oxford Nanopore	5
2.3 Analisis Bioinformatika Genom Kloroplas	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Lokasi	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	9
3.3.1 Preparasi Data	9
3.3.1.1 Persiapan sampel	9
3.3.1.2 Ekstraksi DNA	10
3.3.1.3 Isolasi DNA	10
3.3.1.4 Uji Kualitas DNA	10
3.3.1.5 Uji Kuantitas DNA	11
3.3.1.6 Sekuensing DNA	11
3.3.2 Analisis Bioinformatika	12
3.3.2.1 <i>Basecalling</i>	12
3.3.2.2 Pengendalian kualitas <i>reads</i> mentah dan perakitan genom utuh	12
3.3.2.3 <i>Reference-based filtering</i>	12
3.3.2.4 <i>Subsampling</i>	13
3.3.2.5 Pengendalian kualitas <i>reads</i> kloroplas	13
3.3.2.6 Perakitan cpDNA dengan flye	13



3.3.2.7 Evaluasi topologi	13
3.3.2.8 Anotasi dan visualisasi genom kloroplas	14
3.3.2.9 Analisis filogenetik	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 <i>Reference-based Filtering</i>	15
4.2 Perakitan Genom Kloroplas	18
4.3 Anotasi Genom Kloroplas	19
4.3.1 Karakteristik gen unik	22
4.3.2 Karakteristik gen duplikasi	28
4.4 Konstruksi Pohon Filogenetik	29
KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
RIWAYAT HIDUP	42

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 TABEL

1	Statistik data <i>long read sequence</i> hasil <i>mapping</i> genom kloroplas dari <i>G. bancanus</i>	16
2	Statistik data rakitan DNA hasil <i>assembly</i> dari genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	18
3	Karakteristik struktur genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	21
4	Karakteristik gen unik genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	23
5	Karakteristik gen duplikasi pada genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	28

## DAFTAR GAMBAR

1	Morfologi <i>G. bancanus</i> secara keseluruhan pohon (A) batang pohon dengan (B) daun dan bijinya (C) (dimodifikasi dari Hamzah <i>et al.</i> (2010))	3
2	Diagram <i>research network analysis</i> berbentuk <i>keyword network analysis</i> (A) dan <i>overlay</i> tahun <i>network research</i> (B)	4
3	Perangkat keras MinION berupa Mk1B (A) Mk1C (B)	5
4	<i>Circular genome map Eusideroxylon zwageri</i>	7
5	Diagram alir penelitian	9
6	Bacaan genom kloroplas yang lolos di beberapa nilai kualitas	17
7	Histogram distribusi data <i>reads</i> genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	18
8	Graf <i>contig</i> hasil rakitan <i>flye</i> genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	19
9	<i>Circular gene map</i> genom kloroplas <i>G. bancanus</i>	20
10	Konstruksi pohon filogenetik genom kloroplas <i>G. bancanus</i> dengan beberapa spesies kerabat	30