



KERAGAMAN DAN STRUKTUR GENETIK *Aquilaria hirta* Ridl. DI KEPULAUAN RIAU BERDASARKAN PENANDA DNA KLOROPAS *trnL-trnF* dan *psbA-trnH*

ODELIA FLORENCE GANDI



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

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Saya menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul “Keragaman dan struktur genetik *Aquilaria hirta* Ridl. di Kepulauan Riau berdasarkan penanda DNA kloroplas *trnL-trnF* dan *psbA-trnH*” 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.

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

Bogor, Mei 2026

Odelia Florence Gandi

ABSTRAK

ODELIA FLORENCE GANDI. Keragaman dan struktur genetik *Aquilaria hirta* Ridl. di Kepulauan Riau berdasarkan penanda DNA kloroplas *trnL-trnF* dan *psbA-trnH*. Dibimbing oleh FIFI GUS DWIYANTI dan HENTI HENDALASTUTI RACHMAT.

Aquilaria hirta merupakan pohon penghasil gaharu bernilai ekonomi tinggi yang populasinya menurun akibat eksploitasi di habitat alaminya. Penelitian ini bertujuan menganalisis keragaman genetik, struktur populasi, dan hubungan kekerabatan *A. hirta* dari Pulau Batam dan Pulau Natuna di Kepulauan Riau. Sebanyak 28 sampel daun dikoleksi dan DNA diekstraksi menggunakan CTAB Kit. Penanda DNA kloroplas, *trnL-trnF* dan *psbA-trnH*, diamplifikasi melalui PCR, kemudian disekuensing dan dianalisis untuk menentukan keragaman genetik, haplotipe, serta struktur genetik. Hasil menunjukkan keragaman genetik *A. hirta* rendah (Hd: 0,264 dan 0,143; π : 0,00027 dan 0,14286 di Batam; Hd = 0; π = 0 di Natuna). Populasi Natuna memiliki 2 haplotipe, sedangkan Batam memiliki 1 haplotipe. Analisis AMOVA menunjukkan variasi genetik dominan antarpopulasi, dan uji t tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Analisis filogenetik menunjukkan seluruh sampel berada dalam satu *clade*. Temuan ini mencerminkan isolasi geografis dan menjadi dasar konservasi *in situ*, *ex situ*, serta pengembangan budidaya berkelanjutan.

Kata kunci: *Aquilaria hirta*, DNA kloroplas, gaharu, keragaman genetik

ABSTRACT

ODELIA FLORENCE GANDI. Genetic diversity and population structure of *Aquilaria hirta* Ridl. in the Riau Islands based on chloroplast DNA markers *trnL-trnF* and *psbA-trnH*. Supervised by FIFI GUS DWIYANTI and HENTI HENDALASTUTI RACHMAT.

Aquilaria hirta is a tree that produces high-value agarwood, and its population is declining due to exploitation in its natural habitat. This study aimed to analyze the genetic diversity, population structure, and relationships of *A. hirta* from Batam Island and Natuna Island in the Riau Islands. A total of 28 leaf samples were collected, and DNA was extracted using the CTAB Kit. Chloroplast DNA markers, *trnL-trnF* and *psbA-trnH*, were amplified through PCR, then sequenced and analyzed to determine genetic diversity, haplotypes, and the structure of genetic. The results showed low genetic diversity in *A. hirta* (Hd: 0.264 and 0.143; π : 0.00027 and 0.14286 in Batam; Hd = 0; π = 0 in Natuna). The Natuna population had 2 haplotypes, while Batam had 1 haplotype. AMOVA analysis indicated that genetic variation was dominant among populations, and the t-test did not show significant differences. Phylogenetic analysis showed that all samples were in a single *clade*. These findings reflect geographical isolation and serve as the basis for *in situ* and *ex situ* conservation, as well as the development of sustainable cultivation.

Keywords: *Aquilaria hirta*, chloroplast DNA, agarwood, genetic diversity



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.



KERAGAMAN DAN STRUKTUR GENETIK *Aquilaria hirta* Ridl. DI KEPULAUAN RIAU BERDASARKAN PENANDA DNA KLOROPAS *trnL-trnF* dan *psbA-trnH*

ODELIA FLORENCE GANDI

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kehutanan pada
Program Studi Silvikultur

**DEPARTEMEN SILVIKULTUR
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN 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.



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Keragaman dan struktur genetik *Aquilaria hirta* Ridl. di Kepulauan Riau berdasarkan penanda DNA kloroplas *trnL-trnF* dan *psbA-trnH*

Nama : Odelia Florence Gandi

NIM : E4401221089

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Fifi Gus Dwiyanti, S. Hut., M. Agr., Ph.D
NIP 19870815 201903 2 012

Pembimbing 2 :

Henti Hendalastuti Rachmat, S. Hut., M. Si., Ph.D
NIP 19780808 200212 2 003

Diketahui oleh

Ketua Departemen:

Dr. Ati Dwi Nurhayati, S.Hut., M.Si.
NIP 19770622 200701 2 001



Tanggal Ujian: 27 April 2026

Tanggal Lulus: 02 JUN 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga proposal penelitian dengan judul Keragaman dan struktur genetik *Aquilaria hirta* Ridl. di Kepulauan Riau berdasarkan penanda DNA kloroplas *trnL-trnF* dan *psbA-trnH* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Fifi Gus Dwiyanti, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Henti Hendalasuti Rachmat, S.Hut., M.Si., Ph.D. yang telah memfasilitasi pengambilan sampel dan penelitian di laboratorium serta dengan penuh perhatian memberikan arahan, motivasi, serta bimbingan selama proses penyusunan proposal ini.
2. Orang tua (Gandi Fajar Haniel dan Marianceh), saudara kandung (Abigail Samuelle Gandi) serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, dan semangat tanpa henti.
3. KPHL Unit II Batam yang telah memberikan izin dan memfasilitasi pengambilan sampel di lapangan
4. Kesuma Wijaya, S.Hut. (KPHL Unit II Batama), Tugio, S. Hut., Dhika Syahputra, S. Hut. (IPB *University*), Ruhul Hazuma Satya Qolbi, S. Hut. (IPB *University*), dan Nawwall Arrofa, S.Si. (Universitas Indonesia), sebagai tim pengambil sampel.
5. David Lubis dan Irsyad Kamal, yang telah membantu dalam proses analisis data.
6. Member Laboratorium Genetika Hutan dan Kehutanan Molekuler, yang telah menemani dan menjadi penyemangat sampai penyelesaian penelitian ini.
7. Dr. Erianto Indra Putra, S.Hut., M.Si., selaku moderator kolokium dan Dr. Yunik Istikorini S.P., M.P. selaku moderator seminar hasil, Dr. Ati Dwi Nurhayati, S.Hut., M.Si. selaku ketua sidang, serta Prof. Dr. Ir. Imam Wahyudi M.S. selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktunya.
8. Teman dekat penulis Annisa Nur Fadillah dan Dea Irene Tampubolon yang telah mendukung, menghibur, dan membantu penulis di kala senang maupun susah.
9. Teman dekat penulis Brigitta Lucia Orina Hutabarat yang telah menemani penulis sebelum masuk perkuliahan hingga adanya karya ilmiah ini dan seseorang yang selalu menemani bahkan sampai di titik terendah penulis.
10. Teman-teman Garda Aksata (Silvikultur 59), teman-teman yang ada di AOG GMS Bogor, Elramda Nafis Zada dan teman-teman KKN Mulyorejo yang telah menemani penulis saat masuk di dunia perkuliahan.

Bogor, Mei 2026

Odelia Florence Gandi



DAFTAR ISI

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Aquilaria hirta</i> Ridl.	4
2.2 Gaharu	5
2.3 Keragaman genetik	6
2.4 Struktur genetik	6
2.5 Penanda DNA Kloroplas	7
2.5.1 Gen <i>trnL-trnF</i>	7
2.5.2 Gen <i>psbA-trnH</i>	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Pengambilan Sampel Material Genetik	11
3.3.2 Ekstraksi DNA	12
3.3.3 Amplifikasi DNA dan Sekuensing DNA	12
3.3.4 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Keragaman Genetik <i>Aquilaria hirta</i> Ridl.	14
4.2 Struktur Populasi Genetik dan Pola Haplotipe <i>Aquilaria hirta</i> Ridl.	18
4.3 Hubungan kekerabatan <i>Aquilaria hirta</i>	25
4.4 Implikasi untuk Strategi Konservasi <i>Aquilaria hirta</i> Ridl.	28
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	40

DAFTAR TABEL

1	Data primer yang digunakan dalam penelitian	10
2	Deskripsi lokasi pengambilan sampel <i>Aquilaria hirta</i> yang diteliti di Pulau Natuna dan Batam	11
3	Nilai keragaman genetik dan uji netralitas <i>Aquilaria hirta</i> asal Pulau Batam dan Natuna menggunakan gen <i>trnL-trnF</i> dan <i>psbA-trnH</i>	16
4	Deteksi SNP dan letak haplotipe <i>Aquilaria hirta</i> dengan penanda <i>trnL-trnF</i> , <i>psbA-trnH</i> , dan <i>trnL-trnF + psbA-trnH</i> di Pulau Batam dan Pulau Natuna	18
5	<i>Analysis of Molecular Variance</i> (AMOVA) <i>Aquilaria hirta</i> asal Pulau Batam dan Natuna	23
6	Hasil uji <i>t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances</i> spesies <i>Aquilaria hirta</i> menggunakan gen <i>trnL-trnF</i> dan <i>psbA-trnH</i>	24

DAFTAR GAMBAR

1	Pohon <i>Aquilaria hirta</i> . (a) Batang <i>Aquilaria hirta</i> , (b) Daun <i>Aquilaria hirta</i> di Tanjung Riau, Pulau Batam, dan (c) Daun <i>Aquilaria hirta</i> di Pulau Natuna.	4
2	Peta lokasi pengambilan sampel <i>Aquilaria hirta</i> . (a) di Pulau Batam, (b) di Pulau Natuna, dan (c) Peta seluruh Indonesia dengan dua titik pengambilan populasi sampel.	9
3	Contoh <i>multiple sequence alignment</i> pada populasi <i>Aquilaria hirta</i> menggunakan gen <i>psbA-trnH</i> . SNP: <i>Single Nucleotide Polymorphism</i>	14
4	Posisi gen <i>trnL-trnF</i> dan <i>psbA-trnH</i> dalam genome kloroplas lengkap	15
5	Konektivitas haplotipe kloroplas pada populasi <i>Aquilaria hirta</i> menggunakan gen (a) <i>trnL-trnF</i> , (b) <i>psbA-trnH</i> , dan (c) <i>trnL-trnF + psbA-trnH</i>	20
6	Distribusi haplotipe kloroplas pada populasi <i>Aquilaria hirta</i> menggunakan gen <i>trnL-trnF + psbA-trnH</i>	22
7	Hasil konstruksi pohon filogenetik spesies <i>Aquilaria hirta</i> dari populasi Pulau Batam dan Natuna dengan <i>Gonystylus</i> sebagai <i>outgroup</i> menggunakan gen (a) <i>trnL-trnF</i> dan (b) <i>psbA-trnH</i> .	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kode sampel NCBI sebagai pembanding pada penelitian dengan gen <i>trnL-trnF</i>	39
2	Kode sampel NCBI sebagai pembanding pada penelitian dengan gen <i>psbA-trnH</i>	39