



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**KERAGAMAN GENETIK DAN STRUKTUR POPULASI ULIN
(*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) DI KALIMANTAN
MENGUNAKAN MARKA MOLEKULER ISSR UNTUK
MENJAGA KETAHANAN HAYATI NASIONAL**

ANJALI MAHISWARI NURQAANITAH KUSUMA HARTONO

320210301003

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER

PROGRAM STUDI BIOLOGI MILITER

BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Anjali Mahiswari Nurqaanitah Kusuma Hartono
NIM : 320210301003
Program Studi : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Militer
Judul Skripsi : Keragaman Genetik dan Struktur Populasi Ulin
(*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) di
Kalimantan Menggunakan Marka Molekuler ISSR
Untuk Menjaga Ketahanan Hayati Nasional

Dosen Pembimbing I,



Dr. Rizky Dwi Satrio, S. Si., M. Si.
Penda Tk. I III/b NIP. 199212062022031001
Tanggal: Jumat, 8 Agustus 2025

Dosen Pembimbing II,



Asih Perwita Dewi, M. Si.
Penata III/c NIP. 198812092019022005
Tanggal: Kamis, 7 Agustus 2025

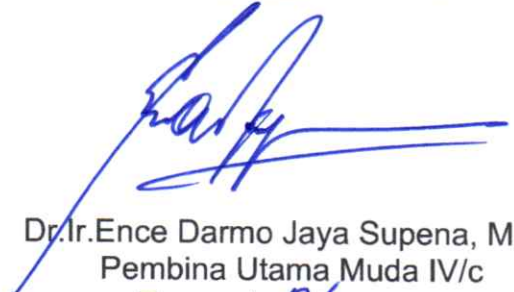
Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi,



Sukanto, S.Si., M.Sc.
Letkol Arh NRP. 11970023040672
Tanggal: Sabtu, 9 Agustus 2025

Dekan Fakultas MIPA Militer,



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Anjali Mahiswari Nurqaanitah Kusuma Hartono
 NIM : 320210301003
 Program Studi : Biologi
 Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
 Militer
 Judul Skripsi : Keragaman Genetik dan Struktur Populasi Ulin
 (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) di
 Kalimantan Menggunakan Marka Molekuler ISSR
 Untuk Menjaga Ketahanan Hayati Nasional

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing 1: Dr. Rizky Dwi Satrio, S. Si., M. Si. Penata Muda Tk. I III/b NIP. 199212062022031001		Jumat, 8 Agustus 2025
2	Dosen Pembimbing 2: Asih Perwita Dewi, M. Si. Penata III/c NIP. 198812092019022005		Kamis, 7 Agustus 2025
3	Dosen Penguji 1: Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si. Penata III/c NIP. 199212022022031002		Jumat, 8 Agustus 2025
4	Dosen Penguji 2: Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph. D. PPPK NIP. 198111062023212020		Senin, 11 Agustus 2025

PERNYATAAN ORISIONALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaaaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 12 Agustus 2025



Anjali Mahiswari N. K. H.

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anjali Mahiswari Nurqaanitah Kusuma Hartono
NIM : 320210301003
Program Studi : Biologi
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Keragaman Genetik dan Struktur Populasi Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) di Kalimantan Menggunakan Marka Molekuler ISSR Untuk Menjaga Ketahanan Hayati Nasional

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 7 Juli 2025
Yang menyatakan



Anjali Mahiswari N. K. H.
NIM. 320210301003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi dengan judul: "Keragaman Genetik dan Struktur Populasi Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) di Kalimantan Menggunakan Marka Molekuler ISSR Untuk Menjaga Ketahanan Hayati Nasional" dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M. Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan IPA Militer Universitas Pertahanan RI yang telah mendukung, memberikan izin, serta sarana dan prasarana sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
2. Kolonel Ckm. Nurhadiyanta, S. Si., M. Si. selaku Kepala Program Studi Biologi Militer Universitas Pertahanan RI periode 2020–2024 yang telah membimbing dan memfasilitasi penulis dan civitas akademika Prodi Biologi dalam kelancaran penulisan skripsi ini.
3. Letkol. Arh. Sukanto, S. Si., M. Sc. selaku Kepala Program Studi Biologi Militer Universitas Pertahanan RI saat ini atas arahan dan izin sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.
4. Dr. Rizky Dwi Satrio, S. Si., M. Si. selaku pembimbing I yang telah membimbing saya dengan sabar dan memberikan ilmu yang luar biasa hebat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
5. Ibu Asih Perwita Dewi, M. Si. selaku pembimbing II yang telah sabar membimbing saya dan membuat saya berkesempatan melakukan

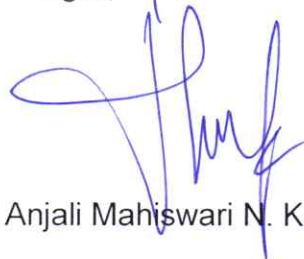
penelitian di Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi BRIN dan menyelesaikan skripsi dengan penuh warna. Terima kasih banyak kepada Ibu Asih yang telah mengajarkan banyak hal dan memotivasi penulis dalam mencoba banyak hal yang sebelumnya belum pernah penulis lakukan.

6. Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S. Si, M. Si. selaku penguji I sekaligus dosen pembimbing akademik penulis yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang tak terhitung jumlahnya sehingga penulis semangat dalam menuntaskan skripsi.
7. Ibu Nadya Farah, S. Si., M. Si., Ph. D selaku penguji II atas dorongan dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis baik selama penulisan skripsi maupun selama masa pembelajaran di ruang kelas. Terima kasih kepada Ibu Nadya yang sudah meningkatkan rasa kritis dan motivasi belajar penulis selama masa perkuliahan.
8. Dr. Isna Arofatur Nikmah, S. Si., M. Si. selaku dosen yang memberikan kesempatan bagi penulis untuk ikut bergabung dalam penelitian ulin dan selalu ikut membantu dalam pelaksanaan penelitian.
9. Kedua orang tua penulis yang selalu dan tidak ada henti-hentinya memberikan dukungan moril dan materiil kepada penulis hingga saat ini. Kepada Bunda, ucapan terima kasih dan maaf tidak ada henti-hentinya penulis lantunkan atas jalan, doa-doa, dan banyak hal yang memotivasi penulis untuk menjadi manusia yang berguna bagi khalayak.
10. Seluruh dosen biologi dan civitas akademika di Unhan RI yang memberikan banyak bantuan, dukungan dan ilmu yang bermanfaat selama masa pendidikan.
11. Truly Yuswantari Firdaus dan Anastya Fuji Astuti selaku teman, motivator ulung, psikolog dadakan, dan penguji kesabaran penulis selama masa perkuliahan dan seterusnya.

12. Rekan-rekan seperjuangan, kakak, dan adik-adik Prodi Biologi yang menjauhkan penulis dari perayaan yang sepi. Sebelum ini, kehidupan penulis belum pernah seriu ini.
13. Penulis dan penyair Indonesia yang tidak bisa penulis sebut satu per satu selaku pemberi penghiburan dan tempat berteduh di sela-sela keributan otak kiri.
14. Rasyaad Bramanta Noorsyahba Kusuma Hartono selaku adik tercinta yang telah memberikan motivasi kepada penulis untuk terus maju dan hidup.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak dan kerabat yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu atas bantuannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat dalam upaya konvervasi hayati nasional.

Bogor, 7 Juli 2025



Anjali Mahiswari N. K. H.

ABSTRAK

KERAGAMAN GENETIK DAN STRUKTUR POPULASI ULIN (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) DI KALIMANTAN MENGUNAKAN MARKA MOLEKUL ISSR UNTUK MENJAGA KETAHANAN HAYATI NASIONAL

Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) merupakan tumbuhan endemik Kalimantan penghasil kayu berkualitas tinggi. Hal ini mengakibatkan eksploitasi secara masif sehingga terjadi penurunan populasi alami secara drastis. Pertumbuhan ulin yang lambat dan upaya konservasi genetik yang masih sangat terbatas dapat meningkatkan risiko kepunahan ulin. Namun, pola persebaran dan karakterisasi ulin secara molekuler di Kalimantan secara umum belum diketahui sehingga upaya konservasi secara efektif belum dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik molekuler ulin dari masing-masing aksesori di Kalimantan, yaitu Kalimantan Utara, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Timur untuk mendukung konservasi ulin secara optimal menggunakan marka molekuler *Inter Simple Sequence Repeats* (ISSR). Penelitian dilakukan dengan menganalisis polimorfisme DNA menggunakan primer ISSR. Penelitian juga dilakukan dengan menganalisis keragaman genetik dan struktur populasi ulin di Kalimantan Utara, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Timur. Hasil penelitian menunjukkan persentase polimorfisme lokus ISSR 100% dan rentang nilai PIC 0,163–0,291. Aksesori ulin secara alami terbagi menjadi dua kelompok subpopulasi. Dendrogram dan PCoA menunjukkan pengelompokan ulin terbagi secara acak dengan similaritas yang tinggi. Persentase variasi genetik dalam populasi bernilai 90,1 lebih tinggi dibandingkan dengan variasi genetik antar populasi sebesar 9,99. Hasil ini menunjukkan persebaran ulin di Kalimantan berasal dari nenek moyang yang sama dengan tingkat aliran gen yang tinggi dan isolasi geografis yang rendah. Informasi keragaman genetik ulin di Kalimantan Utara, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Timur dapat digunakan sebagai data pendukung penentuan strategi konservasi ulin.

Kata kunci : aliran gen, *Eusideroxylon zwageri*, ISSR, keragaman genetik, struktur populasi

ABSTRACT

GENETIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF IRONWOOD (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) IN KALIMANTAN USING MOLECULAR MARKER ISSR TO MAINTAIN NATIONAL BIOLOGICAL RESILIENCE

*Ironwood (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm. & Binn.) is an endemic plant of Kalimantan that produces high-quality wood. This has led to massive exploitation, resulting in a drastic decline in the natural population. The slow growth of ironwood and the limited genetic conservation efforts pose a high risk of extinction. However, the distribution patterns and molecular characterization of ironwood in Kalimantan are largely unknown, making effective conservation efforts difficult to implement. This study aims to investigate the molecular characteristics of ironwood from each access point in Kalimantan, especially North Kalimantan, West Kalimantan, and East Kalimantan, to support optimal ironwood conservation using Inter Simple Sequence Repeats (ISSR) molecular markers. The study was conducted by analyzing DNA polymorphism using ISSR primers. Research was also conducted by analyzing the genetic diversity and population structure of ironwood in North Kalimantan, West Kalimantan, and East Kalimantan. The results of the study showed a 100% polymorphism rate for the ISSR locus and a PIC value range of 0.163–0.291. Ironwood accessions were naturally divided into two subpopulation groups. The dendrogram and PCoA showed that the ironwood grouping was randomly divided with high similarity. Percentage of genetic variation within populations was 90.1 higher than genetic variation between populations, which was 9.99. These results indicate that ironwood distribution in Kalimantan originates from a common ancestor with high gene flow and low geographical isolation. Information on the genetic diversity of ulin in North Kalimantan, West Kalimantan, and East Kalimantan can be used as supporting data for determining ulin conservation strategies.*

Keywords: *gene flow, *Eusideroxylon zwageri*, ISSR, genetic diversity, population structure*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Kayu Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>)	5
2.1.2 Persebaran Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>) di Kalimantan	6
2.1.3 Upaya Konservasi Ulin	8
2.1.4 Genetika Populasi.....	9
2.1.5 Marka Molekuler ISSR (<i>Inter Repeats Simple Sequence</i>)	9
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	12
2.3 Kerangka Berpikir	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Metode dan Desain Penelitian	18

3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3	Alat dan Bahan	19
3.4	Populasi dan Sampel	20
3.5	Prosedur Penelitian	21
3.5.1	Pengambilan Sampel	21
3.5.2	Ekstraksi DNA	21
3.5.3	Uji Kualitatif Konsentrasi DNA	22
3.5.4	Amplifikasi DNA	22
3.5.5	Visualisasi Hasil PCR Menggunakan Teknik Elektroforesis	24
3.5.6	Analisis Polimorfisme DNA	24
3.5.7	Analisis Data	24
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Hasil Penelitian	25
4.1.1	Polimorfisme DNA Menggunakan Primer ISSR	25
4.1.2	Keragaman Genetik Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>) di Kalimantan.....	29
4.1.3	Keragaman Genetik Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>) di Kalimantan.....	29
4.1.4	Struktur Populasi Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i> Teijsm. & Binn.) di Kalimantan	33
4.2	Pembahasan	34
4.2.1	Polimorfisme DNA Menggunakan Primer ISSR	34
4.2.2	Keragaman Variasi Genetik Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i> Teijsm. & Binn.) di Kalimantan	35
4.2.3	Pengelompokan dan Struktur Genetik Aksesori Ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i> Teijsm. & Binn.) di Kalimantan	36
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
	DAFTAR PUSTAKA	42
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Habitus Ulin	5
Gambar 2.2	Persebaran Ulin (<i>E. zwageri</i>) Per Tahun 2024	7
Gambar 2.3	Peta Laju Deforestasi Kalimantan	9
Gambar 2.4	Mekanisme Amplifikasi ISSR	11
Gambar 2.5	Kerangka Berpikir Penelitian Skripsi	17
Gambar 3.1	Lokasi Pengambilan Sampel Ulin (<i>E. zwageri</i>) di Kalimantan	20
Gambar 4.1	Contoh Hasil Elektroforesis yang Dihasilkan oleh Pita DNA yang Diampifikasi oleh Primer (a) (GACA) ₄ , (b) ISSR UBC-849 dengan Thermo Scientific GeneRuler 1kb Ladder	25
Gambar 4.2	Amplifikasi Sampel DNA dengan Kode GGA Menggunakan Primer ISSR UBC-847 dengan Thermo Scientific GeneRuler 1kb Ladder yang Menghasilkan Pita Polimorfis	26
Gambar 4.3	Dendrogram Klasifikasi Genetik Ulin (<i>E. zwageri</i>) Berdasarkan Marka Molekuler ISSR dengan Menggunakan Metode UPGMA	30
Gambar 4.4	Scree Plot PcoA Akses Ulin	31
Gambar 4.5	Analisis PCoA Akses Ulin (<i>E. zwageri</i>) dengan Nilai Variansi PCoA 1 19,12% dan PCoA 2 10,64%.....	32
Gambar 4.6	Analisis PCoA Akses Ulin (<i>E. zwageri</i>) dengan Nilai Variansi PCoA 3 8,3% dan PCoA 4 5,99%.....	32
Gambar 4.7	Grafik Nilai K terhadap Delta K dengan Perubahan Paling Signifikan pada K=2	33
Gambar 4.8	Diagram Struktur Populasi Ulin (<i>E. zwageri</i>) di Kalimantan yang Terbagi Atas (a) 2 Klaster pada Nilai K=2 dan (b) 3 Klaster pada K=3	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	19
Tabel 3.2 Rincian Sampel dari Populasi Ulin di Kalimantan	21
Tabel 3.3 Marka Molekuler ISSR	23
Tabel 4.1 Profil Polimorfisme dan <i>Polymorphism Information Content</i> (PIC) dari Amplifikasi Primer ISSR terhadap 52 Akses Ulin (<i>E. zwageri</i>) di Kalimantan	28
Tabel 4.2 Hasil AMOVA Akses Ulin (<i>E. zwageri</i>) di Kalimantan Menggunakan Marka Molekuler ISSR	29



DAFTAR SINGKATAN

AMOVA	: <i>Analysis of Molecular Variance</i>
GelDoc	: <i>Gel Documentation System</i>
ISSR	: <i>Inter Simple Sequence Repeats</i>
IUCN	: <i>International Union for Conservation of Nature</i>
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
PCoA	: <i>Principal Coordinate Analysis</i>
PIC	: <i>Polymorphism Information Content</i>
SSR	: <i>Simple Sequence Repeats</i>
UPGMA	: <i>Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean</i>

