

DIFERENSIASI POPULASI MERANTI TEMBAGA (*Rubroshorea leprosula*) ASAL SUMATRA UNTUK MENDUKUNG KONSERVASI JENIS

AINUN FADILAH



**PROGRAM STUDI KONSERVASI BIODIVERSITAS TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Diferensiasi Populasi Meranti Tembaga (*Rubroshorea leprosula*) Asal Sumatra Untuk Mendukung Konservasi Jenis” 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 tesis ini.

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

Bogor, 22 Desember 2025

Ainun Fadilah
E3501231034



RINGKASAN

AINUN FADILAH. Diferensiasi Populasi Meranti Tembaga (*Rubroshorea leprosula*) Asal Sumatra Untuk Mendukung Konservasi Jenis. Dibimbing oleh ISKANDAR ZULKARNAEN SIREGAR, AGUS HIKMAT, dan LINA KARLINASARI.

Saat ini tercatat jumlah koleksi kayu yang telah teridentifikasi di *Xylarium Bogoriense* sebanyak 3.667 jenis yang tergabung dalam 110 suku dan 675 marga. Data tersebut melebihi jumlah jenis kayu perdagangan Indonesia yang dituangkan di dalam Keputusan Menteri Kehutanan (Kepmenhut) No. 163/Kpts-II/2003 tentang Pengelompokan Jenis Kayu Sebagai Dasar Pengenaan Iuran Kehutanan yang hanya memuat sejumlah 171 jenis kayu komersial. Salah satu jenis kayu komersial yang diperdagangkan adalah kayu meranti merah. *Rubroshorea leprosula* (sinonim dari *Shorea leprosula*), dikenal sebagai meranti tembaga yang diklasifikasikan ke dalam kayu meranti merah dengan kelas kuat II-IV dan kelas awet III-IV sehingga banyak digunakan sebagai bahan bangunan konstruksi ringan hingga berat. Produksi kayu bulat Meranti Merah di Indonesia mengalami fluktuasi yang signifikan selama periode 2015–2023. Data menunjukkan penurunan produksi dari 4,17 juta m³ tahun 2015 hingga mencapai titik terendah sebesar 1,02 juta m³ tahun 2019, kemudian meningkat hingga 4,83 juta m³ tahun 2021 sebelum mengalami penurunan kembali tahun 2023. Fluktuasi tersebut menggambarkan adanya dinamika dalam pengelolaan sumber daya hutan serta tekanan terhadap keberlanjutan spesies penghasil kayu Meranti Merah seperti *Rubroshorea leprosula* dengan karakteristik unggulan. Kondisi ini menunjukkan permasalahan mengenai populasi *R. leprosula* di alam mengalami ancaman serius sebagai target eksploitasi yang berlebihan melampaui kemampuan regenerasinya, pembalakan liar, dan perdagangan kayu secara ilegal. Upaya konservasi terhadap populasi alami yang ada saat masih bersifat *ad hoc* (tidak permanen) serta belum didukung informasi ilmiah dan metode identifikasi yang memadai untuk kepastian jenis dan asal-usul. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menganalisis hasil identifikasi kayu *R. leprosula* melalui metode anatomi kayu, mengembangkan marka genetik hasil identifikasi kayu *R. leprosula* melalui metode analisis genom kloroplas, dan merumuskan strategi konservasi *R. leprosula*.

Penelitian ini dilakukan terhadap lima populasi alami *R. leprosula* di Pulau Sumatra, yaitu Taman Nasional Gunung Leuser, Taman Nasional Tesso Nilo, Taman Nasional Bukit Tigapuluh, Hutan Harapan PT. REKI, dan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Sampel kayu, kambium, dan daun dikoleksi dari individu pohon berdiameter ≥ 30 cm. Sampel tersebut dikoleksi dari 10 individu pohon pada setiap populasi sehingga total sampel sebanyak 50. Analisis anatomi kayu dilakukan melalui pengamatan karakteristik visual, struktur makroskopis, dan struktur mikroskopis pada tiga bidang kayu (lintang, radial, dan tangensial) berdasarkan standar SNI dan IAWA. Data anatomi kayu dianalisis secara statistik menggunakan uji One-Way ANOVA untuk mengidentifikasi ada/tidak perbedaan antar populasi. Sementara itu, analisis genetik dilakukan melalui ekstraksi dan isolasi DNA dari sampel kambium, *whole genome sequencing* menggunakan kombinasi teknologi *short-read* (Illumina) dan *long-read* (Oxford Nanopore), perakitan genom *hybrid*, anotasi gen, serta analisis filogenetik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik anatomi kayu kualitatif dari *R. leprosula* relatif seragam di seluruh populasi Sumatra. Karakteristik visual, struktur makroskopis, dan struktur mikroskopis kualitatif tidak menunjukkan perbedaan yang berarti antar populasi, sehingga mengindikasikan sifat anatomi dasar yang konservatif pada tingkat spesies. Namun demikian, perbedaan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) ditemukan pada karakteristik anatomi kayu kuantitatif mikroskopis, khususnya diameter pembuluh kayu ($105,2 - 158,7 \mu\text{m}$). Analisis statistik menunjukkan bahwa diameter pembuluh berbeda nyata antar populasi dengan Hutan Harapan ($p\text{-value} < 0,025$) memiliki diameter pembuluh paling kecil jika dibandingkan populasi lainnya. Variasi ini diduga kuat berkaitan dengan perbedaan kondisi lingkungan, terutama ketersediaan air dan mencerminkan adanya plastisitas adaptif *R. leprosula* terhadap tekanan lingkungan lokal. Pembuluh kayu berdiameter kecil berperan dalam meningkatkan ketahanan terhadap stres kekeringan dengan mengurangi risiko emboli, meskipun berdampak pada laju pertumbuhan yang lebih lambat.

Sementara itu, hasil penelitian pada analisis genetik melalui konstruksi genom kloroplas *R. leprosula* dengan pendekatan hybrid berhasil menghasilkan genom kloroplas berukuran sekitar 150.691 bp dengan struktur quadripartite yang khas, terdiri atas daerah LSC, SSC, dan dua inverted repeats yaitu IRA dan IRB. Proses anotasi mengidentifikasi 115 gen, termasuk gen-gen penting yang umum digunakan sebagai marka DNA barcode seperti *rbcL*, *matK*, *trnK*, *petB*, dan *trnH*. Analisis filogenetik berbasis *complete chloroplast genome* menunjukkan bahwa spesies *R. leprosula* yang diteliti dan dianalisis berada dalam klad yang sama dengan spesies lain dalam genus yang sama khususnya *Shorea pachyphylla* syn. *Rubroshorea pachyphylla* dengan nilai bootstrap sebesar 100%. Selain itu, spesies *R. leprosula* membentuk klad monofiletik dengan *Parashorea chinensis*, *Shorea zeylanica* syn. *Doona zeylanica*, *Hopea reticulata*, dan *Hopea chinensis*.

Konservasi *R. leprosula* dianalisis menggunakan pendekatan Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT) yang mengintegrasikan hasil analisis anatomi kayu, analisis genetik dari data genom kloroplas, serta kajian pustaka aspek biologi, ekologi, teknologi dan manajemen, dan pemanfaatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa *R. leprosula* memiliki kekuatan internal yang tinggi, yaitu nilai ekologis yang besar, kualitas kayu yang baik, kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi habitat, serta ketersediaan marka genetik yang andal untuk identifikasi spesies. Namun demikian, spesies ini juga menghadapi ancaman eksternal yang signifikan, terutama eksploitasi berlebihan, pembalakan liar, perdagangan kayu ilegal, dan gangguan biotik. Posisi *R. leprosula* dalam kuadran SWOT berada pada kuadran II (strategi diversifikasi) yang menunjukkan bahwa meskipun terdapat tekanan eksternal yang kuat, spesies ini masih memiliki kekuatan internal yang memadai untuk mengantisipasi dan mengurangi ancaman. Strategi konservasi yang direkomendasikan mencakup penguatan konservasi in-situ pada habitat alami yang tersisa, integrasi konservasi ex-situ melalui pengembangan kebun benih, arboretum, dan plasma nutfah, serta pemilihan sumber benih unggul berbasis karakter anatomi dan genetik. Selain itu, pemanfaatan hasil hutan bukan kayu dan peningkatan partisipasi masyarakat diharapkan dapat mengurangi tekanan terhadap pemanfaatan kayu dan mendukung konservasi jangka panjang.

Kata kunci: anatomi kayu, genom kloroplas, konservasi, *Rubroshorea*



SUMMARY

AINUN FADILAH. Population Differentiation of Meranti Tembaga (*Rubroshorea leprosula*) from Sumatra to Support Species Conservation. Supervised by ISKANDAR ZULKARNAEN SIREGAR, AGUS HIKMAT, and LINA KARLINASARI.

Currently, the number of identified wood collections in Xylarium Bogoriense is 3,667 species belonging to 110 families and 675 genera. This data exceeds the number of Indonesian trade wood species outlined in the Decree of the Minister of Forestry (Kepmenhut) No. 163/Kpts-II/2003 concerning the Grouping of Wood Species as the Basis for Imposing Forestry Fees, which only lists 171 commercial wood species. One of the commercial wood species traded is red meranti wood. *Rubroshorea leprosula* (a synonym for *Shorea leprosula*), known as meranti tembaga, is classified as red meranti wood with strength classes II-IV and durability classes III-IV, making it widely used as a building material for light to heavy construction. Red Meranti roundwood production in Indonesia experienced significant fluctuations during the 2015–2023 period. Data shows a decline in production from 4.17 million m³ in 2015 to a low of 1.02 million m³ in 2019, then increasing to 4.83 million m³ in 2021 before declining again in 2023. These fluctuations illustrate the dynamics in forest resource management and pressure on the sustainability of Red Meranti wood-producing species such as *Rubroshorea leprosula* with superior characteristics. This condition indicates the problem of the *R. leprosula* population in nature, experiencing serious threats as a target for excessive exploitation beyond its regeneration capacity, illegal logging, and illegal timber trade. Conservation efforts for existing natural populations are still ad hoc (not permanent) and are not supported by adequate scientific information and identification methods for the certainty of species and origins. This study was conducted to analyze the results of *R. leprosula* wood identification using wood anatomy methods, developing genetic markers from *R. leprosula* wood identification using chloroplast genome analysis methods, and formulating implications for *R. leprosula* conservation.

This study was conducted on five natural populations of *R. leprosula* on Sumatra Island, namely Gunung Leuser National Park, Tesso Nilo National Park, Bukit Tigapuluh National Park, Hutan Harapan PT. REKI, and Bukit Barisan Selatan National Park. Wood, cambium, and leaf samples were collected from individual trees with a diameter of ≥ 30 cm. These samples were collected from 10 individual trees in each population, resulting in a total of 50 samples. Wood anatomical analysis was carried out through observation of visual characteristics, macroscopic structures, and microscopic structures in three wood planes (transverse, radial, and tangential) based on SNI and IAWA standards. Wood anatomical data were analyzed statistically using the One-Way ANOVA test to identify differences between populations. Meanwhile, genetic analysis was carried out through DNA extraction and isolation from cambium samples, whole genome sequencing using a combination of short-read (Illumina) and long-read (Oxford Nanopore) technology, hybrid genome assembly, gene annotation, and phylogenetic analysis.

The results showed that the qualitative wood anatomical characteristics of *R. leprosula* were relatively uniform across all Sumatran populations. Visual characteristics, macroscopic structures, and qualitative microscopic structures did not show significant differences between populations, indicating conservative underlying anatomical traits at the species level. However, significant differences (p -value <0.05) were found in the quantitative microscopic wood anatomical characteristics, particularly the diameter of the wood vessels (105.2–158.7 μm). Statistical analysis showed that the diameter of the vessels differed significantly between populations, with Harapan Forest (p -value <0.025) having the smallest diameter compared to other populations. This variation is strongly suspected to be related to differences in environmental conditions, particularly water availability, and reflects the adaptive plasticity of *R. leprosula* to local environmental pressures. Small-diameter wood vessels play a role in increasing resistance to drought stress by reducing the risk of embolism, although this impacts slower growth rates.

Meanwhile, the results of research on genetic analysis through the construction of the *R. leprosula* chloroplast genome with a hybrid approach succeeded in producing a chloroplast genome measuring approximately 150,691 bp with a typical quadripartite structure, consisting of the LSC, SSC, and two inverted repeat regions, namely IRA and IRB. The annotation process identified 115 genes, including essential genes commonly used as DNA barcode markers such as *rbcL*, *matK*, *trnK*, *petB*, and *trnH*. Phylogenetic analysis based on the complete chloroplast genome showed that the *R. leprosula* species studied and analyzed were in the same clade with other species in the same genus, especially *Shorea pachyphylla* syn. *Rubroshorea pachyphylla* with a bootstrap value of 100%. In addition, the *R. leprosula* species formed a monophyletic clade with *Parashorea chinensis*, *Shorea zeylanica* syn. *Doona zeylanica*, *Hopea reticulata*, and *Hopea chinensis*.

The conservation of *R. leprosula* was analyzed using the Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT) approach, which integrates the results of wood anatomy analysis, genetic analysis of chloroplast genome data, and literature reviews of biology, ecology, technology, management, and utilization aspects. The analysis results indicate that *R. leprosula* has high internal strengths, namely high ecological value, good wood quality, adaptability to various habitat conditions, and the availability of reliable genetic markers for species identification. However, this species also faces significant external threats, especially overexploitation, illegal logging, illegal timber trade, and biotic disturbances. The position of *R. leprosula* in the SWOT quadrant is in quadrant II (diversification strategy), indicating that despite intense external pressures, this species still has sufficient internal strength to anticipate and mitigate threats. Recommended conservation strategies include strengthening in-situ conservation in remaining natural habitats, integrating ex-situ conservation through the development of seed orchards, arboretums, and germplasm, and selecting superior seed sources based on anatomical and genetic characteristics. Furthermore, the utilization of non-timber forest products and increased community participation are expected to reduce pressure on timber use and support long-term conservation.

Keywords: chloroplast genome, conservation, *Rubroshorea*, wood anatomy



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 2025
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.

DIFERENSIASI POPULASI MERANTI TEMBAGA (*Rubroshorea leprosula*) ASAL SUMATRA UNTUK MENDUKUNG KONSERVASI JENIS

AINUN FADILAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika

**PROGRAM STUDI KONSERVASI BIODIVERSITAS TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Ir. Prijanto Pamoengkas, M.Sc., F.Trop.



Judul Tesis : Diferensiasi Populasi Meranti Tembaga (*Rubroshorea leprosula*) Asal Sumatra Untuk Mendukung Konservasi Jenis
Nama : Ainun Fadilah
NIM : E3501231034

Disetujui oleh

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

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Agus Hikmat, M.Sc.F.Trop.

Pembimbing 3:
Prof. Lina Karlinasari, M.Sc.F.Trop.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, D.E.A.
NIP. 196010041985011001

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.
NIP. 197003291996081001

Tanggal Ujian:
22 Desember 2025

Tanggal Lulus:

31 DEC 2025



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini berhasil diselesaikan dengan sebaik mungkin. Tema yang dipilih dalam penelitian yang telah dilaksanakan sejak bulan Oktober 2024 sampai Agustus 2025 ini ialah Kombinasi Metode Identifikasi Kayu yang berjudul “Diferensiasi Populasi Meranti Tembaga (*Rubroshorea leprosula*) Asal Sumatra Untuk Mendukung Konservasi Jenis”. Terima kasih tulus penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Iskandar Zulkarnaen Siregar, M.For., Sc., Bapak Dr. Ir. Agus Hikmat, M.Sc.F.Trop., dan Ibu Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut., M.Sc.F.Trop. selaku Komisi Pembimbing yang telah berkenan memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan proses penelitian, serta dengan penuh perhatian dan pengertian telah memberikan dukungan semangat, arahan, bimbingan, dan saran selama proses penulisan Tugas Akhir.
2. Bapak (Muhammad Muchlas), Mamak (Sumbawati), Adik (Isna Baitul dan Adriyan Karimah), dan segenap keluarga besar yang telah senantiasa mencurahkan segala kasih sayang, doa terbaik, semangat, motivasi dan dukungan kepada penulis.
3. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui skema program Penelitian Pascasarjana – Pendidikan Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PPS – PMDSU) yang telah mendanai penelitian ini.
4. Rekan PMDSU Batch VII IPB University, rekan KVT 2023 Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, serta rekan laboratorium Genetika Hutan dan Kehutanan Molekuler, Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University atas kerjasama, semangat, dan dukungannya selama studi.
5. Seluruh pihak yang telah berkenan membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses pelaksanaan penelitian hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga Allah *subhanaahu wa ta'ala* selalu melimpahkan nikmat, berkah, dan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah memberi bantuan kepada penulis beserta keluarga. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 22 Desember 2025

Ainun Fadilah



@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

PRAKATA	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	i
DAFTAR LAMPIRAN	i
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Kerangka Pemikiran	3
1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bioekologi <i>Rubroshorea leprosula</i>	5
2.2 Anatomi Kayu <i>Rubroshorea leprosula</i>	6
2.3 Genom Kloroplas <i>Rubroshorea leprosula</i>	7
2.4 Konservasi <i>Rubroshorea leprosula</i>	8
2.5 Identifikasi Kayu <i>Rubroshorea leprosula</i>	11
III METODE	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Pengkoleksian Sampel	15
3.4 Prosedur Kerja Anatomi Kayu	16
3.5 Prosedur Kerja Analisis Genom Kloroplas	19
3.6 Prosedur Kerja Perumusan Strategi Konservasi	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakteristik Pohon	25
4.2 Anatomi Kayu	26
4.3 Analisis Genom Kloroplas	32
4.4 Strategi Konservasi <i>Rubroshorea leprosula</i>	38
V SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	60
RIWAYAT HIDUP	61



DAFTAR TABEL

1. Lokasi pengkoleksian sampel <i>Rubroshorea leprosula</i>	13
2. Variabel pengamatan anatomi kayu	17
3. Karakteristik pohon <i>Rubroshorea leprosula</i> sebagai sumber sampel	25
4. Karakteristik visual kualitatif kayu <i>Rubroshorea leprosula</i> Sumatra	26
5. Struktur makroskopis kualitatif kayu <i>Rubroshorea leprosula</i> Sumatra	28
6. Struktur mikroskopis kualitatif kayu <i>Rubroshorea leprosula</i> Sumatra	30
7. Analisis statistik One-Way ANOVA dan post-hoc pairwise bonferroni	31
8. Hasil <i>quality check</i> dari sekuensing secara <i>short-reads</i> dan <i>long-reads</i>	33
9. Statistik dari <i>hybrid assembly</i>	34
10. Daftar gen dalam genom kloroplas dari <i>Rubroshorea leprosula</i>	35
11. Aspek data pustaka yang diperlukan dalam perumusan konservasi	38
12. Hasil penilaian IFAS dan EFAS	40
13. Hasil perhitungan skor faktor terhadap kuadran	42

DAFTAR GAMBAR

1. Skema kerangka pemikiran penelitian	4
2. Struktur sel tumbuhan	7
3. Infografis metode identifikasi kayu	12
4. Lokasi pengkoleksian sampel <i>Rubroshorea leprosula</i>	14
5. Pengkoleksian sampel daun, kambium, dan kayu	15
6. Penanganan dan penyimpanan koleksi sampel yang telah dilakukan	16
7. Ilustrasi penggunaan sampel untuk pengamatan anatomi kayu	19
8. Alur prosedur kerja analisis genom kloroplas	22
9. Grafik warna kayu <i>Rubroshorea leprosula</i> populasi Sumatra	27
10. Struktur makroskopis kayu <i>Rubroshorea leprosula</i> populasi Sumatra	28
11. Struktur mikroskopis kayu <i>Rubroshorea leprosula</i> populasi Sumatra	29
12. Boxplot struktur mikroskopis kuantitatif kayu <i>Rubroshorea leprosula</i>	32
13. Grafik distribusi skor kualitas <i>short-reads</i> dan <i>long-reads</i>	33
14. Hasil konstruksi genom kloroplas <i>Rubroshorea leprosula</i>	35
15. Filogenetik dari gen <i>matK</i> dan <i>complete chloroplast genome</i>	38
16. Posisi kuadran upaya konservasi	43

DAFTAR LAMPIRAN

1. Informasi mengenai genom kloroplas yang digunakan analisis filogenetik	60
---	----