

Laporan Kajian

POTENSI DISTRIBUSI POHON RAMIN

Pendekatan Pemodelan Relung
Ekologi untuk Identifikasi
Pengelolaan Konservasi Spesies
di Kalimantan Tengah



Independent Forest Monitoring Fund



Disusun Oleh:

ARYO ADHI CONDRIO

Independent Forest Monitoring Fund

2026

Laporan Kajian

POTENSI DISTRIBUSI POHON RAMIN

Pendekatan Pemodelan Relung Ekologi untuk Identifikasi
Pengelolaan Konservasi Spesies di Kalimantan Tengah

Disusun Oleh:

Aryo Adhi Condro

Kontributor:

Deden Pramudiana

Berton Pakpahan

Melinda Astari

Kaharingan Institute

Desainer Grafis dan Tata Letak:

Alvin Alviransyah

Penerbit:

Independent Forest Monitoring Fund (IFM Fund)

Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Telp : 0251-8398897

Email : Info@forestfund.or.id

DAFTAR ISI

Daftar Isi	1
Daftar Gambar	2
Daftar Tabel	4
Pendahuluan	5
Data dan Metode	9
Lokasi kajian	10
Data Kehadiran Spesies	11
Peubah Lingkungan	13
Kalibrasi Model	21
Ancaman dan Pengelolaan Konservasi Ramin	22
Hasil & Pembahasan	24
Evaluasi model dan potensi distribusi ramin	25
Ancaman dan pengelolaan konservasi ramin di Kalimantan Tengah	32
Deforestasi Historis di Kalimantan Tengah	33
Variasi deforestasi per kabupaten di Kalimantan Tengah	36
Dampak regulasi lingkungan internasional terhadap deforestasi di Kalimantan Tengah dan dampaknya terhadap konservasi ramin	38
Distribusi Ramin dalam konsesi kehutanan di Kalimantan Tengah	42
Konservasi ramin di Kalimantan Tengah	47
Daftar Pustaka	56
Lampiran	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	6
Potret <i>Gonystylus Banceanus</i> (Ramin)	
Gambar 2	8
Tegakan ramin di Kalimantan Tengah	
Gambar 3	10
Peta lokasi kajian untuk identifikasi distribusi ramin di Kalimantan Tengah, Indonesia. Titik merah menunjukkan titik keberadaan spesies ramin <i>Gonystylus banceanus</i> , spesies ramin paling kritis dalam konservasi di dunia.	
Gambar 4	11
Komposisi jenis ramin di wilayah kajian	
Gambar 5	12
Verifikasi lapangan tegakan ramin	
Gambar 6	13
Verifikasi lapangan tegakan ramin	
Gambar 7	14
Verifikasi lapangan tegakan ramin	
Gambar 8	16
Akar nafas ramin muncul ke permukaan di lahan gambut basah	
Gambar 9	22
Tegakan ramin di batas area pembukaan lahan	
Gambar 10	26
Potret tebangkan pohon ramin	
Gambar 11	28
Kontribusi setiap variabel dari potensi distribusi ramin di Kalimantan Tengah (A) dan kurva respon untuk semua prediktor distribusi ramin (B). Hmod: modifikasi manusia, Canc: tutupan tajuk, Canh: tinggi kanopi, D2F: jarak ke hutan, BGB: biomassa bawa-permukaan, SOC: karbon organik tanah, Prec: curah hujan, Temp: suhu udara, Srad: radiasi matahari, D2P: jarak ke gambut, Pthi: kedalaman gambut, CEC: kapasitas tukar kation, NDMI: indeks kelembaban, Nitro: kandungan N, Asp: aspek, dan Slp: lereng	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 12	29
Peta probabilitas distribusi ramin di Kalimantan Tengah berdasarkan model terbaik (Random Forest).	
Gambar 13	30
Statistik potensi distribusi ramin di Kalimantan Tengah, diturunkan berdasarkan tingkat kabupaten di dalam dan di luar kawasan konservasi	
Gambar 14	31
Potensi distribusi ramin di Kalimantan Tengah.	
Gambar 15	33
Tegakan ramin di batas area pembukaan lahan	
Gambar 16	34
Pemantauan potensi tegakan ramin	
Gambar 17	39
Verifikasi tegakan ramin	
Gambar 18	41
Deforestasi total dan deforestasi ramin di Kalimantan Tengah periode 1988-2024 (A). Deforestasi berdasarkan tingkat kabupaten (B), dan deforestasi berdasarkan regulasi rantai pasok internasional (C).	
Gambar 19	42
Deforestasi historis selama tahun 1988 – 2024 di Kalimantan Tengah.	
Gambar 20	43
Indikasi pembalakan liar pohon ramin	
Gambar 21	46
Potensi distribusi ramin dalam konsesi hutan di Kalimantan Tengah.	
Gambar 22	46
Peta sebaran potensi ramin di bawah konsesi hutan di Kalimantan Tengah.	

DAFTAR TABEL

Tabel 1	-----	19
Prediktor yang digunakan dalam menduga distribusi ramin di Kalimantan Tengah.		
Tabel 2	-----	25
Evaluasi model <i>Gonystylus</i> spp. untuk berbagai algoritma berdasarkan ukuran diskriminasi. BRT: Boosted Regression Trees, MXD: Maximum Entropy; RDF: Random Forest; SVM: Support Vector Machine; and ENS: Ensemble.		
Tabel 3	-----	45
Potensi distribusi ramin dalam konsesi kehutanan berdasarkan kabupaten di Kalimantan Tengah.		
Tabel 4	-----	47
Statistik sebaran ramin potensial dalam kawasan lindung di Kalimantan Tengah.		
Tabel 5	-----	50
Potensi distribusi ramin berdasarkan penetapan zonasi kawasan konservasi di Kalimantan Tengah.		
Tabel 6	-----	51
Kuota ekspor tahun 2024 di tingkat nasional untuk spesies ramin.		

Pendahuluan

Konservasi pohon ramin (*Gonystylus* spp.) memiliki tantangan konservasi yang tinggi di Kalimantan. Jenis pohon ini merupakan tanaman asli dari Indonesia dan Malaysia, dengan keberadaan yang signifikan di Pulau Kalimantan. Jenis ini merupakan pohon besar yang dapat mencapai tinggi kanopi sekitar 40 – 45 meter dengan diameter sekitar 60 – 120 cm dan akar yang menjulur keluar. Ramin dapat ditemukan di dataran rendah, rawa, atau ekosistem gambut, termasuk hutan rawa gambut campuran. Ramin menunjukkan afinitas khusus terhadap area yang dicirikan oleh gambut dalam, biasanya berkisar antara 350 hingga 600 cm, dan kondisi kadar air tanah yang tinggi. Faktor-faktor hidrologis dan edafik yang spesifik ini penting untuk pertumbuhannya, karena secara alami menghambat pertumbuhan spesies pesaing yang tumbuh lebih cepat.

Ramin memiliki peran ekologis yang sangat signifikan. Ramin berfungsi sebagai habitat vital bagi berbagai spesies hewan dan berkontribusi signifikan terhadap komposisi flora yang unik serta integritas struktural ekosistem hutan rawa gambut. Hutan rawa gambut tropis ini diakui secara global karena kepentingan ekologisnya yang sangat besar, berfungsi sebagai penyimpan karbon yang substansial. Diperkirakan bahwa lahan gambut Indonesia sendiri menyimpan sekitar 55 gigaton karbon, mewakili 56% dari luas lahan gambut tropis dunia dan 77% dari karbon gambut global.

Selain penyerapan karbon, hutan rawa gambut menyediakan jasa ekosistem yang krusial, termasuk pengaturan air dan pengurangan risiko bencana, yang vital bagi stabilitas lingkungan regional. Ekosistem ini juga menjadi rumah bagi fauna, termasuk spesies yang terancam punah seperti orangutan kalimantan dan harimau sumatra, yang kelangsungan hidupnya secara langsung terancam oleh degradasi habitat ramin. Kondisi rawa gambut yang terspesialisasi dan termasuk ekosistem rentan juga telah mendorong evolusi berbagai spesies endemik, terutama ikan air tawar, yang menggarisbawahi nilai keanekaragaman hayati yang tak tergantikan dari ekosistem ini.

Salah satu spesies ramin, yakni *Gonystylus bancanus*, telah dikategorikan dalam daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) sebagai CR (*Critically Endangered*) yang merefleksikan risiko sangat tinggi dari jenis ini untuk punah di alam. Status konservasi yang diberikan berasal dari konsekuensi langsung eksploitasi kayu berlebihan secara historis di Indonesia. Dari 30 spesies *Gonystylus*, 15 jenis digolongkan ke dalam VU (*Vulnerable*) atau rentan, dan masuk ke dalam daftar Appendix II CITES sehingga memiliki batasan tertentu untuk diperdagangkan.



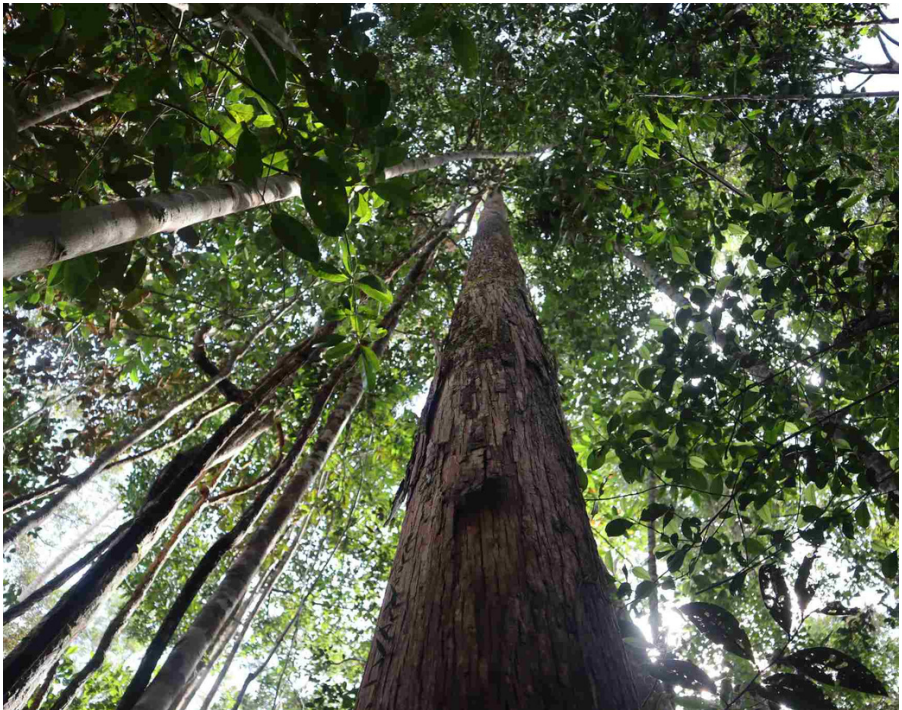
Gambar 1. Potret *Gonystylus Bancanus* (Ramin)

Pemodelan relung ekologi (*Ecological Niche Modelling/ENM*), atau yang seringkali juga disebut pemodelan distribusi spesies (SDM) merupakan pendekatan statistik yang kompleks yang digunakan untuk menduga distribusi geografis suatu spesies dan menilai kesesuaian habitat spesies tersebut. Prinsip utama dari ENM adalah konsep relung ekologi, dimana informasi kehadiran/ketidakhadiran spesies pada suatu lokasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu udara, curah hujan, dan sifat fisik/kimia tanah. Konsep Hutchinson mendefinisikan relung sebagai suatu bentuk parsel di dalam ruang multidimensi lingkungan yang menjadi dasar utama teori ENM. Proses pemodelan secara tipikal terdiri dari beberapa langkah: koleksi data (kehadiran spesies dan peubah lingkungan), analisis data, seleksi model (e.g., Maxent, Random Forest, Bioclim, dll.), dan evaluasi model.

ENM menjadi alat populer dalam konservasi tumbuhan, memberikan kerangka metodologi yang kokoh untuk identifikasi kesesuaian habitat, terutama untuk jenis spesies terancam dan langka, identifikasi areal bernilai konservasi tinggi, proyeksi dampak perubahan iklim terhadap distribusi spesies, dan memberikan pengetahuan berbasis data untuk pengelolaan konservasi spesies. Untuk spesies dengan data terbatas, ENM dapat menjadi instrumen untuk menargetkan rencana sampling dan survey lapangan pada masa depan sehingga dapat mengoptimalkan alokasi sumberdaya untuk koleksi data. Meskipun ENM telah berhasil diterapkan pada berbagai spesies terestrial, penerapannya pada pohon tropis, terutama yang langka atau terancam punah, menghadirkan tantangan unik sekaligus potensi yang sangat besar.

Di wilayah tropis, ENM dapat secara signifikan mendukung pengembangan strategi konservasi yang efektif, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan yang penting dalam ekologi spesies, dan menyediakan alat prediktif untuk mengkaji potensi dampak perubahan lingkungan yang sedang berlangsung.

Kajian ini didesain untuk memanfaatkan pemodelan relung ekologi sebagai upaya dalam konservasi spesies ramin (*Gonystylus* spp.) di Provinsi Kalimantan Tengah, Borneo.



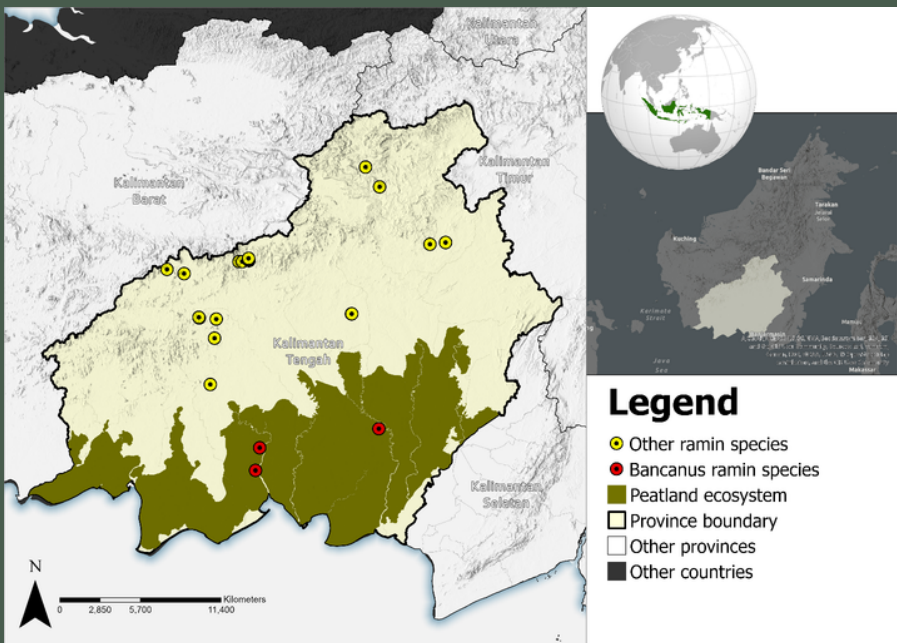
Gambar 2. Tegakan ramin di Kalimantan Tengah



DATA & *METODE*

Lokasi Kajian

Studi ini akan berfokus pada cakupan geografis Provinsi Kalimantan Tengah, Pulau Kalimantan. Luas wilayah studi kami sekitar 15.325.282 hektar, dengan mengintegrasikan variabel lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan ekosistem hutan rawa gambut dan karakteristik biologis Ramin jenis *bancanus* yang unik (Gambar 1).

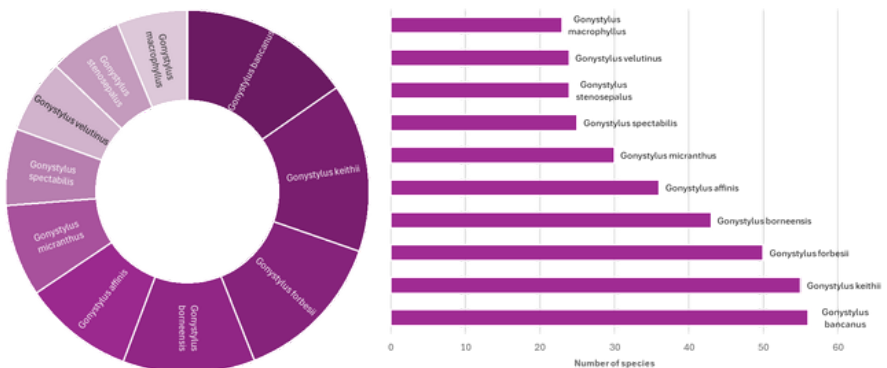


Gambar 3. Peta lokasi kajian untuk identifikasi distribusi ramin di Kalimantan Tengah, Indonesia. Titik merah menunjukkan titik keberadaan spesies ramin *Gonystylus bancanus*, spesies ramin paling kritis dalam konservasi di dunia.

Data Kehadiran Spesies

Kajian ini mengkompilasi titik kehadiran spesies dari *Gonystylus* spp. dari survey vegetasi dan juga beberapa sumber lain seperti *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF, 2025). Kajian ini berhasil mengoleksi 644 titik spesies ramin untuk seluruh Pulau Borneo, 624 titik dari GBIF dan 20 titik dari survey. Kajian ini berfokus pada spesies *Gonystylus bancanus*,

salah satu jenis ramin yang hidup di ekosistem gambut yang memiliki kerentanan konservasi yang tinggi. Jenis ini diklasifikasikan ke dalam kategori kritis (CR) berdasarkan IUCN red list,¹ umumnya karena regenerasi natural dan laju pertumbuhan intrinsik yang lambat. Spesies ini juga terancam akibat degradasi habitat dengan pembukaan lahan gambut dan ekosistem rawa air tawar untuk pertanian dan infrastruktur. Disamping itu, spesies ramin ini juga mendominasi komposisi komunitas jenis ramin di wilayah kajian.



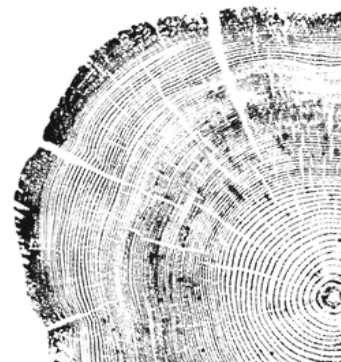
Gambar 4. Komposisi jenis ramin di wilayah kajian

1. <https://www.iucnredlist.org/species/32941/68084993>



Studi ini melakukan *cleaning* data pada proses pra-pengolahan, yaitu proses penjarangan titik kehadiran spesies untuk mengurangi efek dari autokorelasi spasial dan bias dari pengaruh sampling berdasarkan riset dari Velazco et al. (2019). Setelah itu, kajian ini menggunakan 240 titik spesies yang telah bersih dari bias. Kajian ini memproduksi data ketidakhadiran-semu ($n = 10.000$) yang dibutuhkan dalam analisis ENM mengikuti pedoman dari studi Barbet-Massin et al. (2012).

Gambar 5. Verifikasi lapangan tegakan ramin



Peubah *Lingkungan*



Gambar 6. Verifikasi lapangan tegakan ramin

Penelitian ini menggunakan 19 prediktor lingkungan untuk menangkap potensi distribusi *Gonystylus* spp. berdasarkan topografi, biofisika, iklim, karbon, antropogenik, sifat tanah, dan parameter yang berasal dari satelit (Tabel 1). Penelitian sebelumnya menunjukkan pentingnya penggunaan sifat tanah dibandingkan variabel iklim dalam kasus spesies endemik (Tomlinson et al., 2020).

Faktor iklim merupakan pendorong utama distribusi spesies, yang secara langsung mempengaruhi proses fisiologis seperti fotosintesis, respirasi, dan reproduksi. Variabel iklim, termasuk suhu dan radiasi matahari dari CHELSA-Climate, serta curah hujan, sangat penting karena pengaruhnya secara langsung terhadap proses fisiologis pohon ramin seperti fotosintesis dan metabolisme.

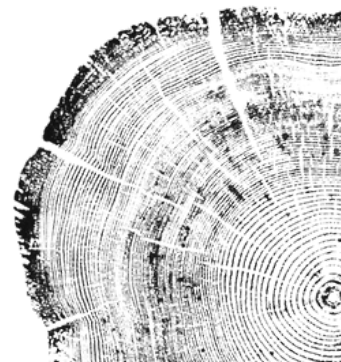
Faktor-faktor ini membentuk selubung iklim yang luas dimana spesies ini dapat berkembang, yang menentukan kebutuhan termal dan hidrologisnya.

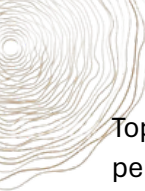
Mengingat keterkaitan ramin dengan habitat spesifik, sifat gambut menjadi krusial, terutama jarak ke lahan gambut yang diperoleh dari data Kementerian Kehutanan serta ketebalan gambut. Variabel-variabel ini berperan sebagai proksi spasial untuk karakteristik hutan rawa gambut, tempat ramin beradaptasi. Selain itu, kelompok variabel karbon, yang meliputi biomassa di atas permukaan tanah, biomassa di bawah permukaan tanah, dan karbon organik tanah, sangat penting untuk memahami relung ekologi pohon ramin dan perannya dalam ekosistem yang lebih luas.



Gambar 7. Verifikasi lapangan tegakan ramin

Variabel-variabel ini mengkuantifikasi berbagai simpanan karbon dalam suatu area, memberikan wawasan tentang produktivitas, kesehatan, dan potensi penyerapan karbon habitat ramin.



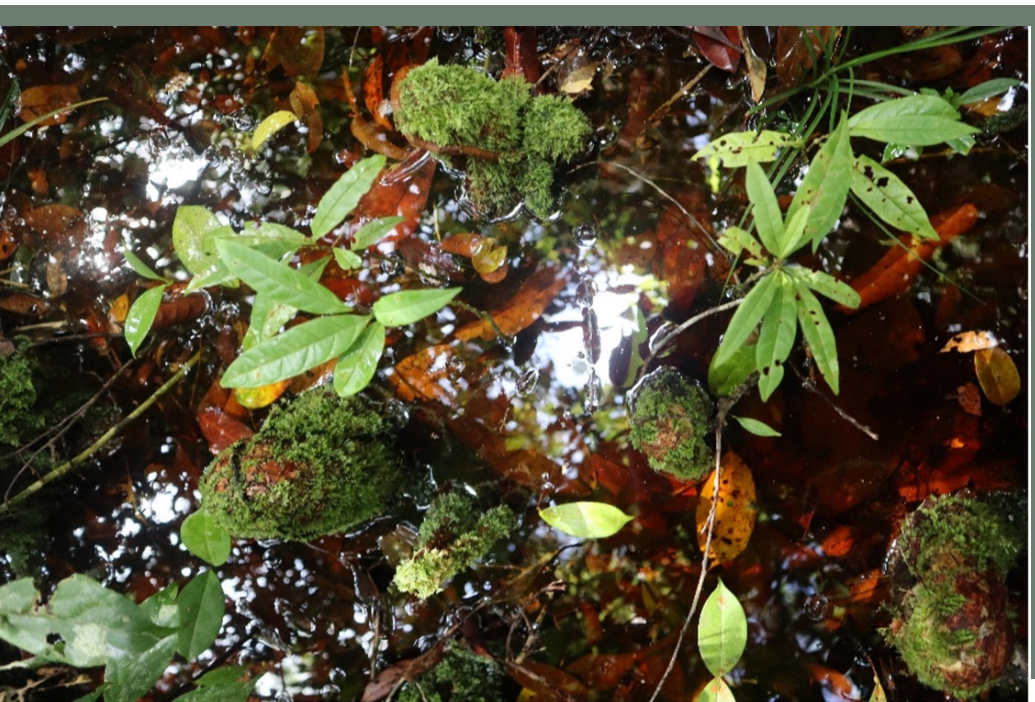


Topografi secara signifikan mempengaruhi iklim mikro, hidrologi, dan perkembangan tanah. Kemiringan (SRTM-NASA) mempengaruhi limpasan air, erosi tanah, dan paparan sinar matahari (Chen & Zhang, 2022; Pouteau et al., 2012). Aspek yang mengacu pada arah kelerengan, mempengaruhi radiasi matahari yang datang dan pola angin pada wilayah kajian, sehingga menciptakan variasi iklim mikro yang dapat memfasilitasi atau membatasi ruang hidup ramin (Yang et al., 2020).

Untuk menangkap parameter biofisik, kami menggunakan variabel terkait hutan seperti jarak ke hutan, tinggi tajuk, dan tutupan tajuk. Jarak ke hutan (EU-JRC) menyoroti pentingnya tutupan hutan yang ada bagi konektivitas dan ketersediaan habitat. Tutupan tajuk secara langsung mempengaruhi ketersediaan cahaya dan iklim mikro di bawah tajuk, yang sangat penting bagi tahap pertumbuhan ramin. Tinggi tajuk (m), yang bersumber dari Lang et al. (2023), memberikan atribut struktural penting hutan, yang mencerminkan kematangan tegakan, tahap suksesi, dan kompleksitas habitat vertikal, yang semuanya relevan dengan relung pohon ramin.

Karakteristik tanah sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, menyediakan dukungan fisik, air, dan nutrisi. pH dan kapasitas tukar kation (KTK) (SoilGrids 2.0) mengatur ketersediaan nutrisi dan kesuburan tanah secara keseluruhan. Kandungan nitrogen (SoilGrids 2.0), suatu makronutrien utama, sangat penting untuk sintesis protein dan pertumbuhan tanaman. Ketersediaannya di tanah gambut yang unik dan seringkali miskin nutrisi, dapat menjadi faktor pembatas bagi ramin, menjadikannya prediktor penting distribusinya.

Aktivitas manusia secara signifikan mengubah bentang alam dan dapat berdampak besar pada distribusi spesies. Data modifikasi manusia oleh Theobald dkk. (2020) memberikan ukuran kuantitatif dampak kumulatif manusia di seluruh ekosistem terestrial. Variabel ini memperhitungkan berbagai tekanan seperti pemukiman manusia, pertanian, infrastruktur, dan ekstraksi sumber daya, yang dapat menyebabkan hilangnya habitat, fragmentasi, dan perubahan kondisi lingkungan. Bagi pohon ramin, yang seringkali menghuni hutan kayu berharga dan lahan gambut, memahami tingkat modifikasi manusia sangat penting untuk mengidentifikasi area di mana distribusinya mungkin terhambat oleh gangguan antropogenik, sehingga dapat memberikan informasi bagi upaya konservasi dan strategi pengelolaan berkelanjutan.



Gambar 8. Akar nafas ramin muncul ke permukaan di lahan gambut basah

Kami juga menggunakan beberapa indeks tanda spektral berdasarkan citra satelit optik untuk menangkap respons pohon ramin terhadap pita spektral terkait karakteristik vegetasi dan kelembaban tanah. Indeks vegetasi perbedaan ternormalisasi kernel (kNDVI), sebuah indikator vegetasi terpadu yang menghasilkan proksi yang kuat untuk struktur tajuk, kandungan pigmen daun, dan potensi fotosintesis (Camps-Valls et al., 2021) berdasarkan komposit terbaru citra satelit optik Sentinel-2. Nilai kNDVI yang lebih tinggi umumnya menunjukkan vegetasi yang lebih rapat dan sehat, memberikan informasi berharga tentang kapasitas fotosintesis dan vigor ke-seluruhan komunitas tumbuhan di suatu area.

Untuk pohon ramin, yang tumbuh subur di ekosistem hutan tertentu, kNDVI dapat secara efektif menggambarkan area dengan struktur vegetasi dan biomassa yang sesuai. Indeks Kelembaban Perbedaan Ternormalisasi (NDMI), juga dikenal sebagai Indeks Air Perbedaan Ternormalisasi (NDWI), sangat efektif dalam menilai kadar air vegetasi dan, lebih jauh lagi, kelembapan tanah.

Ketersediaan air merupakan faktor pembatas utama bagi pertumbuhan dan distribusi tanaman, terutama bagi spesies di lingkungan tropis dan subtropis seperti pohon ramin. Nilai NDMI yang lebih tinggi biasanya menunjukkan kadar air yang lebih tinggi. Oleh karena itu, indeks ini dapat memberikan informasi penting tentang kondisi hidrologis habitat pohon ramin, membantu mengidentifikasi area dengan ketersediaan air yang cukup untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

Kajian ini melakukan analisis *resample* dari 19 data spasial prediktor lingkungan menjadi 100 meter untuk menjaga konsistensi data pada pengolahan. Studi ini juga melakukan seleksi variabel lingkungan berdasarkan korelasi Pearson (i.e., analisis multikolinearitas) mengikuti pedoman Dormann et al. (2013) untuk menghindari isu korelasi yang dapat mempengaruhi luaran model (Feng et al., 2019). Setelah proses ini, kajian ini hanya menggunakan 17 prediktor lingkungan, mengeliminasi prediktor biomassa atas permukaan dan jarak ke jalan (Lihat Lampiran 1).



Tabel 1.

Prediktor yang digunakan dalam menduga distribusi ramin di Kalimantan Tengah

Kelompok	Peubah	Satuan	Sumber	Keterangan
Iklim	Suhu udara	°C	CHELSA-Climate (Karger et al., 2020)	
	Curah hujan	mm	CHELSA-Climate (Karger et al., 2020)	
	Radiasi matahari	W/m2	CHELSA-Climate (Karger et al., 2020)	
Karbon	Biomassa atas-permukaan	Mg/ha	Living biomass data (Harris et al., 2021)	
	Biomassa bawah-permukaan	Mg/ha	WCMC (Spawn et al., 2020)	
	Karbon organik tanah	Mg/ha	SoilGrids 2.0 (Poggio et al., 2021)	
Karakteristik gambut	Jarak ke gambut	km	Ministry of Forestry	
	Kedalaman gambut	cm	PEATGRIDS (Widyastuti et al., 2025)	
Biofisik	Jarak ke hutan	km	EU-JRC (Bourgoin et al., 2024)	
	Tinggi kanopi	meters	ETH (Lang et al., 2023)	

Kelompok	Peubah	Satuan	Sumber	Keterangan
	Tutupan tajuk	%	Analisis penulis	
Informasi spektral satelit	kNDVI	Unitless	Oleh (Camps-Valls et al., 2021)	Sentinel-2
	NDMI	Unitless	Oleh (Theobald et al., 2020)	Sentinel-2
Antropogenik	Modifikasi manusia	%	(Theobald et al., 2020)	
Topografi	Lereng	%	SRTM-NASA (Jarvis et al., 2006)	
	Aspek	Degree	SRTM-NASA (Jarvis et al., 2006)	
Sifat tanah	pH	Unitless	SoilGrids 2.0 (Poggio et al., 2021)	
	Kandungan N	g/kg	SoilGrids 2.0 (Poggio et al., 2021)	
	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	cmol/kg	SoilGrids 2.0 (Poggio et al., 2021)	

Kalibrasi *Model*

Kajian ini memodelkan *Gonystylus* spp. berdasarkan model ensemble dari berbagai algoritma *machine learning* – i.e., maximum entropy (MXD), boosted regression trees (BRT), random forest (RDF), dan support vector machine (SVM) (Breiman, 2001; Cortes & Vapnik, 1995; Elith et al., 2008; Phillips et al., 2006) dengan menggunakan paket ENMTML dalam R (Andrade et al., 2020). Model ensemble dihitung berdasarkan transformasi komponen pertama dari analisis komponen utama (PCA) dari empat model tunggal yang didasarkan pada ukuran diskriminasi Sørensen (Thuiller, 2004). Kajian ini juga melakukan partisi k-fold yang secara acak membagi data menjadi 10 set data baru (Fielding & Bell, 1997) untuk evaluasi model yang ideal.

Kajian ini memberikan beberapa opsi ukuran diskriminasi untuk evaluasi model: *area under the curve* (AUC), Kappa, true skill statistic (TSS), Jaccard, and Sørensen (Allouche et al., 2006; Leroy et al., 2018). Untuk mengonversi luaran probabilitas kehadiran spesies menjadi luaran biner (distribusi dan non-distribusi), kajian ini menggunakan ambang batas yang ditentukan berdasarkan optimalisasi indeks Sørensen (Allouche et al., 2006). Selain itu, kajian ini melakukan M-SDM yang dibatasi secara spasial berdasarkan metode posteriori (yaitu, *minimum convex polygon* yang di-buffer dari data kehadiran) untuk menangani isu over-prediction (Kremen et al., 2008; Mendes et al., 2020) dan menekankan fokus kajian terhadap spesies ramin *Gonystylus bancanus*.

Ancaman dan Pengelolaan *Konservasi Ramin*

Kajian ini menginvestigasi deforestasi historis di Kalimantan Tengah, sebagai habitat kritis bagi ramin menggunakan data Tropical Moist Forest (TMF), yang dikembangkan oleh Vancutsem et al. (2021) pada periode 1987 – 2024 untuk menangkap pendorong utama hilangnya spesies ramin. Di Indonesia, kehutanan industri intensif, kegiatan penebangan, dan pembangunan pertanian telah terjadi sejak tahun 1970-an (Margono et al., 2012).

Kemudian, studi ini mengklasifikasikan data deforestasi menjadi tiga kategori: (i) tidak ada deforestasi; (ii) deforestasi sebelum tanggal batas FSC lama (<1995); (iii) deforestasi setelah tanggal batas FSC lama (1995 – 2020); (iv) deforestasi setelah tanggal batas EUDR (2021 – 2024).

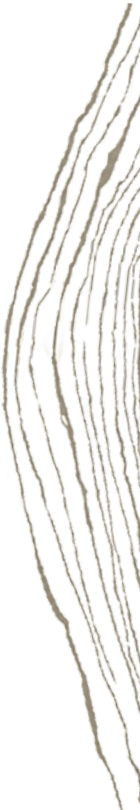


Gambar 9. Tegakan ramin di batas area pembukaan lahan

Lebih lanjut, studi ini juga menganalisis data deforestasi dengan potensi distribusi ramin. Selain itu, analisis overlay antara potensi distribusi ramin dengan konsesi kehutanan di Kalimantan Tengah dilakukan untuk lebih memahami keberadaan ramin di luar kawasan konservasi.

Untuk memahami distribusi pohon ramin (*Gonystylus* spp.) di kawasan konservasi di Kalimantan Tengah, kami melakukan analisis spasial dengan melakukan overlay dua set data penting. Pertama, kami akan menggunakan peta prediksi distribusi ramin. Peta ini kemudian akan diintegrasikan dengan data kawasan konservasi yang bersumber dari World Database Protected Areas (WDPA) dari WCMC – UNEP. Selanjutnya, studi ini juga melakukan investigasi dari distribusi ramin pada berbagai zonasi kawasan konservasi yang ada di Kalimantan Tengah.

Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menentukan secara visual dan kuantitatif area di mana habitat ramin potensial bersinggungan dengan batas kawasan konservasi dan beberapa konsesi kehutanan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, kajian ini dapat menilai sejauh mana populasi ramin yang diprediksi berada di bawah perlindungan hukum, yang sangat penting mengingat status konservasi ramin yang terancam punah.



HASIL & *PEMBAHASAN*

Evaluasi Model dan Potensi *Distribusi Ramin*

Kajian ini menunjukkan bahwa algoritma Random Forest untuk *Gonystylus* spp. mengungguli semua algoritma, termasuk model ensemble. Model Random Forest memiliki indeks Sørensen yang sangat baik dengan rata-rata sekitar $0,751 \pm 0,002$ (Tabel 2).

Tabel 2.

Evaluasi model *Gonystylus* spp. untuk berbagai algoritma berdasarkan ukuran diskriminasi. BRT: Boosted Regression Trees, MXD: Maximum Entropy; RDF: Random Forest; SVM: Support Vector Machine; and ENS: Ensemble.

Algoritma	Ukuran diskriminasi				
	AUC	Kappa	TSS	Jaccard	Sorensen
BRT	0.701 ± 0.003	0.292 ± 0.007	0.292 ± 0.007	0.574 ± 0.002	0.729 ± 0.002
MXD	0.654 ± 0.003	0.213 ± 0.005	0.213 ± 0.005	0.551 ± 0.002	0.710 ± 0.001
RDF	0.720 ± 0.002	0.384 ± 0.007	0.384 ± 0.007	0.602 ± 0.003	0.751 ± 0.002
SVM	0.719 ± 0.002	0.338 ± 0.004	0.338 ± 0.004	0.590 ± 0.002	0.742 ± 0.001
ENS	0.723 ± 0.003	0.317 ± 0.006	0.317 ± 0.006	0.577 ± 0.002	0.731 ± 0.002



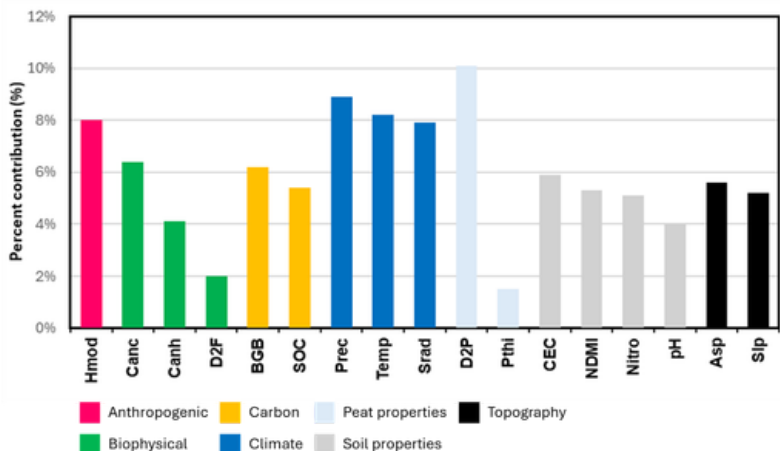
Gambar 10. Potret tebang pohon ramin

Kajian ini menunjukkan bahwa faktor iklim, sifat tanah, dan biofisik merupakan prediktor yang paling penting dalam distribusi spesies ramin. (Gambar 2A), berkontribusi berturut-turut sebesar 25,0%, 20,3%, dan 12,5%. Selain itu, jarak ke gambut memiliki skor kepentingan variabel tertinggi dengan nilai sebesar 10,1%, disusul oleh curah hujan (8,9%) dan suhu udara (8,2%).

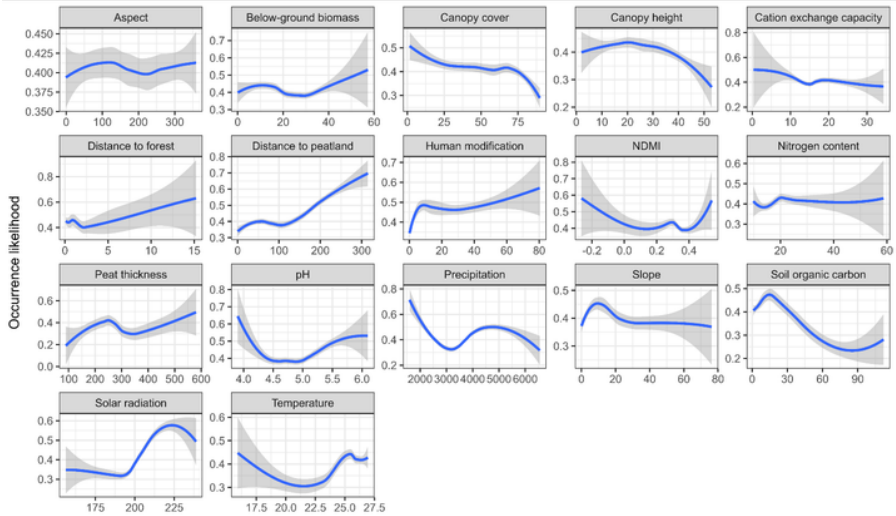
Berdasarkan gambar yang disajikan (Gambar 2B), narasi yang jelas muncul mengenai faktor lingkungan yang mempengaruhi potensi distribusi ramin. Korelasi terkuat, dan dengan demikian menjadi pendorong paling signifikan, adalah hubungan positif yang tinggi dengan jarak ke gambut ($r=0,716$), yang menunjukkan bahwa potensi distribusi spesies ini sangat terkonsentrasi di atau dekat area lahan gambut. Hal ini didukung oleh korelasi negatif yang kuat dengan karbon organik tanah ($r=-0,574$), yang menunjukkan bahwa ramin cenderung lebih menyukai tanah dengan kandungan bahan organik yang lebih rendah, yang berpotensi lebih menyukai area rawa yang kaya mineral daripada gambut yang dalam dan sangat organik.

Lebih lanjut lagi, korelasi positif yang cukup kuat dengan Radiasi Matahari ($r=0,569$) menunjukkan bahwa distribusi ramin mungkin lebih menyukai kondisi tajuk yang lebih terbuka atau tepi hutan, yang memiliki hubungan terkait dengan kebutuhan regenerasinya. Variabel lain, meskipun kurang berpengaruh, tetap memberikan wawasan terhadap ekologi ramin; misalnya, korelasi positif dengan curah hujan ($r=0,329$) selaras dengan preferensi spesies untuk habitat rawa yang basah. Sebaliknya, korelasi negatif sedang dengan Kapasitas Tukar Kation ($r=-0,353$) dan korelasi lemah dengan faktor-faktor seperti Tinggi Kanopi, Suhu, dan pH menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut bukanlah faktor pembatas utama bagi distribusi Ramin. Singkatnya, potensi distribusi Ramin tampaknya terutama dipengaruhi oleh kombinasi sifat hidrologi dan tanah, khususnya hubungannya yang erat dengan lahan gambut dan preferensi terhadap karbon organik tanah yang lebih rendah, dengan ketersediaan sinar matahari memainkan peran sekunder namun penting. (Lihat peta probabilitas ramin di Gambar 3).

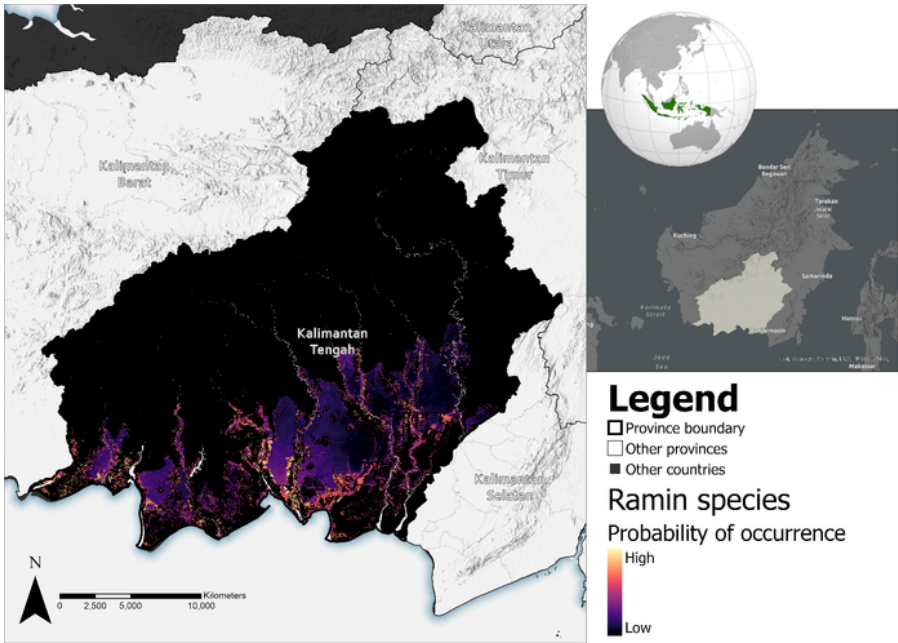
A



B



Gambar 11. Kontribusi setiap variabel dari potensi distribusi ramai di Kalimantan Tengah (A) dan kurva respon untuk semua prediktor distribusi ramai (B). Hmod: modifikasi manusia, Canc: tutupan tajuk, Canh: tinggi kanopi, D2F: jarak ke hutan, BGB: biomassa bawa-permukaan, SOC: karbon organik tanah, Prec: curah hujan, Temp: suhu udara, Srad: radiasi matahari, D2P: jarak ke gambut, Pthi: kedalaman gambut, CEC: kapasitas tukar kation, NDMI: indeks kelembaban, Nitro: kandungan N, Asp: aspek, dan Slp: lereng

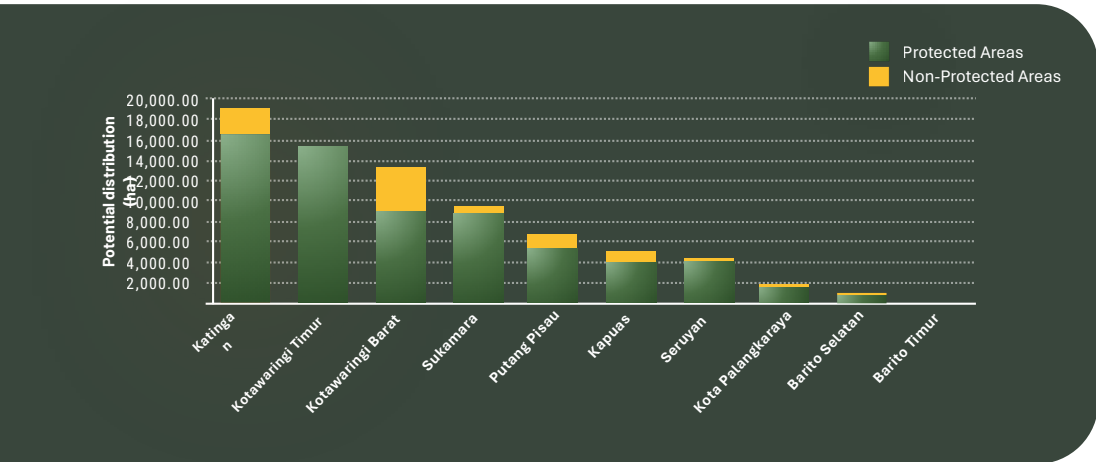


Gambar 12. Peta probabilitas distribusi ramin di Kalimantan Tengah berdasarkan model terbaik (Random Forest).

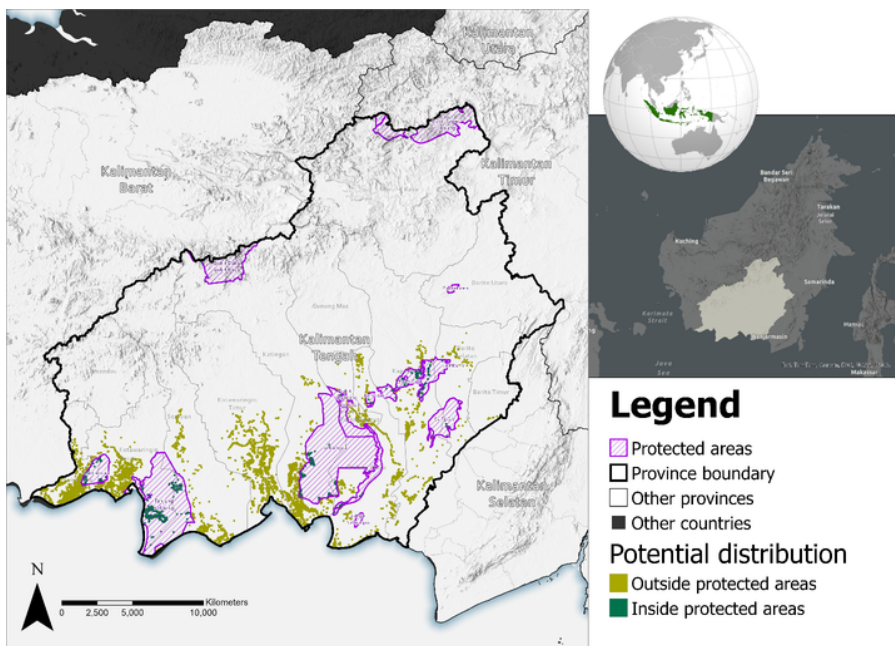
Berdasarkan hasil model terbaik, sebaran ramin potensial di Kalimantan Tengah menunjukkan tantangan konservasi yang krusial. Hasilnya menunjukkan total luas potensial sekitar 75.947,40 hektar, yang sebagian besarnya, 65.561,43 hektar (86,3%), berada di luar kawasan konservasi.

Temuan ini sangat signifikan, karena menunjukkan bahwa sebagian besar habitat potensial spesies ini masih rentan terhadap alih fungsi lahan dan aktivitas manusia lainnya.

Kajian ini juga menggarisbawahi bahwa distribusi ramin sangat terkonsentrasi pada beberapa titik kabupaten kunci (Gambar 4). Katingan menonjol sebagai kabupaten paling dominan, berisi total area potensial terbesar di 18.945,59 hektar, dengan sebagian besar dari ini berada dalam zona non-konservasi. Demikian pula dengan Kotawaringin Timur dan Kotawaringin Barat yang juga merupakan benteng utama, dengan masing-masing sekitar 15.242,17 hektar dan 13.412,39 hektar. Data dari Kotawaringin Timur sangat mengkhawatirkan dari perspektif konservasi, karena seluruh habitat ramin potensial saat ini berada di luar kawasan konservasi. Analisis ini menggarisbawahi bahwa strategi konservasi yang efektif untuk ramin di Kalimantan Tengah harus mengadopsi pendekatan tingkat lanskap yang melampaui batas-batas kawasan lindung yang ada, memprioritaskan upaya konservasi dan pengelolaan di Kabupaten Katingan dan Kotawaringin Timur, di mana populasi spesies terbesar dan paling rentan kemungkinan besar ditemukan.



Gambar 13. Statistik potensi distribusi ramin di Kalimantan Tengah, diturunkan berdasarkan tingkat kabupaten di dalam dan di luar kawasan konservasi



Gambar 14. Potensi distribusi ramin di Kalimantan Tengah.

ANCAMAN DAN PENGELOLAAN KONSERVASI RAMIN *DI KALIMANTAN TENGAH*



Gambar 15. Tegakan ramin di batas area pembukaan lahan

Deforestasi Historis di *Kalimantan Tengah*

Pada periode 1988-1996, ketika total deforestasi di Kalimantan Tengah berada pada tingkat yang relatif rendah dan stabil (e.g., 80.419 ha pada tahun 1996), deforestasi dalam areal distribusi ramin berada pada tingkat sedang, dengan kehilangan 103,94 hektar pada tahun 1996.

Periode ini kemungkinan mewakili dampak dari praktik penebangan konvensional dan pembukaan lahan dengan intensitas rendah, yang menimbulkan ancaman tetapi tidak signifikan, bagi spesies ramin. Titik balik utama terjadi pada periode tahun **1997 hingga 1998**. Total deforestasi menunjukkan lonjakan besar menjadi **535.564 ha** pada tahun 1997 dan **402.768 ha** pada tahun 1998. Hal ini secara langsung tercermin dalam tabel distribusi ramin, yang mencatat peningkatan tajam yang sesuai dalam hilangnya habitat menjadi **562,19 ha** dan **337,95 ha** masing-masing. Peningkatan deforestasi yang sinkron dan dramatis di kedua periode ini sangat menunjukkan pengaruh dari fenomena skala meso yang terjadi di wilayah ini, seperti kebakaran yang disebabkan oleh El Niño 1997-1998 dan proyek konversi lahan gambut,

merupakan pendorong utama kerusakan habitat ramin (Parameswaran et al., 2004). Peristiwa ini tidak hanya membuka hutan tetapi juga mengubah hidrologi lahan gambut, membuatnya lebih rentan terhadap kebakaran di masa mendatang dan kurang cocok untuk ramin yang bergantung pada lingkungan yang tergenang air (rawa). Kondisi ini, dikombinasikan dengan pembukaan lahan yang meluas untuk perluasan pertanian, dan penggunaan api sebagai alat pengelolaan lahan, menciptakan lingkaran yang menyebabkan kebakaran hutan yang dahsyat dan tak terkendali serta hilangnya hutan secara luas (Varma, 2003).

Setelah periode katastrofik ini, deforestasi dalam area distribusi ramin tetap tidak stabil. Sementara tingkat deforestasi total lebih rendah yang masih menyebabkan hilangnya habitat yang signifikan. Lonjakan kedua yang lebih rendah terlihat sekitar tahun 2006, dengan hilangnya habitat ramin mencapai **374,31 ha**, yang secara proporsional lebih tinggi dibandingkan dengan total deforestasi. Ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi penurunan umum deforestasi, tekanan pada ekosistem rawa gambut spesifik tempat ramin berada masih terus berlanjut.



Gambar 16. Pemantauan potensi tegakan ramin

Hilangnya Habitat *Ramin*

2015

1.431,51 ha

2016

1.563,98 ha

Puncak ekstrem dalam hilangnya habitat ramin pada **tahun 2015 (1.431,51 ha)** dan **2016 (1.563,98 ha)**, sementara total deforestasi di bawah 100. 000 ha, mengindikasikan peristiwa yang sangat terlokalisasi tetapi merusak. Hal ini merepresentasikan kebakaran lahan gambut besar atau pembukaan lahan intensif di dalam habitat ramin, yang secara tidak proporsional mempengaruhi spesies tersebut (Condro et al., 2018).

Periode terbaru, dari tahun **2017 hingga 2024**, menunjukkan pergeseran krusial. Data menunjukkan penurunan deforestasi yang dramatis dan berkelanjutan dalam distribusi ramin, dengan kehilangan tahunan secara konsisten di bawah 100 hektar, mencapai titik terendah **36, 61 hektar** pada tahun 2021. Tren ini, yang sejalan dengan penurunan deforestasi total, menunjukkan respons positif terhadap kebijakan konservasi terkini, seperti inisiatif restorasi lahan gambut dan moratorium konsesi lahan baru di hutan primer. Penurunan tajam hilangnya habitat spesies yang terancam punah ini merupakan konsekuensi langsung dari tata kelola dan tata guna lahan dan pencegahan kebakaran yang lebih baik, yang menawarkan peluang yang sangat dibutuhkan untuk pemulihan dan restorasi populasi yang tersisa.

Variasi Deforestasi per Kabupaten *di Kalimantan Tengah*

Analisis spasial deforestasi di Kalimantan Tengah mengungkap variasi deforestasi kabupaten yang signifikan dalam total deforestasi dan spesifik pada habitat ramin, seperti yang ditunjukkan dalam data tingkat kabupaten yang disediakan.

Tingkat Deforestasi Tertinggi

Kotawaringin Barat
416.958,97 ha

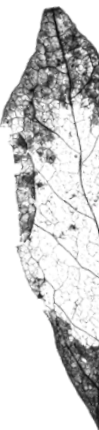
Seruyan
530.668,65ha

Kotawaringin Timur
761.386,58 ha

Kotawaringin Timur muncul sebagai kabupaten dengan tingkat deforestasi tertinggi secara keseluruhan, mencatat kehilangan hutan yang mencengangkan sebesar **761.386,58 hektar**. Angka ini diikuti oleh **Seruyan** dan **Kotawaringin Barat**, masing-masing dengan **530.668,65 ha** dan **416.958,97 ha**. Konsentrasi deforestasi ini kemungkinan besar terkait dengan ekspansi pesat perkebunan skala industri, yang secara historis terkonsentrasi di wilayah-wilayah tersebut.

Lebih kritis lagi, data menunjukkan bahwa kabupate-kabupaten yang sama ini juga merupakan pusat hilangnya habitat ramin. **Kotawaringin Barat** dan **Kotawaringin Timur** menunjukkan deforestasi ramin tertinggi, masing-masing seluas **1.947,55 ha** dan **1.631,45 ha**. Tingkat tumpang tindih yang tinggi antara titik-titik deforestasi total dan kerusakan habitat ramin menunjukkan korelasi spasial yang kuat, yang menunjukkan bahwa pendorong deforestasi berdampak langsung pada hutan rawa gambut yang rapuh, tempat ramin berada. Hilangnya habitat ramin yang tidak proporsional di kabupaten-kabupaten ini, dibandingkan dengan luas daratannya secara keseluruhan, menggarisbawahi pentingnya kedua distrik tersebut bagi konservasi ramin.

Sebaliknya, kabupaten seperti **Murung Raya**, **Barito Utara**, dan **Kota Palangkaraya** menunjukkan tingkat deforestasi yang jauh lebih rendah. Hal ini dapat dikaitkan dengan faktor-faktor seperti aksesibilitas geo-grafis, lahan yang kurang cocok untuk konversi pertanian skala besar, atau keberadaan kawasan konservasi. Lebih jauh lagi, kabupaten-kabupaten ini juga menunjukkan tidak adanya atau sangat rendahnya deforestasi ramin, menjadikannya benteng potensial (i.e., refugia) bagi kelangsungan hidup jangka panjang spesies tersebut. Data untuk **Murung Raya** (deforestasi 21.418,51 ha, tanpa deforestasi ramin yang tercatat) dan **Barito Utara** (95.324,06 ha, tanpa deforestasi ramin yang tercatat) memberikan perspektif spasial yang krusial tentang di mana upaya konservasi mungkin paling efektif.





DAMPAK REGULASI LINGKUNGAN INTERNASIONAL TERHADAP DEFORESTASI DI KALIMANTAN TENGAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP KONSERVASI RAMIN

Sebelum Tanggal Batas Lama FSC (*Pra-1994*)

Selama periode ini, deforestasi secara ke-seluruhan di Kalimantan Tengah relatif rendah, dengan rata-rata kehilangan tahunan sebesar **54.345 hektar**. Deforestasi di dalam wilayah potensial distribusi ramin juga rendah, dengan rata-rata deforestasi tahunan sebesar **81,01 hektar per tahun**. Deforestasi tingkat rendah ini terutama disebabkan oleh perubahan tata guna lahan lokal dan praktik penebangan selektif yang tidak berkelanjutan, yang meskipun berbahaya, belum mewakili kerusakan habitat skala industri yang akan terjadi kemudian.



Gambar 17. Verifikasi tegakan ramin

Setelah Tanggal Batas Lama FSC (*1994-2020*)

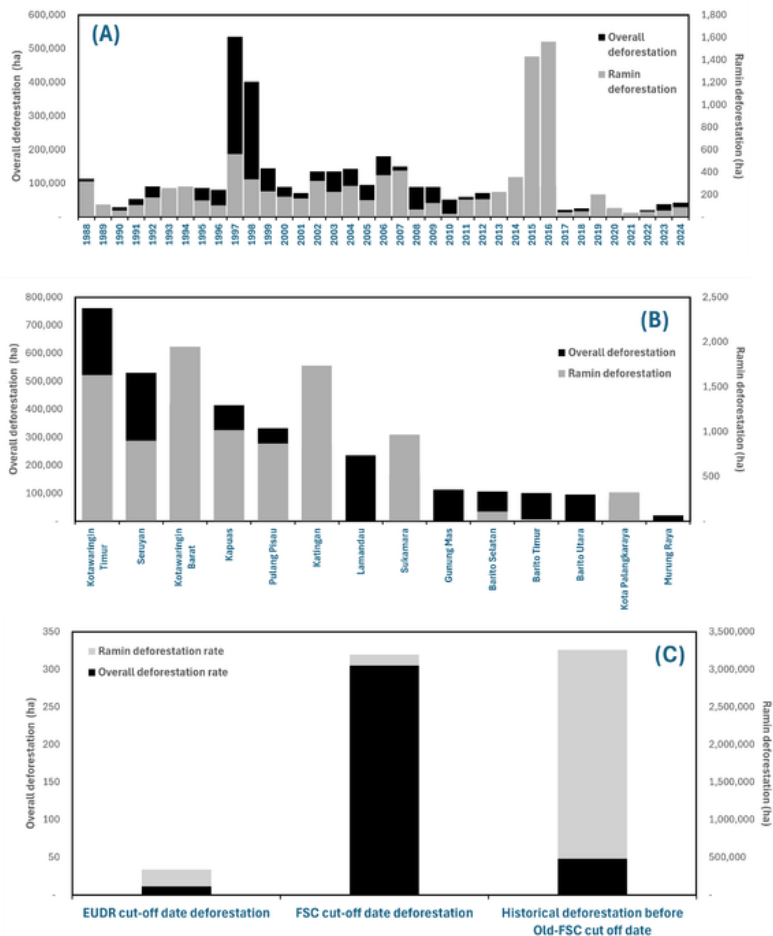
Fase ini ditandai oleh peningkatan deforestasi secara dramatis dan kontinu. Sementara tanggal batas lama FSC tahun 1994 di-maksudkan untuk mencegah konversi hutan untuk sertifikasi, data menunjukkan bahwa periode ini sebenarnya adalah yang paling krusial terkait dengan kerusakan akibat deforestasi.

Deforestasi secara ke-seluruhan melonjak, mencapai puncaknya sebesar **535.564 hektar** pada tahun 1997. Tren ini tercermin dan diperkuat dalam wilayah distribusi ramin, yang mengalami kehilangan tahunan tertinggi yang pernah tercatat sebesar **1.563,98 hektar** pada tahun 2016. Periode deforestasi tinggi ini bertepatan dengan tekanan sosial-ekonomi yang signifikan, termasuk Krisis Keuangan Asia 1997 dan perluasan perkebunan skala industri untuk kelapa sawit dan hutan tanaman. Tingkat deforestasi yang tinggi dalam wilayah distribusi ramin, khususnya selama peristiwa El Niño 2015-2016, menunjukkan bahwa hutan rawa gambut yang rapuh ini menjadi sasaran yang tidak proporsional, mendorong spesies ramin yang terancam punah ke jurang kepunahan.

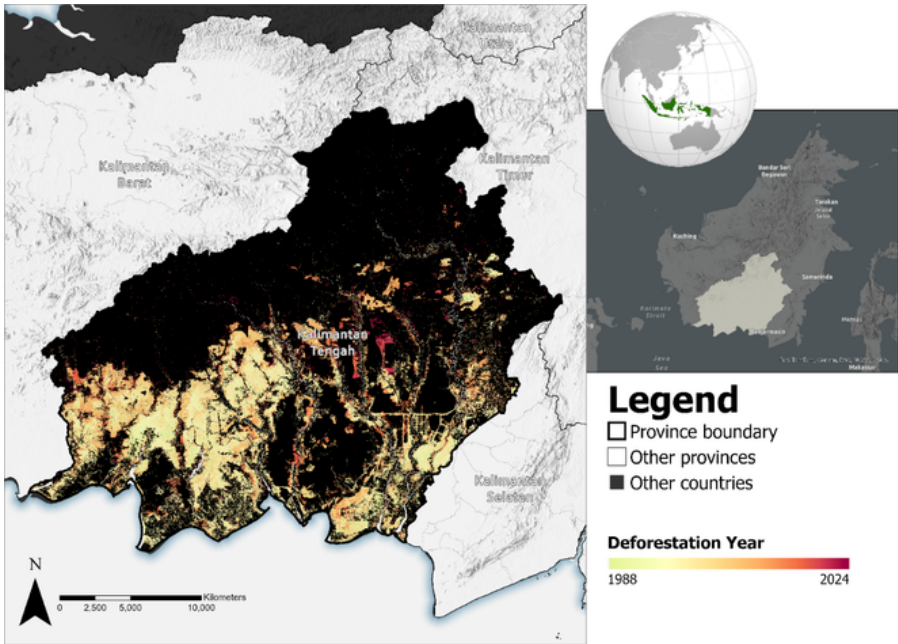
Periode EUDR (*Pasca-2020*)

Periode ini merupakan titik balik. Baik deforestasi keseluruhan maupun hilangnya habitat ramin menurun dengan signifikan. Deforestasi rata-rata hanya sebesar **24.142 hektar** per tahun, sementara deforestasi ramin turun menjadi rata-rata hanya sebesar **42,94 hektar**. Penurunan signifikan ini menunjukkan hubungan yang kuat antara peraturan internasional yang baru dan luas dan pengurangan deforestasi di lapangan.

Ancaman pengecualian pasar dari blok ekonomi besar seperti Uni Eropa, ditambah dengan kebijakan nasional Indonesia yang diperkuat tentang lahan gambut dan perlindungan hutan, telah menciptakan insentif yang kuat untuk **memisahkan kegiatan ekonomi dari deforestasi**.



Gambar 18. Deforestasi total dan deforestasi ramin di Kalimantan Tengah periode 1988-2024 (A). Deforestasi berdasarkan tingkat kabupaten (B), dan deforestasi berdasarkan regulasi rantai pasok internasional (C).



Gambar 19. Deforestasi historis selama tahun 1988 – 2024 di Kalimantan Tengah.

Distribusi Ramin dalam Konsesi Kehutanan *di Kalimantan Tengah*

Temuan ini mengungkapkan bahwa sebagian besar habitat ramin potensial terletak dalam konsesi produksi dan pemulihan ekosistem (i.e., PBPH), yang menjadikan pengelolaan area ini krusial bagi konservasi spesies di luar kawasan konservasi.

Katingan memiliki area potensial distribusi ramin terbesar di dalam konsesi hutan. Lebih spesifik lagi, kabupaten ini memiliki area potensial distribusi ramin yang substansial di dalam konsesi Restorasi Ekosistem (RE), dan total distribusi ramin di dalam konsesi hutan (3.256, 06 hektar) merupakan yang tertinggi di antara semua kabupaten. Selain itu, **Kotawaringin Timur** dan **Seruyan** juga memiliki areal potensi distribusi ramin terbesar dalam izin RE berturut-turut sebesar 1657,26 hektar dan 946,7 hektar. Keberadaan ramin di dalam konsesi yang berfokus pada konservasi ini merupakan tanda positif, karena area ini ditujukan untuk rehabilitasi hutan terdegradasi, yang menawarkan jalur potensial bagi pemulihan populasi ramin. Alokasi spasial ini menyoroti potensi konsesi-konsesi ini untuk berfungsi sebagai tempat perlindungan dan lokasi restorasi yang penting bagi spesies tersebut.



Gambar 20. Indikasi pembalakan liar pohon ramin

Sebaliknya, kabupaten lain menunjukkan pola yang berbeda. Seruyan dan Pulang Pisau , misalnya, memiliki persentase distribusi ramin yang tinggi di dalam konsesi hutan tanaman industri. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kabupaten ini memiliki habitat ramin terbanyak di bawah pengelolaan konsesi, kabupaten ini juga yang paling terancam, karena hutan tanaman industri merupakan pendorong utama penebangan habis dan konversi hutan.

Data tersebut juga mengungkapkan bahwa beberapa kabupaten, seperti Murung Raya dan Barito Utara, memiliki potensi distribusi ramin yang rendah atau bahkan nol di dalam konsesi hutan. Hal ini, dikombinasikan dengan tingkat deforestasi keseluruhan yang rendah yang telah disebutkan sebelumnya, menunjukkan bahwa wilayah-wilayah ini secara alami kurang terdampak oleh industri kehutanan dan dapat berfungsi sebagai areal preservasi di luar kawasan konservasi.

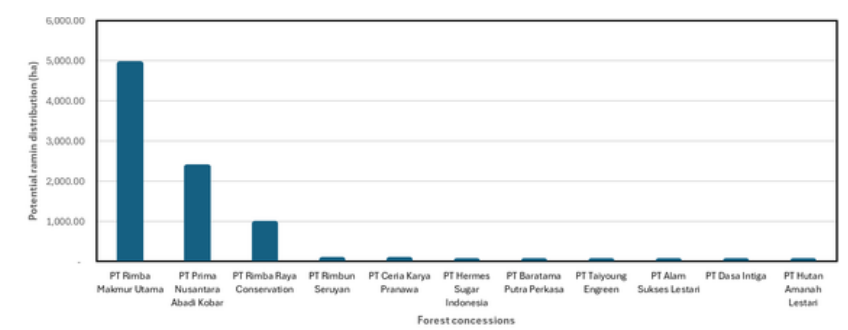
Distribusi ramin di berbagai jenis konsesi memberikan pemahaman yang mendalam tentang tantangan dan peluang konservasi. Tingginya konsentrasi ramin di dalam konsesi kayu dan penebangan di beberapa kabupaten merupakan tantangan konservasi yang signifikan, yang memerlukan pemantauan ketat dan penegakan praktik kehutanan berkelanjutan. Sebaliknya, keberadaan ramin di konsesi Restorasi Ekosistem di kabupaten lain menawarkan peluang yang jelas untuk upaya konservasi in-situ yang terarah. Oleh karena itu, strategi konservasi yang efektif harus eksplisit secara spasial, mengatasi tekanan penggunaan lahan yang berbeda di setiap distrik sekaligus memanfaatkan potensi konsesi yang berfokus pada konservasi untuk restorasi habitat.

Tabel 3.

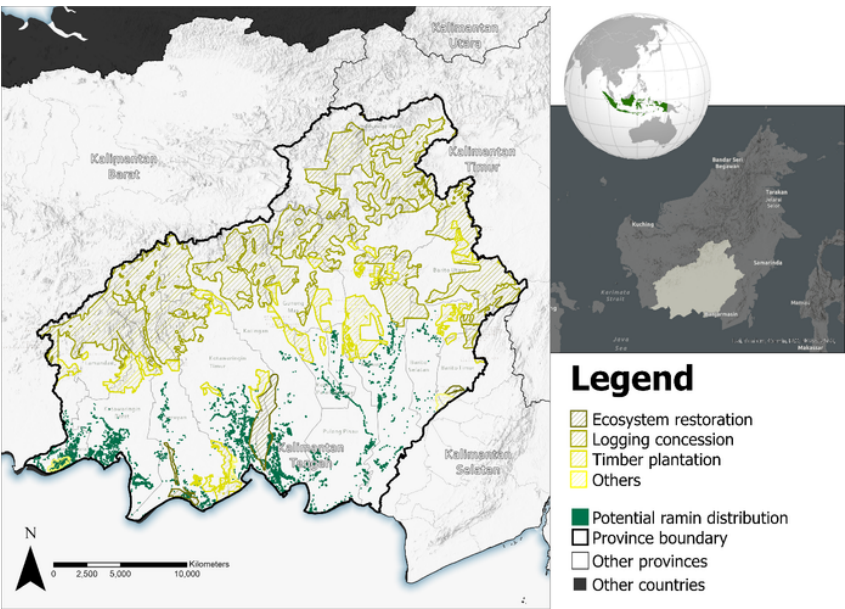
Potensi distribusi ramin dalam konsesi kehutanan berdasarkan kabupaten di Kalimantan Tengah.

Kabupaten	Total dalam hektar (Potensi distribusi ramin dalam konsesi hutan)				
	Restorasi Ekosistem (RE)	Konsesi penebangan (HPH)	Hutan tanaman (HTI)	Lainnya	Jumlah Keseluruhan
Katingan	3.256,06				3.256,06
Sukamara				2.357,54	2.357,54
Kotawaringin Timur	1.657,26		43, 43	27,57	2.357,54
Seruyan	946,7		63, 75		1.010,45
Pulang Pisau			11, 75		11,75
Barito Timur	9,66				9,66
Kapuas		6,21			6,21
Barito Selatan				6,2	6,2
Jumlah Keseluruhan	5.869,68	6,21	118,93	2.391,31	8.386,13

Selain itu, kajian ini menemukan bahwa PT Rimba Makmur Utama (Restorasi Ekosistem) memiliki distribusi ramin terbesar di Kalimantan Tengah (4.913, 33 hektar), diikuti oleh PT Prima Nusantara Abadi Kobar dan PT Rimba Raya Conservation dengan total luas masing-masing sekitar 2.357, 54 hektar dan 946,70 hektar.



Gambar 21. Potensi distribusi ramin dalam konsesi hutan di Kalimantan Tengah.



Gambar 22. Peta sebaran potensi ramin di bawah konsesi hutan di Kalimantan Tengah.

Konservasi Ramin di *Kalimantan Tengah*

Berdasarkan pemahaman bahwa mayoritas habitat ramin potensial terletak di kawasan yang tidak di-lindungi, pemeriksaan yang lebih rinci terhadap distribusi di dalam zona perlindungan yang ada memberikan wawasan penting mengenai benteng konservasi spesies saat ini. Analisis kawasan perlindungan mengungkapkan bahwa total distribusi ramin potensial seluas **10.414,25 hektar** tidak terdistribusi secara merata di seluruh jaringan kawasan perlindungan. **Taman Nasional Tanjung Puting** muncul sebagai suaka paling penting,

menyediakan tempat perlindungan penting bagi spesies tersebut dengan sekitar **4.016,98 hektar** habitat potensial. Mengikuti dari dekat, **Taman Nasional Sebangau** juga berfungsi sebagai benteng vital, menyumbang **3.720,27 hektar** lainnya. Bersama-sama, kedua taman nasional ini mencakup sebagian besar distribusi spesies yang dilindungi di wilayah tersebut. Kawasan perlindungan lain-nya, seperti **Suaka Marga-satwa Lamandau** dan berbagai **Cagar Alam Bekas PLG**, juga berkontribusi pada upaya konservasi, meskipun dengan area yang lebih kecil (Tabel 4).



Perincian terperinci ini memperkuat gagasan bahwa sementara sebagian besar habitat potensial total rentan, kawasan lindung spesifik ini sangat berharga bagi keberlangsungan Ramin dalam jangka panjang, bertindak sebagai zona konservasi inti dan berpotensi berfungsi sebagai populasi sumber bagi lanskap sekitarnya.

Kawasan Lindung	Total Dalam Hektar
Taman Nasional	7.737,25
Sebangau	3.720,27
Tanjung Puting	4.016,98
Taman Rekreasi Alam	9,80
Tanjung Keluang-Teluk Keluang	9,80
Belum Dirancang	1.217,67
Bukit Rawi (Eks PLG II)	54,96
Marang (Eks PLG I)	0,01
Sungai Barito	705,34
Sungai Kapuas	114,64
Tanjung Malatayur	342,72
Suaka Margasatwa	1.449,53
Lamandau	1.449,53
Jumlah Keseluruhan	3.720,27

Tabel 4.

Statistik sebaran ramin potensial dalam kawasan lindung di Kalimantan Tengah.

Apabila ditelaah lebih dalam terkait dengan zonasi kawasan konservasi, studi menemukan bahwa potensi distribusi ramin kemungkinan besar berada di kawasan konservasi yang belum dirancang, dengan total luas sekitar **3.565,55 hektar (34, 24%)**, diikuti oleh zona rimba dan zona rehabilitasi dengan total luas masing-masing sekitar 2.376, 95 hektar (22, 82%) dan 2.206, 86 hektar (21, 19%). Hanya sebagian kecil distribusi ramin yang ditemukan di dalam zona inti (**292,97 hektar**), mengindikasikan kerentanan ramin berkaitan dengan manajemen perlindungan (Tabel 5).

Keberadaan ramin di daerah yang belum dirancang dan zona rimba menunjukkan perlunya upaya konservasi yang jelas dan penilaian lebih lanjut untuk menentukan strategi manajemen yang tepat untuk habitat ramin. Sementara keberadaan ramin di zona rehabilitasi positif untuk upaya restorasi, jumlah yang rendah di zona inti dan khusus dapat menunjukkan kurangnya keberadaan ramin di daerah-daerah ini atau efektivitas pengelolaan konservasi historis di zona tersebut. Strategi konservasi di masa depan harus memprioritaskan daerah-daerah dengan konsentrasi ramin tinggi ini, khususnya zona yang belum dirancang dan zona rimba, untuk memastikan kelangsungan hidup jangka panjang spesies ini.

Tabel 5.

Potensi distribusi ramin berdasarkan penetapan zonasi kawasan konservasi di Kalimantan Tengah.

Zonasi kawasan konservasi	Total dalam hektar
Zona Inti	292,97
Zona Khusus	39,38
Zona Pemanfaatan	503,21
Zona Rehabilitasi	2.206,86
Zona Belantara	2.376,95
Tradisional	1.429,33
Tidak dirancang	3.565,55
Total	10.414,25

Kerentanan habitat ini semakin diperparah oleh lanskap regulasi yang kompleks di sekitar spesies ini. Meskipun salah satu spesies ramin diklasifikasikan dalam status Kritis (CR) oleh IUCN dan diatur secara internasional dalam Lampiran II CITES, terdapat kesenjangan yang signifikan dalam penegakan hukum nasional yang kuat dan di lapangan yang dapat memberikan perlindungan yang diperlukan bagi populasi yang tersisa.

Meskipun status *Gonystylus bancanus* sangat terancam punah, kuota ekspor ramin saat ini masih substansial, mencapai 750.000 kg.² Kalimantan Tengah merupakan wilayah sumber utama ekspor ini. Volume perdagangan yang tinggi dan terkonsentrasi di satu wilayah geografis, menggarisbawahi pentingnya penerapan strategi konservasi yang kuat untuk *G. bancanus* di Kalimantan Tengah.

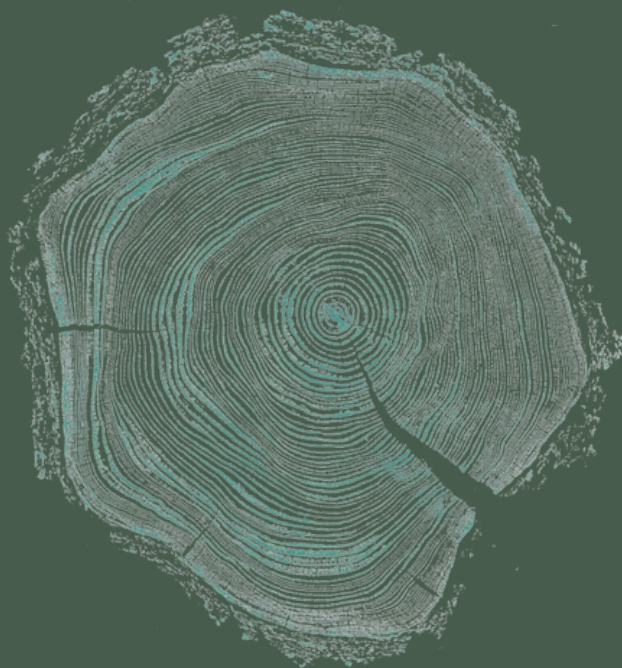
2. <https://balaiklingkehati.kemenvh.go.id/wp-content/uploads/2024/07/Kuota-penangkapan-pengambilan-TSL-2024.pdf>

Tabel 6.

Kuota ekspor tahun 2024 di tingkat nasional untuk spesies ramin.

Nama Spesies	Kuota (Kg)			Wilayah
	Total	Dalam Negeri	Luar Negeri	
<i>Gonystylus</i> spp.	750.000	75.000	675.000	<i>Jumlah Keseluruhan</i>
	500.000	50.000	450.000	<i>Kalimantan Tengah</i>
	250.000	25.000	225.000	<i>Kalimantan Barat</i>

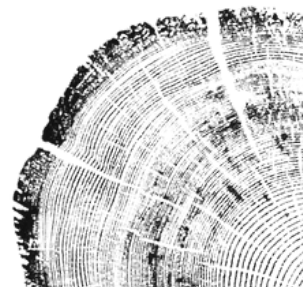
Keberadaan habitat potensial yang signifikan dalam beberapa kawasan konservasi utama merupakan tanda positif, yang menyoroti pentingnya kawasan konservasi sebagai tempat perlindungan inti. Selain itu, observasi lapangan menunjukkan bahwa masyarakat adat dan masyarakat lokal dalam wilayah studi juga mengakui pentingnya konservasi ramin untuk jasa lingkungan, seperti pengaturan tanah dan air di lingkungan sekitarnya. Namun, beberapa jenis ramin yang masih menjadi sasaran **penebangan liar** dan mengalami **degradasi habitat**, kawasan konservasi ini saja tidak cukup. Temuan dari analisis ini secara kolektif menggarisbawahi kebutuhan signifikan untuk strategi konservasi tingkat lanskap yang komprehensif yang tidak hanya memperkuat pengelolaan kawasan konservasi yang ada tetapi juga mengatasi kurangnya perlindungan untuk sebagian besar habitat potensialnya, yang ada di lahan rentan yang tidak dilindungi. Hal ini penting untuk memastikan kelangsungan hidup jangka panjang spesies tersebut di Kalimantan Tengah.



PENUTUP.

Batasan *Studi*

Limitasi studi ini adalah kawasan konservasi yang ada **tidak memadai** untuk perlindungan Ramin dalam jangka panjang, karena sebagian besar habitat potensialnya tidak terlindungi dan tetap menjadi subjek ancaman seperti pembalakan liar dan degradasi habitat. Salah satu keterbatasan utama dari Model Relung Ekologi (ENM) adalah potensi adanya **hasil negatif palsu (false negatives)**, karena temuan lapangan secara berulang mendokumentasikan pohon Ramin di lokasi yang di luar titik potensial yang diprediksi sebelumnya. Contohnya adalah temuan Ramin di Zona Rimba TN Sebangau dan di KSA/KPA Sungai Barito yang sudah dikonversi sawit. Kondisi ini menunjukkan bahwa Ramin mampu bertahan di kondisi lingkungan yang sangat terganggu atau sub-optimal, yang berpotensi menyebabkan model underprediction dari distribusi sebenarnya. Keterbatasan lainnya adalah ketidakpastian yang timbul dari aktivitas manusia historis; kelangkaan Ramin di TN Sebangau, misalnya, diakui oleh penduduk setempat disebabkan oleh aktivitas Hak Pengusahaan Hutan (HPH) di masa lalu, yang berarti bahwa area yang diprediksi sangat cocok oleh ENM mungkin sudah kosong, sehingga memerlukan verifikasi lapangan yang intensif untuk membedakan antara potensi habitat dan lokasi yang benar-benar masih didiami.



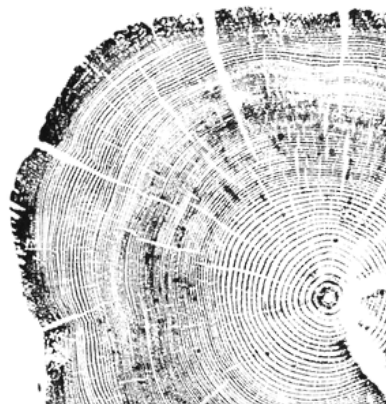
Simpulan

Studi pemodelan relung ekologi (ENM) berhasil memetakan potensi habitat *Gonystylus* spp. di Kalimantan Tengah seluas sekitar 75.947,40 hektar, dengan algoritma Random Forest yang menunjukkan kinerja tinggi. Distribusi Ramin secara fundamental dikendalikan oleh sifat hidrologi dan tanah, khususnya hubungan erat dengan lahan gambut dan preferensi untuk karbon organik tanah yang rendah. Temuan kunci menunjukkan bahwa sebagian besar (86,3% atau 65.533,15 hektar) dari habitat potensial ini berada **di luar** kawasan konservasi dan lindung, menjadikannya sangat rentan terhadap konversi lahan. Hasil pemantauan lapangan semakin memperkuat kerentanan ini, menunjukkan penemuan Ramin di dalam bukaan lahan untuk perkebunan sawit di Kabupaten Katingan dan di lokasi yang telah beralih fungsi menjadi perkebunan sawit di KSA/KPA Sungai Barito, yang menyoroti ancaman langsung yang dihadapi spesies ini.



Rekomendasi

Rekomendasi utama adalah untuk mengimplementasikan strategi konservasi tingkat tapak (landscape-level) yang komprehensif, melampaui batas-batas kawasan lindung, untuk menjamin kelangsungan hidup Ramin jangka panjang. Upaya konservasi dan pengelolaan yang mendesak harus diprioritaskan di daerah kantong utama Ramin—terutama Katingan dan Kotawaringin Timur—di mana konsentrasi populasi yang rentan berada. Ke depannya, kegiatan identifikasi dan pemantauan Ramin harus diperluas secara sistematis untuk mencakup daerah-daerah yang seringkali terlewatkan oleh prediksi ENM (seperti pinggir jalan, tepi sungai, lahan terdegradasi, serta kebun sawit dan karet). Pencarian harus memanfaatkan indikator ekologis yang dapat diamati di lapangan—termasuk akar Ramin yang muncul ke permukaan, kehadiran Jelutung, dan keberadaan sarang Orangutan di hutan sekitar — untuk menemukan populasi yang mungkin masih bertahan di habitat yang terganggu atau tidak ideal. Selain itu, inisiatif konservasi yang ada, seperti Hutan Desa di Petak Puti yang terlibat dalam skema perdagangan karbon, harus diperkuat untuk perlindungan populasi Ramin yang ada di dalamnya.



Daftar *Pustaka*

- Allouche, O., Tsoar, A., & Kadmon, R. (2006). Assessing the accuracy of species distribution models: Prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>
- Andrade, A. F. A. de, Velazco, S. J. E., & De Marco Júnior, P. (2020). ENMTML: An R package for a straightforward construction of complex ecological niche models. *Environmental Modelling and Software*, 125(October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104615>
- Barbet-Massin, M., Jiguet, F., Albert, C. H., & Thuiller, W. (2012). Selecting pseudo-absences for species distribution models: How, where and how many? *Methods in Ecology and Evolution*, 3(2), 327–338. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00172.x>
- Bourgoin, C., Amezttoy, I., Verhegghen, A., Desclée, B., Carboni, S., Bastin, J., Beuchle, R., Brink, A., Defourny, P., Delhez, B., Fritz, S., Gond, V., Herold, M., Lamarche, C., Mansuy, N., Mollicone, D., Oom, D., Peedell, S., San-Miguel, J., ... Achard, F. (2024). Mapping Global Forest Cover of the Year 2020 to Support the EU Regulation on Deforestation-free Supply Chains. <https://doi.org/10.2760/262532>
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Camps-Valls, G., Campos-Taberner, M., Moreno-Martínez, Á., Walther, S., Duveiller, G., Cescatti, A., Mahecha, M. D., Muñoz-Marí, J., García-Haro, F. J., Guanter, L., Jung, M., Gamon, J. A., Reichstein, M., & Running, S. W. (2021). A unified vegetation index for quantifying the terrestrial biosphere. *Science Advances*, 7(9). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc7447>
- Chen, B., & Zhang, X. (2022). Effects of slope vegetation patterns on erosion sediment yield and hydraulic parameters in slope-gully system. *Ecological Indicators*, 145, 109723. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109723>
- Condro, A. A., Pawitan, H., & Risdiyanto, I. (2018). Predicting drought propagation within peat layers using a three dimensionally explicit voxel based model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 149, 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012026>
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, 20(2), 273–297. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0285.2009.00840.x>

- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J. R. G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P. E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D., & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>
- Elith, J., Leathwick, J. R., & Hastie, T. (2008). A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*, 77(4), 802–813. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01390.x>
- Feng, X., Park, D. S., Walker, C., Peterson, A. T., Merow, C., & Papeş, M. (2019). A checklist for maximizing reproducibility of ecological niche models. *Nature Ecology and Evolution*, 3(10), 1382–1395. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0972-5>
- Camps-Valls, G., Campos-Taberner, M., Moreno-Martínez, Á., Walther, S., Duveiller, G., Cescatti, A., Mahecha, M. D., Muñoz-Marí, J., García-Haro, F. J., Guanter, L., Jung, M., Gamon, J. A., Reichstein, M., & Running, S. W. (2021). A unified vegetation index for quantifying the terrestrial biosphere. *Science Advances*, 7(9). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc7447>
- Fielding, A. H., & Bell, J. F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1), 38–49. <https://doi.org/10.1017/S0376892997000088>
- GBIF. (2025). GBIF Occurrence of *Gonystylus* spp. <https://doi.org/https://doi.org/10.15468/dl.spbrj4>
- Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., Birdsey, R. A., de Bruin, S., Farina, M., Fatoyinbo, L., Hansen, M. C., Herold, M., Houghton, R. A., Potapov, P. V., Suarez, D. R., Roman-Cuesta, R. M., Saatchi, S. S., Slay, C. M., Turubanova, S. A., & Tyukavina, A. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, 11(3), 234–240. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00976-6>
- Jarvis, A., Reuter, H. I., Nelson, A., & Guevara, E. (2006). Hole-filled SRTM for the globe version 3, from the CGIAR-CSI SRTM 90m database. <http://srtm.csi.cgiar.org>
- Karger, D. N., Schmatz, D. R., Dettling, G., & Zimmermann, N. E. (2020). High-resolution monthly precipitation and temperature time series from 2006 to 2100. *Scientific Data*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00587-y>
- Kremen, C., Cameron, A., Moilanen, A., Phillips, S. J., Thomas, C. D., Beentje, H., Dransfield, J., Fisher, B. L., Glaw, F., Good, T. C., Harper, G. J., Hijmans, R. J., Lees, D. C., Louis, E., Nussbaum, R. A., Raxworthy, C. J., Razafimpahanana, A., Schatz, G. E., Vences, M., ... Zjhra, M. L. (2008). Aligning conservation priorities across taxa in Madagascar with high-resolution planning tools. *Science*, 320(5873), 222–226. <https://doi.org/10.1126/science.1155193>

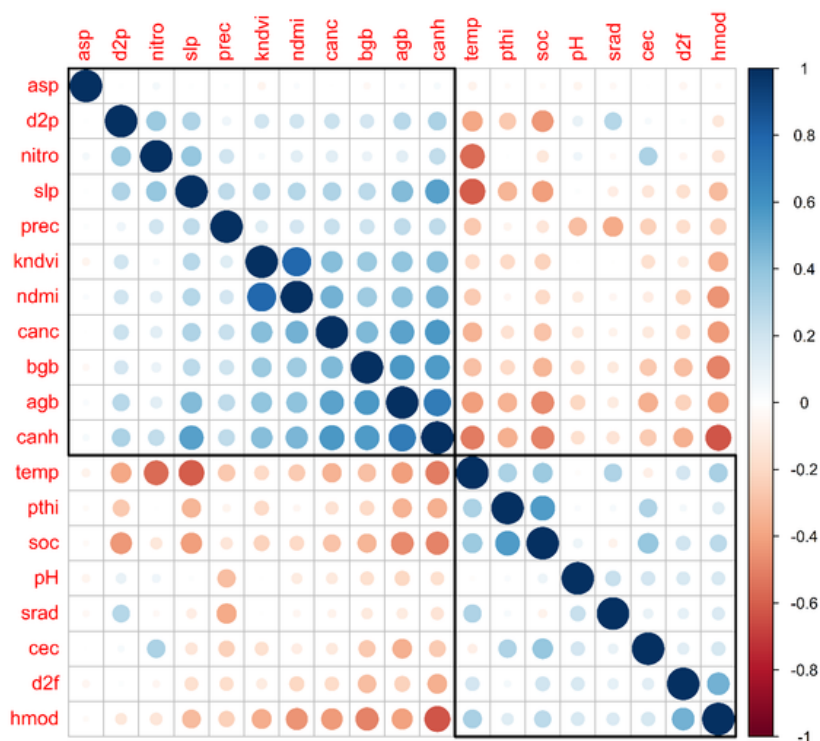
- Lang, N., Jetz, W., Schindler, K., & Wegner, J. D. (2023). A high-resolution canopy height model of the Earth. *Nature Ecology & Evolution*, 7(11), 1778–1789.
<https://doi.org/10.1038/s41559-023-02206-6>
- Margono, B. A., Turubanova, S., Zhuravleva, I., Potapov, P., Tyukavina, A., Baccini, A., Goetz, S., & Hansen, M. C. (2012). Mapping and monitoring deforestation and forest degradation in Sumatra (Indonesia) using Landsat time series data sets from 1990 to 2010. *Environmental Research Letters*, 7(3), 2000–2010.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034010>
- Mendes, P., Velazco, S. J. E., de Andrade, A. F. A., & De Marco, P. (2020). Dealing with overprediction in species distribution models: How adding distance constraints can improve model accuracy. *Ecological Modelling*, 431(June), 109180.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109180>
- Parameswaran, K., Nair, S. K., & Rajeev, K. (2004). Impact of Indonesian forest fires during the 1997 El Nino on the aerosol distribution over the Indian Ocean. *Advances in Space Research*, 33(7), 1098–1103. [https://doi.org/10.1016/S0273-1177\(03\)00736-1](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(03)00736-1)
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Poggio, L., de Sousa, L. M., Batjes, N. H., Heuvelink, G. B. M., Kempen, B., Ribeiro, E., & Rossiter, D. (2021). SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *SOIL*, 7(1), 217–240. <https://doi.org/10.5194/soil-7-217-2021>
- Pouteau, R., Meyer, J.-Y., Taputuarai, R., & Stoll, B. (2012). Support vector machines to map rare and endangered native plants in Pacific islands forests. *Ecological Informatics*, 9, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2012.03.003>
- Spawn, S. A., Sullivan, C. C., Lark, T. J., & Gibbs, H. K. (2020). Harmonized global maps of above and belowground biomass carbon density in the year 2010. *Scientific Data*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0444-4>
- Theobald, D. M., Kennedy, C., Chen, B., Oakleaf, J., Baruch-Mordo, S., & Kiesecker, J. (2020). Earth transformed: detailed mapping of global human modification from 1990 to 2017. *Earth System Science Data*, 12(3), 1953–1972.
<https://doi.org/10.5194/essd-12-1953-2020>
- Thuiller, W. (2004). Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global Change Biology*, 10(12), 2020–2027.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00859.x>
- Tomlinson, S., Lewandrowski, W., Elliott, C. P., Miller, B. P., & Turner, S. R. (2020). High-resolution distribution modeling of a threatened short-range endemic plant informed by edaphic factors. *Ecology and Evolution*, 10(2), 763–777.
<https://doi.org/10.1002/ece3.5933>

- Vancutsem, C., Achard, F., Pekel, J.-F., Vieilledent, G., Carboni, S., Simonetti, D., Gallego, J., Aragão, L. E. O. C., & Nasi, R. (2021). Long-term (1990–2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics. *Science Advances*, 7(10). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe1603>
- Varma, A. (2003). The economics of slash and burn: a case study of the 1997–1998 Indonesian forest fires. *Ecological Economics*, 46(1), 159–171. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00139-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00139-3)
- Velazco, S. J. E., Villalobos, F., Galvão, F., & De Marco Júnior, P. (2019). A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. *Diversity and Distributions*, 25(4), 660–673. <https://doi.org/10.1111/ddi.12886>
- Widyastuti, M. T., Minasny, B., Padarian, J., Maggi, F., Aitkenhead, M., Beucher, A., Connolly, J., Fiantis, D., Kidd, D., Ma, Y., Macfarlane, F., Robb, C., Rudiyanto, Setiawan, B. I., & Taufik, M. (2025). Digital mapping of peat thickness and carbon stock of global peatlands. *CATENA*, 258, 109243. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.109243>
- Yang, J., El-Kassaby, Y. A., & Guan, W. (2020). The effect of slope aspect on vegetation attributes in a mountainous dry valley, Southwest China. *Scientific Reports*, 10(1), 16465. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73496-0>

Lampiran

Lampiran 1.

Analisis multikolinearitas dari potensi distribusi *Gonystylus* spp. cec: kapasitas tukar kation; canc: tutupan tajuk; bgb: biomassa bawah permukaan; hmod: modifikasi manusia; prec: curah hujan tahunan; pthi: ketebalan gambut; asp: aspek; agb: Biomassa atas permukaan; temp: suhu; nitro: kandungan nitrogen; slp: kemiringan; canh: tinggi tajuk; soc: karbon organik tanah; srad: radiasi matahari; d2f: jarak ke hutan; d2p: jarak ke gambut.



2026