

penelitian **HUTAN** tanaman

Vol. 22 No. 2, Desember 2025

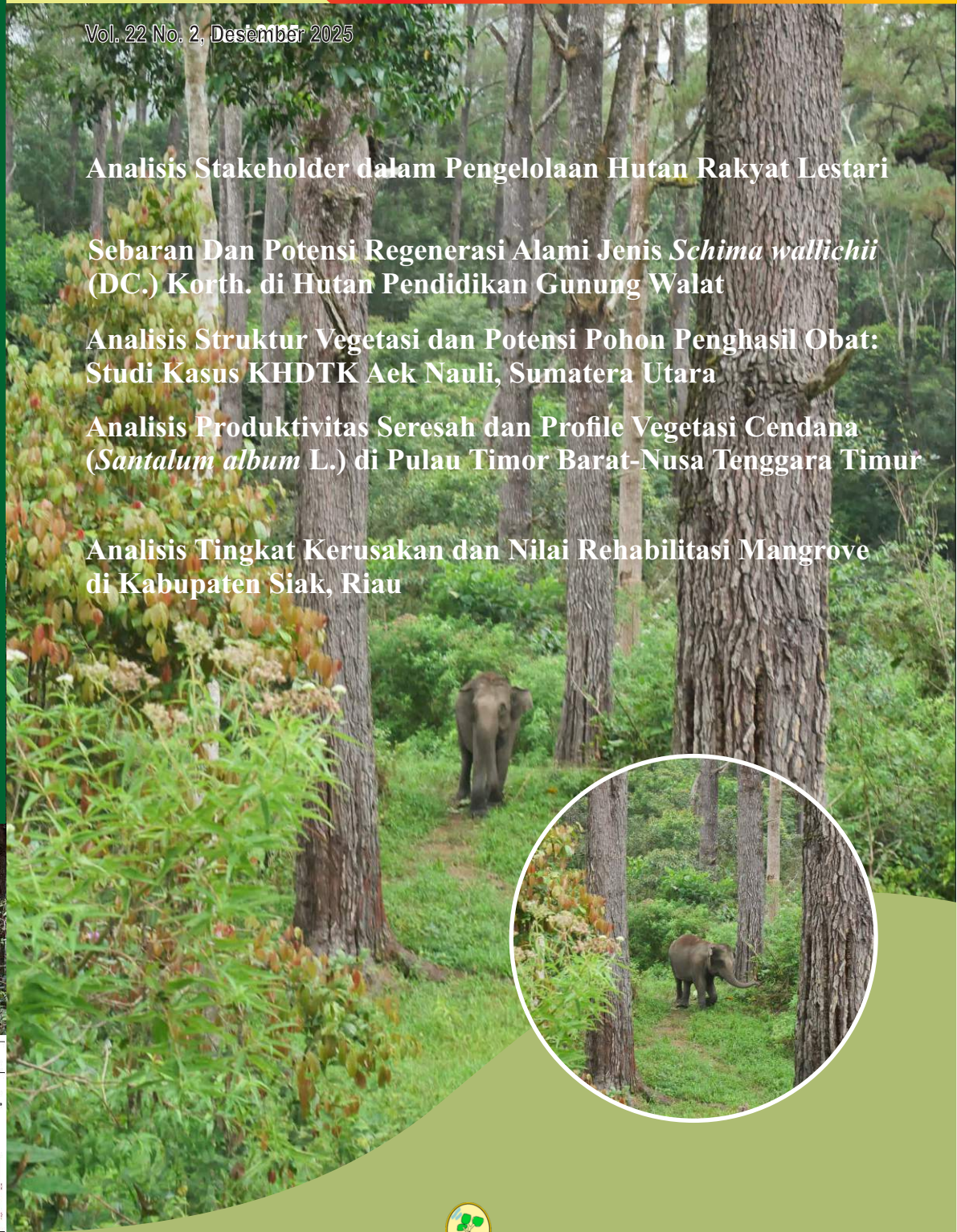
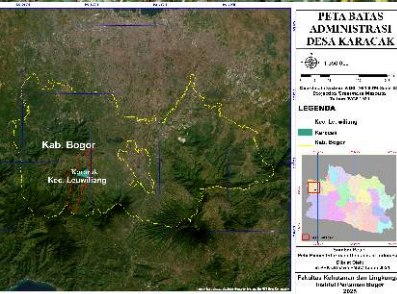
Analisis Stakeholder dalam Pengelolaan Hutan Rakyat Lestari

Sebaran Dan Potensi Regenerasi Alami Jenis *Schima wallichii* (DC.) Korth. di Hutan Pendidikan Gunung Walat

Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Pohon Penghasil Obat: Studi Kasus KHDTK Aek Nauli, Sumatera Utara

Analisis Produktivitas Seresah dan Profile Vegetasi Cendana (*Santalum album* L.) di Pulau Timor Barat-Nusa Tenggara Timur

Analisis Tingkat Kerusakan dan Nilai Rehabilitasi Mangrove di Kabupaten Siak, Riau



Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia
Association of Indonesian Forestry and Environment Researchers and Technicians

Terakreditasi
Surat Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
No: 158/E/KPT/2021

JURNAL PENELITIAN HUTAN TANAMAN

Vol. 22 No. 2, Desember 2025

DAFTAR ISI

1. **Analisis Stakeholder dalam Pengelolaan Hutan Rakyat Lestari**
(Stakeholder Analysis in the Sustainable Management of Private Forest)
Ismawati D. Kartika, Pandu Y.P. Putra, Ghilman M. Aqil, Dian R. Putri, Hadiyan P. Kusumanegara, Pramaayu B. Linardi, Zildjan Nasrullah, Ismaya S.J. Winara, Njimou P.M. Sri, Farhan Prasetyo, Mohammad R. Akbar, ABD. R. A. Pase, Annisa R. Aprianti, Nur A. Palewoi, Muhammad R. Ridwan, dan/and Nasya S.A.N. Uhusna _____ **77-89**
2. **Sebaran Dan Potensi Regenerasi Alami Jenis *Schima wallichii* (DC.) Korth. di Hutan Pendidikan Gunung Walat**
(Distribution and Natural Regeneration Potential of Schima wallichii (DC.) Korth. Species at Gunung Walat University Forest)
Restika Maharani Dewi dan/and Prijanto Pamoengkas _____ **91-106**
3. **Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Pohon Penghasil Obat: Studi Kasus KHDTK Aek Nauli, Sumatera Utara**
(Analysis of Vegetation Structure and Potential of Medicinal Trees: Case Study of the Aek Nauli Forest Management Area, North Sumatra)
Yosie Syadza Kusuma, Darwo, Dodo Ahmad Suhada, Muhammad I. Kaimuddin, Tsamarah Nur Rahmah, Vilda Puji Dini Anita, Suparmo Sinaga, Mona Fhitri Srena, Hanifa Rahmah, Rizky Febriana Br Lubis, Ria Astuti, dan/and Alfi Laila Zuhriansah **107-126**
4. **Analisis Produktivitas Seresah dan Profile Vegetasi Cendana (*Santalum album* L.) di Pulau Timor Barat-Nusa Tenggara Timur**
(Analysis of Litter Productivity and Profil of Sandalwood (Santalum album L.) Vegetation at West Timor Island-East Nusa Tenggara)
Yoseph Nahak Seran*, Ludgardis Ledheng, dan/and Emanuel Maria Yosef Hanoe
5. **Analisis Tingkat Kerusakan dan Nilai Rehabilitasi Mangrove di Kabupaten Siak, Riau** **127-140**
(Analysis of Mangrove Degradation Level and Rehabilitation at Value Siak Regency, Riau)
Enny Insusanty, Emy Sadjati, Eno Suwarno, Sri Rahayu Prasetyaningsih, Ambar Tri Ratnaningsih, dan/and Rosita Dewi _____ **141-156**

Analisis Stakeholder dalam Pengelolaan Hutan Rakyat Lestari
(Stakeholder Analysis in the Sustainable Management of Private Forest)

Ismawati D. Kartika^{1,5*}, Pandu Y.P. Putra^{1,5}, Ghilman M. Aqil^{4,5}, Dian R. Putri^{1,5}, Hadiyan P. Kusumanegara^{1,5}, Pramaayu B. Linardi¹, Zildjan Nasrullah^{1,5}, Ismaya S.J. Winara^{1,5}, Njimou P.M. Sri^{1,5}, Farhan Prasetyo^{1,5}, Mohammad R. Akbar^{1,5}, ABD. R. A. Pase^{1,5}, Annisa R. Aprianti^{2,5}, Nur A. Palewoi^{3,5}, Muhammad R. Ridwan^{4,5}, dan/and Nasya S.A.N. Uhusna^{4,5}

¹Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat, Indonesia, 16680, Telp. 0251-8621244

²Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat, Indonesia, 16680, Telp. 0251-8621285

³Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat, Indonesia, 16680, Telp. 0251-8626806

⁴Departemen Ekonomi Syariah, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat, Indonesia, 16680, Telp. 0251-8624120

⁵Tim Program Penguatan Kapasitas Organisasi Mahasiswa Tahun 2024, Forest Management Students' Club, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jawa Barat, Indonesia, 16680, Telp. 0251-8621244

*E-mail : fittajiati@apps.ipb.ac.id

Tanggal diterima: 31 Agustus 2025; Tanggal disetujui: 23 Juli 2025; Tanggal direvisi: 6 Agustus 2025

Abstract

Private forests in Karacak Village play a vital role in supporting community welfare through economic, social, and ecological benefits. However, their management faces challenges like suboptimal stakeholders coordination and limited resources. This study aims to map the roles and interests of various stakeholders in sustainable private forest management using stakeholder analysis based on power and interest levels. The research methods include field observation, in-depth interviews with 10 key informants, and data analysis using an interest matrix and actor mapping. The results identify four stakeholder groups: key players (Agriculture Office, Forest Farmers Group leader, local farmers), subjects (academics, the head of forest farmers group, women's group in the village, local farmers, and Forestry Agency of West Java Province), context setters (non-local middlemen, exporters), and crowd (village officials). Findings indicate that the production subsystem is the primary focus for all actors, while marketing and institutional subsystems have conflict potential due to unequal access and benefits. Strategic recommendations include enhancing multi-stakeholder collaboration, strengthening local institutions, and adopting participatory approaches to achieve sustainable forest management.

Keywords: Private forest, sustainable management, stakeholders

Abstrak

Hutan rakyat di Desa Karacak memiliki peran penting dalam mendukung kesejahteraan masyarakat melalui manfaat ekonomi, sosial, dan ekologi. Namun, pengelolaannya menghadapi tantangan, seperti koordinasi antaraktor yang belum optimal dan keterbatasan sumber daya. Penelitian bertujuan untuk memetakan peran dan kepentingan berbagai pemangku kepentingan dalam pengelolaan hutan rakyat lestari menggunakan analisis *stakeholder* berdasarkan tingkat pengaruh (*power*) dan kepentingan (*interest*). Metode penelitian menggunakan observasi lapangan, wawancara mendalam dengan 10 informan kunci, dan analisis data menggunakan pendekatan matriks kepentingan serta pemetaan aktor. Hasil penelitian mengidentifikasi empat kelompok pemangku kepentingan, yaitu *key players* (Dinas Pertanian, Ketua Kelompok Tani Hutan, petani), *subjects* (akademisi, Dinas Kehutanan Provinsi), *context setters* (tengkulak non-lokal, eksportir), dan *crowd* (aparatur desa). Penelitian menunjukkan bahwa subsistem produksi menjadi prioritas utama semua aktor, sedangkan subsistem pemasaran dan kelembagaan berpotensi menimbulkan konflik akibat ketimpangan akses dan manfaat. Rekomendasi strategi meliputi peningkatan kolaborasi antaraktor, penguatan kelembagaan lokal, dan pendekatan partisipatif untuk mencapai pengelolaan hutan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Hutan rakyat, pengelolaan lestari, pemangku kepentingan

1. Pendahuluan

Hutan rakyat didefinisikan sebagai hutan hak yang terletak pada tanah yang dibebani hak milik (Permen LHK, 2021). Menurut Darusman & Hardjanto (2006), pengembangan hutan rakyat di Kabupaten Bogor memiliki potensi yang besar dalam pembangunan kehutanan. Hutan rakyat di Kabupaten Bogor memiliki luas 33.084,91 hektar pada tahun 2020 (Dishut, 2020). Hutan rakyat merupakan salah satu sumberdaya yang membantu kesejahteraan masyarakat secara langsung maupun tidak langsung.

Manfaat secara langsung yang dapat dirasakan dari pengelolaan hutan rakyat, meliputi manfaat ekonomi dan sosial (Hardjanto, 2017). Selain itu, manfaat tidak langsung yang dapat diperoleh dari pengelolaan hutan rakyat, antara lain berupa perlindungan dan pengaturan tata air, sarana penanggulangan lahan kritis, konservasi lahan, perlindungan hutan, dan pencegahan erosi (Sukwika, 2018). Manfaat tersebut akan optimal saat aktor yang bertanggung jawab atas pengelolaan hutan rakyat sesuai dengan prinsip kelestarian.

Salah satu cara untuk menjaga kelestarian lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat adalah melalui pengelolaan hutan rakyat yang lestari (Fauzan et al., 2019). Hardjanto (2003) menegaskan bahwa terdapat empat subsistem dalam pengelolaan hutan rakyat, yaitu produksi, pengolahan, pemasaran, dan kelembagaan. Hutan rakyat Desa Karacak memiliki manfaat sosial, ekonomi, dan ekologi yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat setempat. Namun, pengelolaan hutan rakyat yang efektif tidak dapat dilakukan oleh satu pihak saja. Proses ini melibatkan banyak pihak, termasuk masyarakat lokal, pemerintah desa, organisasi non-pemerintah, dan sektor swasta. Hal ini selaras dengan pernyataan Darusman et al. (2013) yang menyatakan bahwa membangun pendekatan baru untuk pengelolaan hutan lestari yang melibatkan

partisipasi parapihak merupakan kebutuhan mendesak.

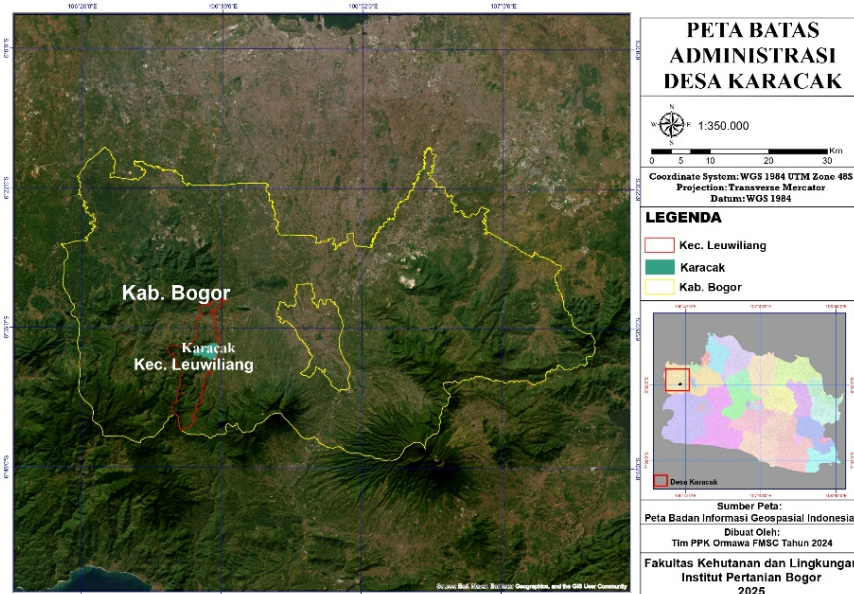
Keberhasilan pengelolaan sumber daya hutan bergantung pada peran masyarakat sebagai aktor utama dalam pengelolaan atau pemanfaatan lahan. Namun masih terdapat tantangan untuk mewujudkan pengelolaan hutan yang berkelanjutan terutama terkait dengan bagaimana menemukan dan mengenali peran serta kepentingan masing-masing aktor/para pihak dalam pengelolaan hutan. Pemetaan aktor dalam pengelolaan hutan rakyat lestari menjadi krusial untuk memahami dinamika dan interaksi antara para pemangku kepentingan ini.

Salah satu tantangan yang dihadapi dalam mengelola hutan rakyat adalah koordinasi antar aktor yang belum optimal, sehingga menyebabkan program yang dirancang menghadapi berbagai kendala. Keterbatasan sumberdaya yang dihadapi oleh masyarakat dalam mengelola hutan juga memicu ketidakberhasilan program, baik dalam hal pengetahuan teknis, finansial, maupun akses pasar. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah pemetaan aktor serta analisis peran dan interaksi antar aktor/parapihak yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi peran dan kontribusi masing-masing pihak dalam pengelolaan hutan rakyat, serta mencari solusi kolaboratif untuk mengatasi tantangan yang ada. Studi ini dapat menjadi landasan dalam perumusan kebijakan dan strategi pengelolaan hutan rakyat yang efektif dan berkelanjutan untuk meningkatkan koordinasi dan sinergi dalam pengelolaan hutan rakyat.

2. Metodologi

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Juli 2024 di Desa Karacak, Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Lokasi penelitian berada pada koordinat 6°37'02" LS dan 106°37'43" BT dengan ketinggian 400 meter di atas permukaan laut.



Gambar (Fig.) 1. Peta administrasi Desa Karacak (*Administration map of Karacak Village*)

2.2. Metode

2.2.1. Tahapan Pelaksanaan

Observasi lapang dilakukan pada area riset sekaligus juga melakukan identifikasi aktor/para pihak sebagai informan kunci yang terkait dengan pengelolaan hutan rakyat. Penetapan informan kunci dilakukan melalui *purposive sampling* (dengan sengaja) digunakan untuk memilih aktor-aktor yang diasumsikan memiliki kepentingan signifikan, termasuk aparat desa, penyuluh pertanian dan kehutanan, ketua kelompok tani, masyarakat pengguna (ibu PKK, petani, dan tengkulak), serta dinas terkait. Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan mewawancarai informan terpilih secara langsung menggunakan *instrument* kuesioner untuk mendapatkan matrik kepentingan dan pemetaan aktor dalam pengelolaan hutan.

Jumlah informan adalah 10 orang yang merupakan tokoh desa sekaligus pemilik hutan rakyat. Selanjutnya, *purposive sampling* digunakan untuk menambah responden hingga data yang diperoleh menunjukkan homogenitas. *Purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang digunakan ketika peneliti sudah punya target individu dengan karakteristik yang sesuai dengan penelitiannya (Dana, 2017).

2.2.2. Analisis Data

Skala *likert* 1-5 digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian responden

terhadap pernyataan yang menggambarkan peran aktor dalam pengelolaan hutan rakyat, baik dari segi kepentingan (*interest*) maupun pengaruh (*power*). Setiap angka pada skala *likert* memiliki makna tersendiri, yaitu skor 1 menunjukkan sangat tidak setuju, yang berarti aktor sama sekali tidak relevan atau tidak memiliki keterlibatan dalam aspek yang dinilai; skor 2 menunjukkan tidak setuju, yang menggambarkan bahwa aktor memiliki keterlibatan atau pengaruh yang sangat minim; skor 3 menunjukkan netral, yang berarti peran aktor dianggap sedang atau tidak menonjol dalam pengelolaan; skor 4 menunjukkan setuju, dimana aktor dinilai cukup terlibat dan memiliki pengaruh atau kepentingan yang nyata; sedangkan skor 5 menunjukkan sangat setuju, yang berarti aktor memiliki kepentingan tinggi dan pengaruh besar dalam pengambilan keputusan atau pelaksanaan pengelolaan hutan rakyat. Penilaian ini dilakukan untuk memudahkan pemetaan aktor dalam matriks *power-interest* berdasarkan teori *Krott*, sehingga dapat diketahui siapa saja aktor kunci yang berpengaruh terhadap keberhasilan pengelolaan hutan rakyat. Analisis *stakeholder* dilakukan untuk mengidentifikasi peran setiap aktor sebagai *subject*, *keyplayers*, *crowd*, dan *context setter*, serta untuk memetakan keterkaitan antara mereka. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi potensi konflik dan

memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai pengelolaan hutan rakyat yang efektif dan partisipatif di Desa Karacak.

3. Hasil dan Pembahasan

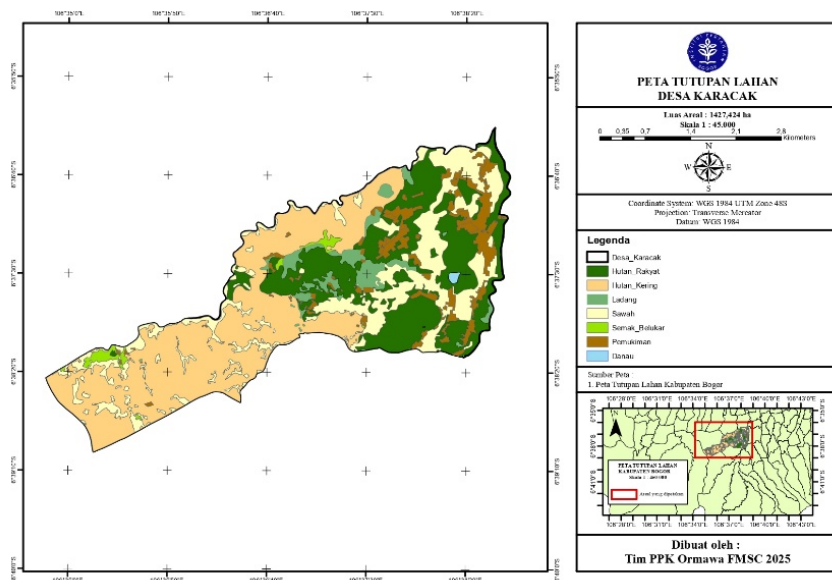
3.1. Hasil

3.1.1. Keadaan umum Hutan Rakyat di Desa Karacak

Hutan rakyat di Desa Karacak ditanam di lahan datar dan berlereng yang telah dilakukan perlakuan konservasi tanah dan air secara mekanis dalam bentuk teras bangku (*bench terrace*). Lokasi hutan rakyat di Desa Karacak tersebar meluas meliputi keseluruhan wilayah administrasi desa berbatasan dengan areal pemukiman, sungai, sawah, dan jalan. Luasan hutan rakyat bervariasi mulai dari 0,04 - 0,25 ha yang dikelola secara turun-temurun oleh keluarga petani hutan rakyat di Desa Karacak. Komoditas utama yang ditanam di hutan rakyat Desa Karacak berupa manggis (*Garcinia mangostana* L.), durian (*Durio zibethinus* L.), dukuh (*Lansium domesticum* Corrêa), nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.), cempedak (*Artocarpus integer* Merr.), alpukat (*Persea americana* Mill.) dan

melinjo (*Gnetum gnemon* Linnaeus.). Tanaman manggis dan durian menjadi komoditas utama yang ditanam di hutan rakyat wilayah atas Desa Karacak, selain tanaman buah terdapat juga jenis tanaman penghasil kayu rakyat yaitu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) I.C. Nielsen), mindi (*Melia azedarach* L.), jati (*Tectona grandis* L.f.), dan kayu afrika (*Maesopsis eminii* Engl.).

Pola tanam hutan rakyat di Desa Karacak berkarakteristik wanatani (*agroforestry*), sehingga terdapat tanam sela yang ditanam menyesuaikan dengan tingkat tutupan tajuk yang rapat diantaranya, cengkeh, kemiri, dan kapulaga. Sementara itu di lokasi hutan rakyat dengan kerapatan tajuk lebih terbuka ditanam beberapa jenis tanaman semusim antara lain cabai rawit, kacang panjang, talas, singkong, pisang, dan kopi arabika. Jarak tanam 1 m × 1 m sudah diterapkan di beberapa lahan hutan rakyat dengan sistem berurutan (*sequential*) antara komoditas manggis dan durian, karena beberapa lahan hutan rakyat tersebut dibangun atas bantuan teknis program rehabilitasi dan reboisasi di masa orde baru.



Gambar (Fig.) 2. Peta tutupan lahan Desa Karacak (*Land cover map of Karacak Village*)



Gambar (Fig.) 3. Kondisi pola tanam hutan rakyat Desa Karacak (Planting pattern conditions of private forest in Karacak Village)

3.1.2. Matrik kepentingan hutan rakyat di Desa Karacak

Penelitian ini mengeksplorasi kepentingan berbagai aktor dalam pengelolaan hutan rakyat, yang terdiri dari empat subsistem utama produksi, pengolahan, pemasaran, dan kelembagaan. Keempat subsistem ini saling berkorelasi dan memiliki peran penting dalam mencapai pengelolaan hutan yang berkelanjutan. Data yang diperoleh melalui wawancara dengan responden memberikan skor berdasarkan tingkat kepentingan, mulai dari sangat penting hingga rendah, yang menjadi dasar analisis dalam penelitian ini.

Temuan menunjukkan bahwa setiap aktor, seperti aparat desa, dinas pertanian, dinas kehutanan, kelompok tani, petani, dan eksportir, memiliki tingkat

kepentingan yang bervariasi terhadap masing-masing subsistem. Gambar 3 dalam penelitian menggambarkan distribusi kepentingan ini, yang mencerminkan bagaimana setiap aktor berkontribusi atau terpengaruh oleh pengelolaan hutan rakyat. Ini membantu dalam memahami hubungan antara aktor dan subsistem yang ada.

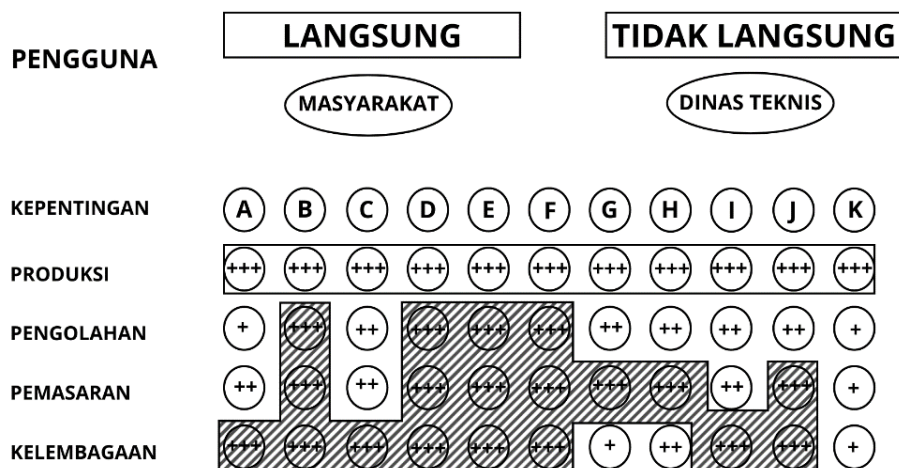
Penelitian ini juga mengidentifikasi area utama kepentingan serta potensi konflik diantara aktor-aktor tersebut. Berdasarkan kepentingan yang sangat kuat, kuat, sedang, dan rendah, peneliti dapat menyoroti dinamika yang mungkin timbul dalam pengelolaan hutan. Hal ini penting untuk merumuskan strategi yang dapat meredakan konflik dan memperkuat kerjasama antara semua pihak yang terlibat.

Tabel (Table) 1. Ringkasan kepentingan hutan rakyat, aktor, dan potensial konflik dalam pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak (Summary of private forest interests, actors, and potential conflicts in private forest management at Karacak Village)

Subsistem (Subsystem)	Aktor dengan kepentingan tinggi (Actors with high interests) +++	Potensial konflik (Potential conflict)
Produksi	Aparatur desa, Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat, ketua KTH, ibu PKK, petani, tengkulak (warga lokal), tengkulak (non lokal), akademisi, eksportir, buruh tani	Tidak ada konflik (kepentingan seragam), karena produksi menjadi area utama kepentingan bagi semua aktor. Hal ini menunjukkan bahwa hasil hutan rakyat yang berkelanjutan sangat penting bagi kesejahteraan masyarakat dan mendukung kebutuhan dinas teknis.

Tabel (Table) 1. Lanjutan (Continued)

Subsistem (Subsystem)	Aktor dengan kepentingan tinggi (Actors with high interests) +++	Potensial konflik (Potential conflict)
Pengolahan	Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, ketua KTH, ibu PKK, petani	Ketidakseimbangan dalam subsistem pengolahan dapat menyebabkan ketidakpuasan diantara para aktor yang berkepentingan rendah karena mereka merasa kurang terlibat atau tidak mendapatkan manfaat yang cukup dari proses pengolahan.
Pemasaran	Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, ketua KTH, ibu PKK, petani, tengkulak (warga lokal), tengkulak (non lokal), eksportir (pengusaha)	Kesenjangan dalam pemasaran dapat menimbulkan konflik antara aktor yang memiliki kepentingan tinggi dan rendah karena perbedaan dalam akses pasar dan keuntungan. Aktor dengan kepentingan rendah merasa tidak mendapatkan bagian yang adil dalam hasil pemasaran.
Kelembagaan	Aparatur desa, Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat, ketua KTH, ibu PKK, akademisi, eksportir (pengusaha)	Perbedaan pandangan dalam kelembagaan dapat menyebabkan konflik antara aktor yang terlibat secara intensif dalam subsistem kelembagaan dan aktor yang memiliki kepentingan rendah. Aktor dengan kepentingan rendah merasa bahwa struktur kelembagaan yang ada tidak mengakomodasi kebutuhan atau kepentingan mereka secara memadai.



Keterangan (Remarks): 1. = Area utama kepentingan (Main areas of interest); 2. = Area konflik (Conflict area); 3. (+++) = Kepentingan yang sangat kuat (Very strong interest); 4. (++) = Kepentingan yang kuat (Strong interests); 5. (+) = Kepentingan sedang (Medium interest); 6. A = Aparatur desa (Village apparatus); 7. B = Dinas Pertanian Kabupaten Bogor (Bogor Regency Agriculture Service); 8. C = Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat (West Java Provincial Forestry Service); 9. D = Ketua kelompok tani hutan (Head of forest farmers group); 10. E = Ibu PKK (Women's group at the village); 11. F = Petani (Farmer); 12. G = Tengkulak warga lokal (local middlemen); 13. H = Tengkulak non lokal (non local middlemen); 14. I = Akademisi (Academics); 15. J = Eksportir (Exporter); 16. K = Buruh tani (Farm workers)

Gambar (Fig.) 4. Matrik kepentingan aktor pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak (Matrix of interests of actors in private forest management at Karacak Village)

Pohon sasaran dipilih berdasarkan Penelitian ini menyajikan matrik kepentingan yang dirangkum dalam Tabel 1, yang memberikan gambaran jelas tentang area utama kepentingan dan potensi konflik dalam pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak. Tabel 1 menyusun informasi tentang aktor-aktor yang terlibat dan bagaimana kepentingan mereka berinteraksi dalam konteks subsistem yang berbeda. Ini menjadi alat penting untuk memahami dinamika hubungan antar aktor dalam pengelolaan hutan.

Dalam subsistem produksi, hampir semua aktor, termasuk aparat desa, dinas pertanian, dinas kehutanan, ketua kelompok tani, petani, dan tengkulak, menunjukkan kepentingan yang sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa produksi hutan rakyat merupakan area yang disepakati sebagai prioritas oleh semua pihak. Tidak adanya konflik dalam subsistem ini mencerminkan kesepakatan umum tentang pentingnya hasil hutan yang berkelanjutan untuk kesejahteraan masyarakat.

Berbeda dengan produksi, subsistem pengolahan menunjukkan potensi konflik yang lebih besar. Di sini, dinas pertanian, ketua kelompok tani, ibu PKK, dan petani memiliki kepentingan tinggi, tetapi terdapat ketidakseimbangan yang dapat menyebabkan ketidakpuasan diantara aktor yang berkepentingan rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya keterlibatan atau manfaat yang dirasakan oleh aktor-aktor tertentu dalam proses pengolahan, yang dapat mengganggu kerjasama diantara mereka.

Subsistem pemasaran juga menunjukkan adanya kesenjangan yang dapat memicu konflik. Aktor dengan kepentingan tinggi, seperti dinas pertanian, ketua kelompok tani, dan eksportir, diduga memiliki akses yang lebih baik ke pasar dibandingkan aktor dengan kepentingan rendah. Kesenjangan ini dapat menyebabkan ketidakpuasan di kalangan aktor yang merasa tidak mendapatkan bagian yang adil dari hasil pemasaran, menciptakan potensi konflik

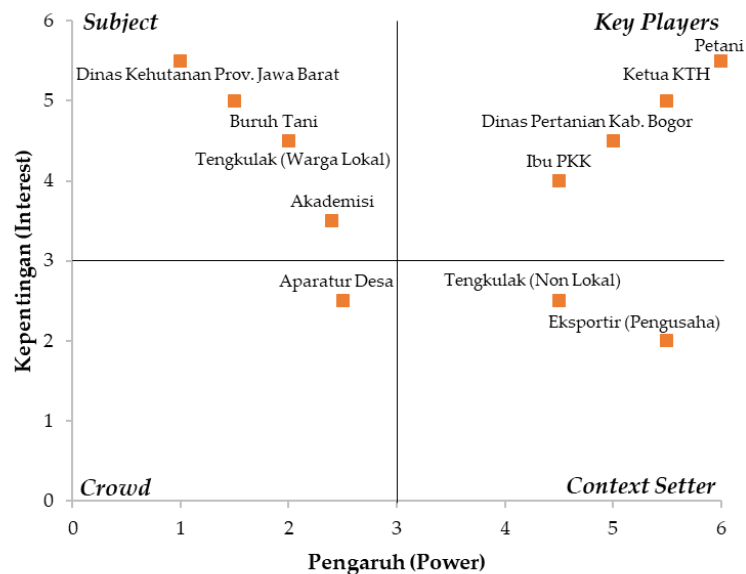
yang perlu dikelola dengan baik.

Dalam subsistem kelembagaan, terdapat perbedaan pandangan yang dapat memicu konflik antara aktor yang terlibat secara intensif dan mereka yang memiliki kepentingan rendah. Aktor seperti aparat desa dan dinas kehutanan memiliki kepentingan tinggi, sedangkan aktor dengan kepentingan rendah merasa kurang terwakili dalam struktur kelembagaan yang ada. Hal ini menunjukkan perlunya perbaikan dalam keterlibatan dan representasi semua aktor dalam proses pengambilan keputusan.

Keterlibatan semua aktor dalam pengelolaan hutan rakyat sangat penting untuk mencapai tujuan yang berkelanjutan. Ketidakpuasan yang dirasakan oleh aktor dengan kepentingan rendah dapat mengganggu kerja sama dan mengurangi efektivitas pengelolaan. Oleh karena itu, pendekatan yang lebih inklusif dan partisipatif dalam pengambilan keputusan perlu diterapkan untuk memastikan bahwa semua suara didengar dan diakomodasi. Strategi yang dapat dilakukan adalah pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak mengadopsi pendekatan yang lebih transparan dan partisipatif. Ini dapat meliputi pembentukan forum diskusi yang melibatkan semua aktor untuk membahas kepentingan dan potensi konflik secara terbuka. Diharapkan melalui forum diskusi dapat ditemukan solusi yang saling menguntungkan dan mengurangi ketegangan diantara aktor yang terlibat dalam pengelolaan hutan rakyat.

3.1.3. Pemetaan aktor dalam pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak

Pemetaan para aktor menjelaskan tentang peran (pengaruh dan kepentingan) masing-masing aktor terhadap kelestarian hutan rakyat di Desa Karacak. Hasil pemetaan aktor diperoleh dari hasil skoring setiap aktor untuk mengetahui tingkat kepentingan serta pengaruhnya terhadap keberadaan hutan rakyat. Pemetaan pada Gambar 4 menjelaskan bagaimana posisi aktor atas perannya terhadap hutan rakyat.



Gambar (Fig.) 5. Pemetaan aktor dalam pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak (*Actor mapping in private forest management at Karacak Village*)

Implementasi hasil pemetaan aktor dapat dilakukan melalui beberapa langkah strategis. Pertama, membentuk forum atau kelompok kerja yang melibatkan semua aktor teridentifikasi untuk berdiskusi dan merumuskan kebijakan bersama terkait pengelolaan hutan rakyat. Selanjutnya, diperlukan penyediaan pelatihan bagi aktor kunci, seperti petani dan aparat desa, untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang praktik pengelolaan hutan yang berkelanjutan serta keterampilan negosiasi dan kolaborasi. Selain itu, penting untuk mengintegrasikan semua aktor dalam proses pengambilan keputusan, memastikan bahwa suara dari setiap pihak, terutama yang memiliki kepentingan rendah, didengar dan dipertimbangkan.

Rencana aksi yang jelas harus disusun berdasarkan hasil pemetaan, dengan langkah-langkah konkret untuk mengatasi masalah yang dihadapi, serta menetapkan tanggung jawab masing-masing aktor dan waktu pelaksanaan. Sistem monitoring juga harus diimplementasikan untuk menilai efektivitas pengelolaan hutan dan kolaborasi antar aktor, dengan evaluasi berkala untuk menyesuaikan strategi berdasarkan hasil dan umpan balik. Membangun jaringan kerjasama antara aktor lokal dan lembaga pemerintah atau organisasi non-pemerintah juga sangat penting untuk mobilisasi sumber daya dan

dukungan teknis. Selain itu, menciptakan akses pasar yang lebih baik bagi aktor dengan kepentingan rendah, seperti petani, akan memastikan mereka mendapatkan manfaat yang adil dari hasil hutan. Terakhir, kampanye kesadaran masyarakat tentang pentingnya keberlanjutan hutan rakyat dan kolaborasi antar aktor dapat membantu membangun dukungan publik dan keterlibatan komunitas dalam pengelolaan hutan rakyat. Berdasarkan langkah-langkah ini, pemetaan aktor dapat diimplementasikan secara efektif untuk meningkatkan keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya hutan.

3.2. Pembahasan

3.2.1. Kepentingan hutan rakyat di Desa Karacak

Hasil yang digunakan dalam matrik kepentingan ini diambil dari pendekatan teori Krott (2005) dan disesuaikan dengan kondisi di lokasi penelitian. Matriks ini menggambarkan kepentingan masing-masing aktor terhadap keberadaan hutan rakyat, area utama kepentingan, serta potensi konflik yang mungkin timbul diantara aktor-aktor tersebut. Matriks ini berfungsi untuk mempermudah pemahaman tentang hasil yang diperoleh. Berdasarkan pemahaman area kepentingan utama dan potensi konflik yang ada, strategi pengelolaan hutan rakyat dapat disusun dengan lebih efektif

dan inklusif untuk memastikan keberlanjutan serta kesejahteraan semua pihak yang terlibat.

Ada empat kepentingan hutan rakyat dan potensial konflik dalam pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak, yaitu:

- a. Kepentingan terhadap subsistem produksi. Pengelolaan hutan rakyat sangat penting untuk subsistem produksi, yang mencakup keseimbangan jumlah, jenis, dan kualitas hasil, serta jaminan kelestarian usaha pemilik lahan hutan rakyat (Djamal et al., 2018). Produksi yang optimal tidak hanya meningkatkan pendapatan petani, tetapi juga kesejahteraan masyarakat, sementara keberlanjutan usaha menjamin kelangsungan hidup mereka di masa depan. Penduduk Desa Karacak memiliki peran penting dalam kegiatan produksi hutan rakyat yang lestari, bertanggung jawab untuk menanam dan memelihara pohon serta memastikan ketersediaan sumber daya hutan secara berkelanjutan (Kimaro, 2023). Tingginya komitmen masyarakat untuk menjaga kualitas dan kuantitas hasil hutan terlihat dari tanda “+++” dalam matriks (Sylviani et al., 2020). Partisipasi aktif masyarakat dalam kegiatan produksi adalah faktor kunci keberhasilan pengelolaan hutan yang berkelanjutan. Selain itu, dinas teknis (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat dan Dinas Pertanian Kabupaten Bogor) memberikan dukungan terhadap kegiatan produksi melalui bimbingan teknis, bantuan teknologi, dan peraturan yang mendukung (Tabot et al., 2020). Tanda “+++” yang diberikan kepada seluruh dinas teknis menunjukkan peran penting mereka dalam membantu masyarakat mencapai hasil produksi yang optimal, sekaligus memastikan bahwa metode produksi memenuhi standar lingkungan dan keberlanjutan.
- b. Kepentingan terhadap subsistem pengolahan. Subsistem pengolahan juga melibatkan partisipasi langsung dari masyarakat. Proses ini mencakup pengolahan hasil hutan rakyat menjadi produk akhir yang siap dijual atau digunakan (Djamal et al., 2018).

Contoh pengolahan hasil hutan bukan kayu (HHBK) termasuk buah manggis yang diolah menjadi sirup atau teh dari kulitnya. Pengolahan yang efektif dapat meningkatkan nilai tambah produk hutan rakyat, memperluas pasar, dan meningkatkan pendapatan petani. Tanda “++” dan “+++” dalam matriks mencerminkan pentingnya pengolahan hasil hutan sebagai bagian dari kegiatan yang memerlukan keterampilan dan pengetahuan khusus. Dalam subsistem ini, aktor dengan kepentingan tinggi, meliputi Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, Ketua KTH, ibu PKK, dan petani, yang ditunjukkan dengan tanda “+++”. Pengolahan hasil hutan dapat menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan nilai ekonomi produk hutan, yang menjadikan keempat aktor tersebut sangat berkepentingan. Namun, ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan ketidakpuasan diantara aktor lain dengan kepentingan rendah, yang mungkin merasa kurang terlibat atau tidak mendapatkan manfaat dari proses pengolahan, sehingga berpotensi memicu konflik terkait distribusi keuntungan dan peran dalam pengolahan.

- c. Kepentingan terhadap subsistem pemasaran. Pengelolaan hutan rakyat juga melibatkan subsistem pemasaran untuk mencapai tingkat penjualan yang optimal. Subsistem ini mencakup berbagai aktivitas, seperti penjualan hasil hutan melalui tengkulak atau langsung ke industri, serta pengembangan model pemasaran yang efisien. Umumnya, penjualan dilakukan melalui tengkulak yang berperan sebagai penentu harga. Pengelolaan yang efektif dalam pemasaran dapat meningkatkan pendapatan petani hutan rakyat, memperluas pasar, dan mengurangi biaya pemanenan dan pengangkutan, memberikan manfaat ekonomi yang lebih besar bagi masyarakat dan pemerintah (Kurniawan et al., 2020). Subsistem pemasaran mencakup distribusi dan penjualan hasil hutan ke pasar yang lebih luas, dengan aktor seperti Dinas Pertanian Kabupaten

Bogor, ketua KTH, petani, tengkulak lokal dan non-lokal, serta eksportir memiliki kepentingan tinggi. Mereka terlibat langsung dalam memastikan produk mencapai pasar dan mendapatkan harga yang layak. Sebaliknya, aktor seperti aparat desa dan dinas kehutanan serta akademisi memiliki kepentingan yang lebih rendah dalam pemasaran. Kesenjangan ini dapat menyebabkan konflik akibat perbedaan akses pasar dan keuntungan, dimana aktor dengan kepentingan rendah merasa tidak mendapatkan bagian yang adil, sementara aktor berkepentingan tinggi merasa terbebani dengan tanggung jawab pemasaran.

- d. Kepentingan terhadap subsistem kelembagaan. Subsistem kelembagaan mencakup peran lembaga sosial, ekonomi, dan pengelolaan sumber daya yang saling terkait dalam pengelolaan hutan rakyat. Keberhasilan pengelolaan sangat tergantung pada kinerja lembaga-lembaga ini, yang mendukung perencanaan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, pemasaran, serta monitoring dan evaluasi (Kurniawan et al., 2020). Contohnya, pembentukan kelembagaan KTH baru serta penyerahan personil, prasarana, pendanaan, dan dokumen oleh pemerintah provinsi dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi pengelolaan. Kelembagaan, meliputi struktur dan sistem yang mendukung pengelolaan hutan secara berkelanjutan. Aktor dengan kepentingan tinggi di subsistem ini, meliputi aparat desa, dinas pertanian dan kehutanan, ketua KTH, PKK, eksportir, dan akademisi. Mereka berperan dalam membentuk kebijakan, memberikan dukungan teknis, dan memastikan koordinasi diantara berbagai pihak. Sebaliknya, petani dan tengkulak memiliki kepentingan yang lebih rendah dalam kelembagaan. Perbedaan pandangan ini dapat menyebabkan konflik antara aktor yang terlibat intensif dalam kelembagaan dan aktor yang memiliki kepentingan rendah, yang merasa bahwa struktur kelembagaan tidak mengakomodasi kebutuhan dan

kepentingan mereka secara memadai, sehingga merasa terpinggirkan dalam proses pengambilan keputusan.

Matriks kepentingan ini menunjukkan bahwa semua aktor, baik masyarakat maupun dinas terkait, menganggap keberadaan dan kepentingan hutan rakyat sangat tinggi. Semua pihak sepakat bahwa hutan rakyat penting dan mendukung kelestariannya, meskipun ada yang mengelola secara langsung dan melalui program-program yang telah ditetapkan. Dari matriks ini, terlihat bahwa koordinasi antar aktor sangat penting untuk mencegah konflik yang lebih luas dan menghindari dominasi kepentingan pribadi. Hingga saat ini, pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak masih terjaga dengan baik antara badan pengelola masyarakat dan pemerintah Kabupaten Bogor. Oleh karena itu, matriks kepentingan yang disajikan dalam Tabel 1 memberikan wawasan berharga tentang bagaimana kepentingan berbagai aktor saling terhubung dalam pengelolaan hutan rakyat. Memahami dinamika ini sangat penting untuk merumuskan strategi yang efektif dan berkelanjutan. Pengelolaan kepentingan dan potensi konflik secara proaktif, pengelolaan hutan di Desa Karacak dapat dilakukan dengan lebih baik, memberikan manfaat bagi semua pihak yang terlibat.

3.2.2. Pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak

Pada Gambar 4 di atas diperoleh hasil pemetaan peran para aktor dan dapat dilihat bahwa setiap aktor berada di kuadrannya masing-masing, yaitu *subject*, *context setter*, *keyplayers*, dan *crowd*.

a. Kuadran *keyplayers*

Analisis tersebut mengidentifikasi “pemain kunci” dalam pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak. Mereka adalah para pemangku kepentingan yang memiliki tingkat pengaruh dan kepentingan yang tinggi terhadap keberlanjutan sumber daya hutan (Sylviani et al., 2020). Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, ketua KTH, ibu PKK, dan para petani setempat muncul sebagai pemain

kunci, yang mempunyai pengaruh signifikan dan mempunyai kepentingan kuat dalam kelestarian hutan rakyat. Para pemangku kepentingan ini adalah pihak yang paling terlibat dan proaktif dalam mendorong upaya konservasi dan pengelolaan. Partisipasi dan dukungan mereka sangat penting bagi keberhasilan inisiatif ini.

Dinas Pertanian Kabupaten Bogor sebagai instansi pemerintah yang berwenang, memiliki pengaruh signifikan dalam menentukan kebijakan, program, dan alokasi dana terkait pengelolaan hutan. KTH merupakan organisasi yang beranggotakan para petani hutan, sehingga Ketua KTH berperan penting dalam mengkoordinasikan kegiatan, mewakili aspirasi anggota, dan menjalin kerjasama dengan pihak lain. Ibu PKK memiliki pengaruh dalam memobilisasi ibu-ibu untuk terlibat dalam kegiatan pelestarian hutan dan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu. Para petani sebagai pemilik lahan tentunya memiliki kepentingan yang tinggi dalam pengelolaan hutan rakyat, dan juga memiliki pengaruh yang besar dalam menentukan bagaimana hutan tersebut dikelola. Keterlibatan aktif petani sangat penting dalam penerapan praktik pengelolaan hutan lestari.

b. Kuadran *subject*

Kelompok *subject* terdiri dari pemangku kepentingan yang memiliki tingkat kepentingan tinggi, namun pengaruhnya relatif rendah. Dalam konteks Desa Karacak, aktor yang terlibat pada kategori ini adalah akademisi, Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat, buruh tani dan tengkulak (warga lokal). Meskipun para aktor ini mempunyai kepentingan terhadap hutan rakyat, kemampuan mereka untuk memberikan dampak langsung terhadap proses pengelolaan dan pengambilan keputusan bersifat terbatas. Namun, peran mereka sebagai ahli dan penasihat sangat dibutuhkan dalam menentukan arah inisiatif.

Akademisi memiliki kepentingan dalam hal penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan terkait hutan rakyat. Namun, akademisi mungkin tidak memiliki kewenangan langsung dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan hutan. Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat memiliki kepentingan dalam hal pengawasan dan pengendalian pengelolaan hutan di tingkat provinsi. Namun, kewenangan mereka tidak sekuat Dinas Pertanian Kabupaten Bogor di tingkat lokal, sehingga masyarakat Desa Karacak belum merasakan perannya. Buruh tani memiliki kepentingan dalam hal ketersediaan lapangan pekerjaan dan upah yang layak dari sektor kehutanan. Namun, buruh tani tidak memiliki posisi tawar yang kuat dalam proses pengambilan keputusan, sedangkan tengkulak (warga lokal) memiliki kepentingan dalam akses terhadap hasil hutan untuk diperdagangkan. Namun, pengaruh mereka dalam pengelolaan hutan rakyat terbatas. Meskipun kelompok *subject* ini tidak memiliki pengaruh sebesar *keyplayers*, masukan dan partisipasi mereka tetap penting dalam proses pengambilan keputusan yang berkelanjutan.

c. Kuadran *crowd*

Kuadran *crowd* mencakup pemangku kepentingan dengan tingkat kepentingan dan pengaruh yang rendah. Aparatur desa diidentifikasi sebagai bagian dari *crowd* dalam studi kasus ini. Meskipun para aktor ini tidak terlibat langsung dalam pengelolaan hutan rakyat sehari-hari, peran tidak langsung dan potensi dampak mereka tidak boleh diabaikan. Meskipun aparatur desa memiliki peran dalam pemerintahan desa secara umum, tetapi keterlibatan mereka dalam pengelolaan hutan rakyat tidak sebesar dinas pertanian, ketua KTH, atau petani. Keterlibatan aparatur desa dalam program edukasi dan sosialisasi terkait pengelolaan hutan lestari penting untuk meningkatkan kesadaran dan kepedulian aktor

lainnya terhadap kelestarian hutan.

d. Kuadran *context setter*

Context setter adalah pemangku kepentingan yang memiliki tingkat pengaruh tinggi, namun tingkat kepentingannya relatif rendah terhadap hutan rakyat. tengkulak (non lokal) dan eksportir (pengusaha) termasuk dalam kategori ini. Meskipun pengaruh mereka cukup besar, keterlibatan dan komitmen mereka terhadap inisiatif kehutanan masyarakat terbatas. Namun, upaya untuk melibatkan dan memengaruhi para *context setter* ini tetap penting agar mereka tidak menghambat inisiatif pengelolaan hutan lestari (Asyani & Dewi, 2018).

Tengkulak (non lokal) memiliki pengaruh karena menjadi perantara dalam pemasaran hasil hutan rakyat. Keputusan mereka untuk membeli atau tidak membeli hasil hutan dari Desa Karacak dapat memengaruhi pendapatan petani. Namun, mereka tidak memiliki kepentingan langsung terhadap kelestarian hutan. Sementara eksportir (pengusaha) memiliki pengaruh karena menghubungkan hasil hutan ke pasar internasional. Permintaan ekspor dapat mendorong peningkatan produksi hasil hutan rakyat. Kepentingan kedua aktor ini hanya fokus pada ketersediaan dan kontinuitas pasokan, bukan pada kelestarian hutan rakyat itu sendiri.

Pemetaan para aktor beserta peran dan pengaruhnya memberikan pemahaman komprehensif mengenai dinamika kekuasaan serta potensi tantangan dan peluang dalam pengelolaan hutan rakyat. Mengenali beragam kepentingan dan tingkat pengaruh diantara berbagai aktor, pembuat kebijakan dan tokoh masyarakat dapat mengembangkan strategi yang lebih efektif untuk mendorong inisiatif kehutanan masyarakat yang kolaboratif dan berkelanjutan (Setiawan & Muhammad, 2018).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Analisis aktor pada pengelolaan hutan rakyat di Desa Karacak Kabupaten

Bogor menunjukkan bahwa masing-masing pihak memiliki peran dan pengaruh yang berbeda. Peran ini dibagi ke dalam empat jenis kategori berdasarkan tingkat kepentingannya, yaitu: 1) *keyplayers*; 2) *subject*; 3) *crowd*; dan 4) *context setter*. Aktor yang terlibat di dalamnya, antara lain masyarakat lokal, pemerintah desa, kelompok tani, dan LSM. Tantangan dalam pengelolaan hutan rakyat ini adalah meningkatkan koordinasi dan komunikasi antar aktor untuk mencapai sinergi yang efektif.

4.2. Saran

Studi komparatif dengan desa lain yang memiliki kondisi serupa dapat memberikan wawasan tambahan mengenai praktik terbaik yang dapat diadopsi. Pemerintah daerah sebaiknya mengembangkan kebijakan yang mendorong partisipasi aktif dari seluruh aktor dalam pengelolaan hutan rakyat. Kebijakan tersebut bisa mencakup insentif bagi petani yang berkomitmen pada praktik pengelolaan hutan rakyat lestari serta pemberian dukungan teknis dan finansial kepada kelompok tani.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan bantuan dana pengabdian melalui Program Penguatan Kapasitas Ormawa tahun 2024.

Daftar Pustaka

- Darusman, D. & Hardjanto. (2006). Tinjauan ekonomi hutan rakyat. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Hasil Hutan (FORDA). 2006 April 13. Bogor. Departemen Kehutanan, 4-13.
- Darusman, D., Hardjanto, Suharjito, D., Bahrani, Ichwandi, I., Hero, Y., Kartodihardjo, H., Sudaryanto, Nugroho, B., Nurrochmat, D.R., Sundawati, L., Purwawangsa, H., Trison, S., & Soedomo, S. (2013). *Membangkitkan Kehutanan Indonesia Kristalisasi Konsep dan Strategi Implementasi*. Bogor (ID).

- IPB Press.
- [Dishut] Dinas Kehutanan. (2022). Luas Hutan Rakyat Berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Barat. Diakses dari <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/luas-hutan-rakyat-berdasarkankabupatenkota-di-jawa-barat>, pada 1 Juli 2024.
- Djamal, M., Hardjanto, & Hero, Y. (2018). Ukuran dasar kelestarian produksi pada hutan rakyat di Kabupaten Barru. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 9(2), 85-92.
- Fauzan, H., Sulistyawati, E., & Lastini, T. (2019). Strategi pengelolaan untuk pengembangan hutan rakyat di Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(2), 164-173.
- Hardjanto. (2003). *Keragaman dan Pengembangan Usaha Kayu Rakyat di Pulau Jawa* (Disertasi). Program Pendidikan Doktor Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardjanto. (2017). *Pengelolaan Hutan Rakyat*. Bogor. IPB Press.
- Kimaro, P.J. (2023). Community participation in sustainable forest management: a case of nsieni forest in Hai District, Tanzania. *East African Journal of Education and Social Sciences*. 4(2), 159-174. doi: 10.46606/eajess2023v04i02.0289.
- Kurniawan, A. Hidayat, J.W., & Amirudin, A. (2020). Partisipasi masyarakat: mendukung keberhasilan pengelolaan hutan rakyat. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya, Palembang 20 Oktober 2020, 93-102.
- Krott, M. (2005). *Forest Policy Analysis*. Netherland. Springer.
- Maimunah, S., Mudzakir, H., Sopan, M., & Samek, J.H. (2020). Kenaekaragaman jenis pohon penyusun arboretum konservasi hutan hujan tropis PT Asmin Bara Bronang Kabupaten Kapuas Kalimantan Tengah. *Jurnal Hutan Tropis*, 8(3), 274-280.
- Notoatmodjo, S. (2002). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C.H., & Stringer, L.C. (2009). Who's in and why? a typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90, 1933-1949.
- Setiawan, M.A. & Muhammad, F. (2018). Stakeholder analysis in utilizing of environmental services and natural attractions in Tuk Semuncar utilization zone of Gunung Merbabu National Park: a literature review. *E3S Web of Conferences*, 31 (2018) 09032. doi: 10.1051/e3sconf/20183109032.
- Sylviani, Suka, A.P., Surati, & Kurniasari, D.R. (2020). Social capital in managing community plantation forest: a case study at KPH Boalemo, Gorontalo Province. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 7(1), 71-82. doi: 10.20886/ijfr.2020.7.1.711-82.
- Sukwika, T. (2018). Analisis aktor dalam perumusan model kelembagaan pengembangan hutan rakyat di Kabupaten Bogor. *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 2(2), 133-150. doi: 10.29244/jp2wd.2018.2.2.133-150.
- Tabot, A., Owuor, O., & Migosi, J. (2020). Influence of participatory project initiation on sustainable forest management in Saboti, Trans-Nzoia Country, Kenya. *Internasional Journal of Forestry Research*, 1-7. doi: 101155/2020/2648391.
- Turner, D.P. (2020). Sampling methods in research design. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 8-12. <https://doi.org/10.1111/head.13707>.

Sebaran Dan Potensi Regenerasi Alami Jenis *Schima wallichii* (DC.) Korth. di Hutan Pendidikan Gunung Walat

(*Distribution and Natural Regeneration Potential of Schima wallichii (DC.) Korth. Species at Gunung Walat University Forest*)

Restika Maharani Dewi^{1*} dan/and Prijanto Pamoengkas¹

¹ Departemen Silvikultur, IPB University (Jawa Barat, Indonesia), Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Dramaga Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia
E-mail : restikamaharanide@gmail.com

Tanggal diterima: 10 Desember 2025; Tanggal disetujui: 19 Desember 2025; Tanggal direvisi: 24 Desember 2025

Abstract

Schima wallichii belongs to the *Theaceae* family, which dominates the Gunung Walat University Forest (GWUF) area. This species offers various ecological and health-related benefits. The multiple benefits possessed by *S. wallichii* encourage the importance of conservation efforts of the *S. wallichii* species at GWUF. This study aims to analyze the distribution pattern, natural regeneration potential, and biophysical factors of *S. wallichii* stands at GWUF. This research method uses vegetation analysis with plots selected through purposive sampling. The results showed that *S. wallichii* has a clustered distribution pattern. Natural regeneration in both research plots is potentially disrupted because seedling numbers are limited, especially in mixed-stand plots, and are dominated by non-*S. wallichii* species. The association between *S. wallichii* and dominant species tends to be negative, meaning that the pairs do not coexist in the same space. Biophysical factors such as temperature, humidity, light intensity, slope, elevation, crown density, litter thickness, and residual organic matter also support the existence of *S. wallichii* seedlings.

Keywords: Vegetation analysis, *Schima wallichii*, association, biophysical

Abstrak

Schima wallichii termasuk dalam famili *Theaceae* yang mendominasi kawasan Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW). Jenis tersebut memiliki beragam manfaat baik secara ekologis maupun kesehatan. Berbagai manfaat yang dimiliki oleh *S. wallichii* mendorong pentingnya upaya konservasi jenis *S. wallichii* di HPGW. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola sebaran, potensi regenerasi alami, dan faktor biofisik tegakan *S. wallichii* di HPGW. Metode penelitian ini menggunakan analisis vegetasi dengan plot yang ditempatkan secara *purposive sampling*. Hasil menunjukkan bahwa *S. wallichii* memiliki pola sebaran mengelompok. Regenerasi alami di kedua petak penelitian berpotensi akan terganggu, karena jumlah permudaan terbatas terutama pada petak tegakan campuran dan lebih didominasi oleh jenis non *S. wallichii*. Asosiasi *S. wallichii* dengan jenis-jenis dominan cenderung bersifat negatif artinya pasangan-pasangan tersebut cenderung tidak hidup berdampingan dalam ruang yang sama. Faktor biofisik seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, keterangan, elevasi, kerapatan tajuk, ketebalan serasah, dan residu bahan organik turut mendukung keberadaan permudaan *S. wallichii*.

Kata kunci: Analisis vegetasi, *Schima wallichii*, asosiasi, dan biofisik

1. Pendahuluan

Hutan pendidikan merupakan salah satu Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) yang berfungsi sebagai area bagi masyarakat, khususnya

pelajar, mahasiswa, peneliti, untuk mempelajari lebih lanjut tentang hutan dan seluruh komponen ekosistem alam didalamnya (Fiulaizi et al., 2021). Beberapa hutan pendidikan di Indonesia biasanya dikelola oleh universitas, salah

satunya adalah Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW). Menurut Kosmaryandi (2014), HPGW merupakan kawasan hutan dengan tujuan khusus untuk pendidikan, penelitian, rekreasi, dan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu seluas 359 ha. Kawasan Hutan Gunung Walat ini mulai dilakukan penanaman berbagai jenis pohon sejak tahun 1951-1980. Maka dari itu sebagian besar tegakan HPGW saat ini sudah melebihi umur daur. Salah satu jenis tegakan yang sudah melebihi umur daur adalah puspa (*Schima wallichii* DC. Korth).

S. wallichii termasuk dalam famili *Theaceae* yang mendominasi kawasan HPGW. *S. wallichii* dikenal karena kemampuannya untuk tumbuh di berbagai jenis tanah, iklim, dan habitat (Almadani & Hermawan, 2023). Pohon ini dapat ditemukan di dataran rendah hingga pegunungan, serta di hutan-hutan sekunder maupun daerah yang terganggu, termasuk padang ilalang. Pemanfaatan *S. wallichii* juga sangat beragam, diantaranya konservasi tanah dan air karena memiliki perakaran yang kuat, buah dan bunganya dapat dijadikan sebagai rempah obat, daunnya dapat digunakan sebagai obat diare (Priswanto et al., 2021). Keunggulan lain dari *S. wallichii* yaitu dari kulit kayunya yang tebal, sehingga tahan terhadap api. Ketika pohon *S. wallichii* tumbang, anakan akan cepat tumbuh kembali saat hujan tiba. Oleh sebab itu, *S. wallichii* banyak digunakan untuk program reboisasi dan pemulihan lahan yang terganggu atau rusak (Purnama et al., 2016).

Berbagai manfaat yang dimiliki oleh *S. wallichii* mendorong pentingnya upaya konservasi jenis *S. wallichii* di HPGW. Salah satu langkah yang bisa dilakukan dengan mempelajari sebaran jenis dan pertumbuhan regenerasinya. Regenerasi alami ini akan memengaruhi jenis pohon yang tumbuh, jumlah pohon, pola sebaran, dan komposisi pohon seiring berjalannya waktu. Pola sebaran

jenis dapat dipengaruhi oleh kondisi biofisik yang saling bergantung satu sama lain. Jika terjadi gangguan pada salah satu faktor biofisik, hal tersebut akan memengaruhi seluruh komunitas (Kuchler, 1967). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pola sebaran, potensi regenerasi alami jenis *S. wallichii*, dan faktor biofisik yang dapat mendukung pertumbuhannya di HPGW.

2. Metodologi

2.1. Lokasi Penelitian

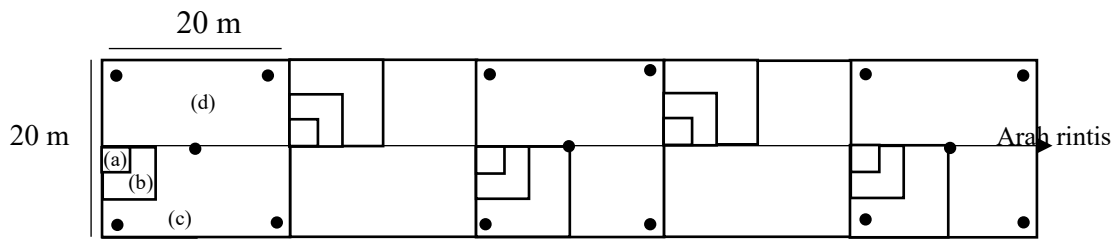
Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober-Desember 2024 dengan pengambilan data primer pada petak B6 (tegakan murni) dan petak C11 (tegakan campuran) di HPGW, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Tegakan murni merupakan tegakan yang awalnya ditanami dengan 1 jenis pohon, yaitu *S. wallichii*, sedangkan tegakan campuran merupakan tegakan yang awalnya ditanami dengan berbagai jenis pohon termasuk *S. wallichii*.

2.2. Metode

2.2.1. Prosedur Kerja

2.2.1.1. Pembuatan Petak Contoh Penelitian

Metode pengumpulan data dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Petak kerja yang digunakan, yaitu tegakan murni *S. wallichii* pada petak B6 dan tegakan campuran *S. wallichii* pada petak C11. Pengamatan data lapangan dilakukan dengan analisis vegetasi melalui pembuatan petak contoh berupa transek. Petak contoh dibuat dengan ukuran 20 m x 100 m sebanyak 2 jalur pada masing-masing petak kerja. Pada petak contoh dibagi menjadi 5 sub petak berukuran 20 m x 20 m, sehingga luas total petak contoh di masing-masing petak kerja yaitu 0,40 ha. Desain petak contoh yang digunakan tersaji pada Gambar 1.



Keterangan (*Remarks*): (a) 2 m x 2 m untuk semai, (b) 5 m x 5 m untuk pancang, (c) 10 m x 10 m untuk tiang, (d) 20 m x 20 m untuk pohon, pengambilan data biofisik ((a) 2 m x 2 m for seedlings, (b) 5 m x 5 m for stakes, (c) 10 m x 10 m for poles, (d) 20 m x 20 m for trees, biophysical data collection)

Gambar (*Fig.*) 1. Desain petak contoh penelitian (*Sample plot design of the study*)

2.2.1.2. Analisis Vegetasi

Pengambilan data vegetasi tingkat semai dan pancang hanya berupa nama jenis dan jumlah individu, sedangkan tingkat tiang dan pohon diambil data berupa nama jenis, diameter, tinggi total, dan tinggi bebas cabang.

2.2.1.3. Pengambilan Data Biofisik

Data biofisik diukur di sekitar tempat tumbuh *S. wallichii* meliputi suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelerengan, elevasi, kerapatan tajuk, ketebalan serasah, dan residu bahan organik. Data tersebut diambil pada kedua petak kerja, dimana pada setiap petak contoh dilakukan pada 3 sub petak berukuran 20 m x 20 m dengan 5 kali ulangan (Gambar 1).

2.2.2. Analisis Data

2.2.2.1. Indeks Nilai Penting (INP)

INP digunakan untuk menganalisis dominansi (penguasaan) suatu jenis dalam komunitas tertentu. Rumus matematis perhitungan INP menurut Misra (1980) yaitu:

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{jumlah individu suatu jenis (ind)}}{\text{luas petak contoh (ha)}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{kerapatan suatu jenis } \left(\frac{\text{ind}}{\text{ha}}\right)}{\text{kerapatan total seluruh jenis } \left(\frac{\text{ind}}{\text{ha}}\right)} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{\text{frekuensi suatu jenis}}{\text{frekuensi total seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{jumlah bidang dasar suatu jenis (m}^2\text{)}}{\text{jumlah seluruh plot (ha)}}$$

$$\text{Dominansi Relatif (DR)} = \frac{\text{dominansi suatu jenis (m}^2\text{/ha)}}{\text{dominansi total seluruh jenis (m}^2\text{/ha)}} \times 100\%$$

Untuk tingkat semai dan pancang, nilai INP (%) = KR + FR

Untuk tingkat tiang dan pohon, nilai INP (%) = KR + FR + DR

2.2.2.2. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Analisis indeks keanekaragaman jenis (H') dihitung menggunakan rumus keanekaragaman jenis Shanon-Wiener (Magurran, 1988). Nilai H' dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right) \ln \left(\frac{n_i}{N}\right),$$

Dimana:

n_i = Nilai kerapatan jenis ke- i

N = Total kerapatan

Analisis indeks keanekaragaman jenis, jika nilai $H' < 2$ berkategori rendah, nilai $2 < H' < 3$ kategori sedang, dan nilai $H' > 3$ kategori tinggi (Magurran, 1988).

2.2.2.3. Indeks Kekayaan Jenis (R_1)

Indeks kekayaan jenis (R_1) menunjukkan besarnya kekayaan jenis pada suatu komunitas. Nilai R_1 dapat

dihitung dengan rumus berikut:

$$R_1 = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

Dimana:

S = Jumlah jenis

N = Jumlah total individu

Berdasarkan Magurran (1998) nilai $R_1 < 3,5$ menunjukkan kekayaan jenis tergolong rendah, $3,5 < R_1 < 5,0$ tergolong sedang dan $R_1 > 5,0$ tergolong tinggi.

2.2.2.4. Indeks Dominansi Jenis (C)

Indeks dominansi jenis (C) menunjukkan penguasaan suatu jenis pada suatu areal dengan rumus sistematis dari Simpsons (Misra, 1980). Nilai C dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Dimana:

n_i = Nilai kerapatan jenis ke-i

N = Total kerapatan

Nilai indeks dominansi jenis berkisar antara $0 \leq C \leq 1$. Jika nilai $0,75 \leq C \leq 1$ maka dominansi tergolong tinggi, nilai $0,5 \leq C \leq 0,75$ tergolong sedang, nilai $0 \leq C \leq 0,5$ maka dominansi tergolong rendah (Misra, 1980).

2.2.2.5. Indeks Kemerataan Jenis (E)

Indeks kemerataan jenis (E) menunjukkan tingkat kemerataan individu per jenis. Nilai E semakin mendekati 1, maka nilai kemerataannya tinggi (Magurran, 1988). Nilai E dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dimana:

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = Jumlah seluruh jenis

Analisis indeks kemerataan jenis, jika nilai nilai $E < 0,3$ kategori rendah, nilai $0,3 < E < 0,6$ kategori sedang, dan nilai $E > 0,6$ kategori tinggi (Magurran, 1988).

2.2.2.6. Indeks Penyebaran Jenis (Iδ)

Pola penyebaran suatu jenis tumbuhan dapat diketahui dengan Indeks Morisita (Iδ) yang terstandar (Krebs, 1998). Indeks tersebut dihitung dengan persamaan:

$$I\delta = n \times \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Dimana:

n = Jumlah plot pengamatan

x = Total individu yang ditemukan pada setiap plot

$$Uniform\ Indeks = Mu = \frac{x^2_{0,975} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

$$Clumped\ Indeks = Mc = \frac{x^2_{0,0252} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

Dimana:

$x^2_{0,975}$ = Nilai *chi-square* derajat bebas n-1 dan selang kepercayaan 97,5 %

$x^2_{0,0252}$ = Indeks nilai *chi-square* derajat bebas n-1 selang kepercayaan 2,5 %

$\sum x_i$ = Jumlah organisme dalam kuadrat i (i = 1,...n)

n = Jumlah kuadrat

Berdasarkan hasil indeks Mc atau Mu di atas, maka indeks Morisita standar (Ip) dihitung berdasarkan salah satu dari empat persamaan berikut ini:

$$1. \text{ Jika } I\delta \geq Mc > 1 : Ip = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I\delta - Mc}{n - Mc} \right)$$

$$2. \text{ Jika } Mc > I\delta \geq 1 : Ip = 0,5 \left(\frac{I\delta - 1}{Mc - 1} \right)$$

$$3. \text{ Jika } 1 > I\delta \geq Mu : Ip = -0,5 \left(\frac{I\delta - 1}{Mu - 1} \right)$$

4. Jika $1 > \mu \geq I\delta$: $I_p = -0,5 + 0,5 \left(\frac{I\delta - \mu}{\mu} \right)$

Indeks Morisita yang distandarkan (I_p) ini berkisar antara -1 hingga 1. Jika $I_p = 0$ maka pola penyebaran acak, $I_p < 0$ pola penyebaran seragam dan $I_p > 0$ pola penyebaran mengelompok.

2.2.2.7. Asosiasi Interspesifik

Tabel Kontingensi 2 x 2 digunakan dalam analisis asosiasi antara jenis *S. wallichii* dengan jenis-jenis dominan (INP > 10%) (Kurniawan et al., 2008). Nilai b dan d yang terdapat pada Tabel Kontingensi 2 x 2 diberi bobot 1 untuk menghindari situasi yang tidak dapat dihitung ketika penyebutnya 0 dan frekuensi kemunculan spesies tertentu adalah 100% (Tabel 1).

Adanya asosiasi antar jenisnya dapat diketahui dengan menghitung nilai *chi-square* (X^2). Nilai X^2_{hitung} dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X^2_{hitung} = \frac{N(ad-bc)^2}{m \times n \times r \times s}$$

Nilai X^2_{hitung} yang didapat kemudian dibandingkan dengan nilai *chi-square* tabel dengan derajat bebas satu pada taraf uji 5% (3,84). Bila nilai $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$, maka terjadi asosiasi, sedangkan $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ tidak terjadi asosiasi (Ludwig & Reynold, 1988).

Tipe interaksi ditentukan dengan menggunakan nilai $E(a)$ dengan

perhitungan matematis sebagai berikut:

$$E(a) = \frac{r \times m}{N}$$

Jika nilai $a > E(a)$, maka terdapat asosiasi positif, adapun jika $a < E(a)$, maka terdapat asosiasi negatif. Kekuatan asosiasi ini dihitung menggunakan indeks Ochiai. Indeks asosiasi dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Indeks Ochiai (IO)} = \frac{a}{\sqrt{m} \times \sqrt{r}}$$

Nilai IO berkisar 0 hingga 1, apabila nilai IO semakin mendekati nilai 1, maka hubungan asosiasi jenis semakin kuat, sedangkan jika nilai IO mendekati 0, maka hubungan asosiasi jenis semakin lemah bahkan tidak ada hubungan antara kedua jenis (Ludwig & Reynolds, 1988).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Komposisi Jenis

Komposisi jenis dapat ditunjukkan oleh hasil pengukuran kerapatan pada setiap tingkat pertumbuhan pohon. Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase kerapatan *S. wallichii* di setiap tingkat pertumbuhan pada petak tegakan murni memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan petak tegakan campuran, kecuali pada tingkat pertumbuhan tiang.

Tabel (Table) 1. Tabel kontingensi 2x2 (2x2 Contingency table)

		Spesies B (<i>Species B</i>)		
		Ada (<i>Present</i>)	Tidak ada (<i>Absent</i>)	Jumlah (<i>Amount</i>)
Spesies A (<i>Species A</i>)	Ada (<i>Present</i>)	A	B	r=a+b
	Tidak ada (<i>Absent</i>)	C	D	s=c+d
Jumlah (<i>Amount</i>)		m=a+c	n=b+d	N=a+b+c+d

Keterangan (*Remarks*): a = jumlah plot ditemukannya kedua spesies (A & B) (*the number of plots where both species occur (A & B)*), b= jumlah plot ditemukannya spesies A (*the number of plots where species A occurs*), c= jumlah plot ditemukannya spesies B (*the number of plots where species B occurs*), d= jumlah plot yang tidak ditemukan jenis A maupun B (*the number of plots where neither A nor B are found*), N= jumlah plot (*the total number of plots*)

Tabel (Table) 2. Kerapatan *S. wallichii* dan non *S. wallichii* di setiap tingkat pertumbuhan (*Density of S. wallichii and non S. wallichii at each growth level*)

Tingkat pertumbuhan (Growth level)	Kerapatan (Density)					
	Tegakan murni (Pure stand)			Tegakan campuran (Mixed stand)		
	<i>S. wallichii</i> (ind/ha)	Non <i>S. wallichii</i> (ind/ha)	% <i>S. wallichii</i>	<i>S. wallichii</i> (ind/ha)	Non <i>S. wallichii</i> (ind/ha)	% <i>S. wallichii</i>
Semai	22.750	33.000	40,81	250	3.5250	0,70
Pancang	2.400	2.640	47,62	1.760	2840	38,26
Tiang	100	40	71,43	10	-	100
Pohon	272,50	-	100	170	195	46,58

Keterangan (Remarks): (-) = Tidak ditemukan (*not found*)

Dominasi suatu jenis dapat diketahui melalui perhitungan Indeks Nilai Penting (INP). Tabel 3 menunjukkan bahwa jenis *S. wallichii* di

kedua petak penelitian termasuk ke dalam jenis yang dominan, namun pada tingkat semai pada tegakan campuran jenis *S. wallichii* tidak mendominasi.

Tabel (Table) 3. Rekapitulasi INP pada kedua petak penelitian (*Recapitulation of INP in the two research plots*)

Tingkat pertumbuhan (Growth level)	No.	Tegakan murni (Pure stand)		Tegakan campuran (Mixed stand)	
		Nama ilmiah (<i>Scientific name</i>)	INP (%)	Nama jenis	INP (%)
Semai	1	<i>Schima wallichii</i>	65,13	<i>Psychotria asiatica</i>	40,17
	2	<i>Maesopsis eminii</i>	31,91	<i>Bellucia pentamera</i>	38,24
	3	<i>Psychotria asiatica</i>	26,97	<i>Maesopsis eminii</i>	34,01
	4	<i>Dillenia suffruticosa</i>	24,74	<i>Coffea robusta</i>	22,38
	5	<i>Arthrophyllum diversifolium</i>	19,33	<i>Leea indica</i>	17,79
	6	<i>Coffea robusta</i>	14,82	<i>Dillenia pentagyna</i>	12,52
	7	<i>Leea indica</i>	10,80	<i>Dendrocnide stimulans</i>	12,34
	8	<i>Bellucia axinanthera</i>	6,30	<i>Eupatorium triplinerve</i>	7,22
	9	-	-	<i>Actinodaphne procera</i>	5,82
	10	-	-	<i>Agathis loranthifolia</i>	5,11
	11	-	-	<i>Schima wallichii</i>	4,41
Pancang	1	<i>Schima wallichii</i>	84,66	<i>Schima wallichii</i>	65,53
	2	<i>Psychotria asiatica</i>	36,24	<i>Bellucia pentamera</i>	60,76
	3	<i>Bellucia pentamera</i>	24,34	<i>Leea indica</i>	41,19
	4	<i>Dillenia suffruticosa</i>	22,22	<i>Coffea robusta</i>	13,89
	5	<i>Coffea robusta</i>	17,46	<i>Dendrocnide stimulans</i>	7,80
	6	<i>Arthrophyllum diversifolium</i>	9,79	<i>Dillenia pentagyna</i>	6,93
	7	<i>Leea indica</i>	5,29	<i>Psychotria asiatica</i>	3,90
Tiang	1	<i>Schima wallichii</i>	202,97	<i>Schima wallichii</i>	300
	2	<i>Swietenia macrophylla</i>	69,96	-	-
	3	<i>Psychotria asiatica</i>	27,07	-	-
Pohon	1	<i>Schima wallichii</i>	300	<i>Schima wallichii</i>	124,77
	2	-	-	<i>Pinus merkusii</i>	113,25
	3	-	-	<i>Agathis loranthifolia</i>	61,98

Keterangan (Remarks): (-) = Tidak ditemukan (*not found*)

Tingkat keanekaragaman jenis dapat diketahui berdasarkan indeks dominansi, indeks keanekaragaman, indeks kekayaan, dan indeks pemerataan jenis. Nilai indeks-indeks tersebut dari kedua petak penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

3.1.2. Struktur Tegakan *S. wallichii* dan Non *S. wallichii*

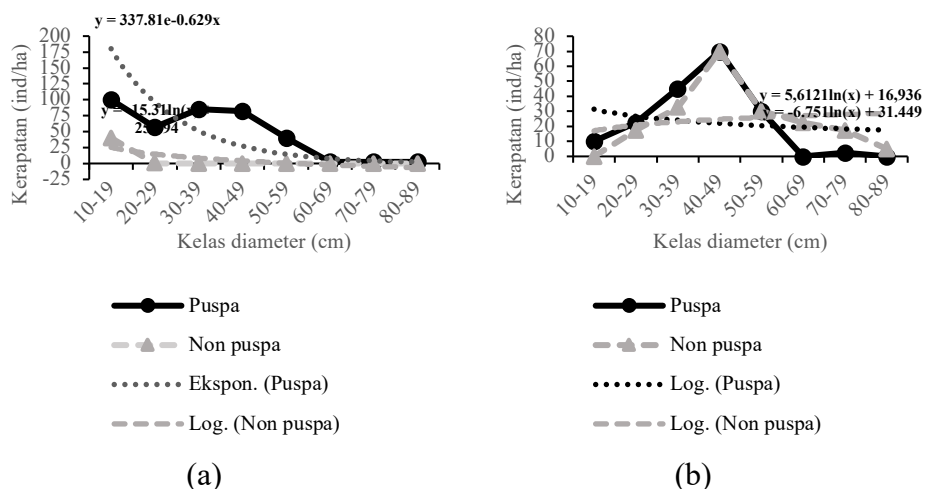
Struktur suatu tegakan dapat dilihat

secara vertikal maupun horizontal. Struktur horizontal dapat dibentuk oleh hubungan antara kerapatan dengan sebaran kelas diameter. Petak tegakan murni menggambarkan struktur tegakan *S. wallichii* berbentuk kurva “J” terbalik dengan nilai eksponensial negatif, sedangkan petak tegakan campuran menunjukkan bahwa kurva berbentuk lonceng dengan nilai logaritma negatif (Gambar 2).

Tabel (Table) 4. Nilai indeks keanekaragaman, kekayaan, dominansi, dan pemerataan seluruh jenis tumbuhan di kedua petak penelitian (*Index values of diversity, richness, dominance and evenness of all plant species in the two research plots*)

No.	Tingkat pertumbuhan (Growth level)	Tegakan murni (<i>Pure stand</i>)				Tegakan campuran (<i>Mixed stand</i>)			
		H'	E	R ₁	C	H'	E	R ₁	C
1	Semai	1,71 (R)	0,82 (T)	1,29 (R)	0,29 (R)	1,98 (R)	0,83 (T)	2,42 (R)	0,16 (R)
2	Pancang	1,48 (R)	0,76 (T)	1,24 (R)	0,30 (R)	1,36 (R)	0,70 (T)	1,26 (R)	0,31 (R)
3	Tiang	0,76 (R)	0,69 (T)	0,76 (R)	0,56 (S)	0 (R)	0 (R)	0 (R)	1 (T)
4	Pohon	0 (R)	0 (R)	0 (R)	1 (T)	1,03 (R)	0,93 (T)	0,40 (R)	0,38 (R)

Keterangan (*Remaks*): H'= indeks keanekaragaman jenis (*Species diversity index*), E= indeks pemerataan jenis (*Species evenness index*), R₁= indeks kekayaan jenis (*Species riches index*), C= indeks dominansi jenis (*Species dominance index*), R= rendah (*Low*), S= sedang (*Medium*), T= tinggi (*High*)



Gambar (Fig.) 2. Kerapatan individu berdasarkan kelas diameter (*Individual density by diameter class*). (a) petak tegakan murni (*pure stand plot*), (b) petak tegakan campuran (*mixed stand plot*)

Struktur tegakan vertikal dapat dilihat dari hubungan antara kelas tinggi dengan kerapatan individu. Gambar 3a menunjukkan bahwa tegakan murni jenis *S. wallichii* memiliki dua stratum yaitu B dan C, sedangkan jenis non *S. wallichii* hanya ada pada stratum C. Gambar 3b menunjukkan bahwa tegakan campuran jenis *S. wallichii* memiliki tiga stratum, yaitu A, B, dan C, sedangkan jenis non *S. wallichii* memiliki dua stratum, yaitu B dan C.

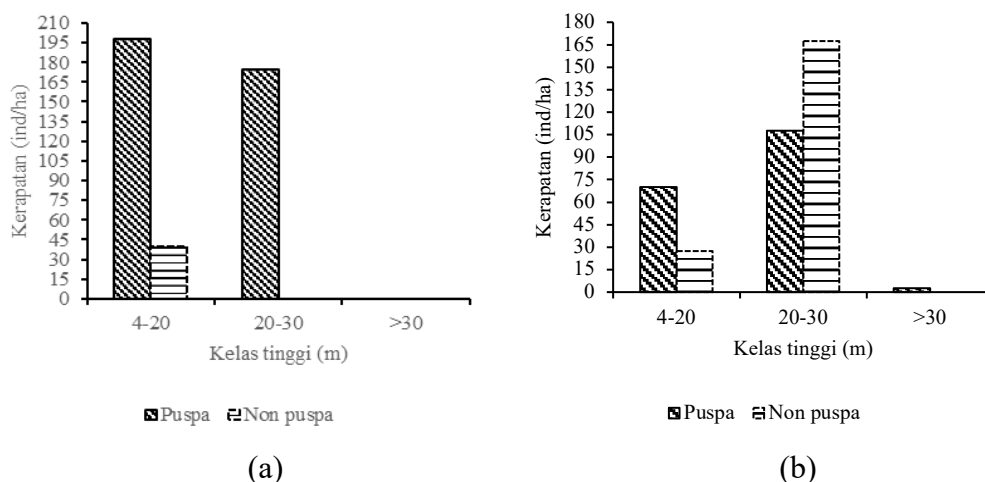
3.1.3. Pola Sebaran *S. wallichii*

Pola sebaran *S. wallichii* pada kedua petak penelitian diketahui melalui nilai indeks Morisita yang distandarkan (I_p). Tabel 5 menunjukkan pola sebaran *S. wallichii* pada kedua petak penelitian

memiliki nilai $I_p > 0$ maka pola sebaran *S. wallichii* termasuk mengelompok pada kedua petak penelitian.

3.1.4. Asosiasi *S. wallichii* dengan Jenis Dominan

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada petak tegakan murni terjadi adanya asosiasi negatif antara *S. wallichii* dengan 6 jenis dominan, yaitu: (a) *S. wallichii* dengan *P. asiatica*, (b) *S. wallichii* dengan *M. eminii*, (c) *S. wallichii* dengan *D. suffruticosa*, (d) *S. wallichii* dengan *A. diversifolium*, (e) *S. wallichii* dengan *B. pentamera*, dan (f) *S. wallichii* dengan *C. robusta*. Selain itu, terdapat 2 pasangan jenis yang tidak menunjukkan asosiasi dengan *S. wallichii*, yaitu jenis *S. macrophylla* dan *L. indica*.



Gambar (Fig.) 3. Kerapatan individu berdasarkan kelas tinggi (*Individual density by height class*). (a) petak tegakan murni (*pure stand plot*), (b) petak tegakan campuran (*mixed stand plot*)

Tabel (Table) 5. Pola persebaran jenis *S. wallichii* di kedua petak penelitian (*Distribution pattern of S. wallichii species in the two research plots*)

Petak (<i>Plot</i>)	Jenis (<i>Species</i>)	Indeks Morisita	Mu	Mc	I_p	Pola sebaran (<i>Distribution pattern</i>)
Tegakan murni (<i>Pure stand</i>)	<i>S. wallichii</i>	1,05	0,98	1,04	0,45	Mengelompok
Tegakan campuran (<i>Mixed stand</i>)	<i>S. wallichii</i>	1,49	0,94	1,09	0,65	Mengelompok

Keterangan (*Remarks*): Mu= *uniform indeks*, Mc= *clumped indeks*, I_p = standar indeks Morisita (*standard Morisita index*)

Petak tegakan campuran menunjukkan adanya asosiasi negatif *S. wallichii* dengan 8 jenis dominan, yaitu: (a) *S. wallichii* dengan *B. pentamera*, (b) *S. wallichii* dengan *L. indica*, (c) *S. wallichii* dengan *P. asiatica*, (d) *S. wallichii* dengan *M. eminii*, (e) *S. wallichii* dengan *D. stimulans*, (f) *S. wallichii* dengan *C. robusta*, (g) *S. wallichii* dengan *A. loranthifolia*, dan (h) *S. wallichii* dengan *P. merkusii*. Jenis yang tidak memiliki asosiasi dengan *S.*

wallichii di petak tegakan campuran yaitu *A. procera*, *D. pentagyna*, dan *E. triplinerve*. Hasil perhitungan Indeks Ochiai (IO) menunjukkan pasangan jenis rata-rata memiliki nilai IO mendekati 0.

3.1.5. Kondisi Biofisik

Kondisi biofisik merupakan suatu keadaan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil pengukuran kondisi biofisik di petak penelitian disajikan pada Tabel 7.

Tabel (Table) 6. Hasil perhitungan asosiasi antara *S. wallichii* dengan jenis-jenis dominan (Results of association calculations between *S. wallichii* and dominant species)

Nama ilmiah (Scientific name)	X ² Hitung (X ² Cou nt)	A	E(a)	Asosiasi (Association) alfa=5%	Tipe asosiasi (Association type)	IO
Tegakan murni (Pure stand)						
<i>S. macrophylla</i>	3,07	2	3,20	TD	-	0,38
<i>P. asiatica</i>	5,06	9	11,79	D	Negatif	0,49
<i>M. eminii</i>	4,74	7	9,52	D	Negatif	0,45
<i>D. suffruticosa</i>	4,30	5	7,14	D	Negatif	0,41
<i>A. diversifolium</i>	4,00	4	5,89	D	Negatif	0,38
<i>B. pentamera</i>	4,00	4	5,89	D	Negatif	0,38
<i>C. robusta</i>	4,54	6	8,35	D	Negatif	0,43
<i>L. indica</i>	3,07	2	3,20	TD	-	0,29
Tegakan campuran (Mixed stand)						
<i>B. pentamera</i>	5,06	9	11,79	D	Negatif	0,49
<i>L. indica</i>	5,06	9	11,79	D	Negatif	0,49
<i>P. asiatica</i>	4,91	8	10,67	D	Negatif	0,47
<i>M. eminii</i>	4,30	5	7,14	D	Negatif	0,41
<i>D. stimulans</i>	4,30	5	7,14	D	Negatif	0,41
<i>A. procera</i>	2,18	1	1,69	TD	-	0,21
<i>D. pentagyna</i>	3,07	2	3,20	TD	-	0,29
<i>C. robusta</i>	4,30	5	7,14	D	Negatif	0,41
<i>E. triplinerve</i>	2,18	1	1,69	TD	-	0,21
<i>A. loranthifolia</i>	4,54	6	8,35	D	Negatif	0,43
<i>P. merkusii</i>	5,19	10	12,90	D	Negatif	0,50

Keterangan (Remarks) = TD: tidak ditemukan (*not found*), D: ditemukan (*found*), a = frekuensi ditemukan kedua jenis dalam unit contoh (*frequency of both species found in the sample unit*), E(a) = harapan terjadi pasangan jenis bersama (*expectation of co-partnering*), dan IO = Indeks Ochiai (*Ochiai index*).

Tabel (Table) 7. Kondisi fisik pada masing-masing petak penelitian (*Physical conditions in each research plot*)

Petak (<i>Plot</i>)	Suhu (<i>Temperature</i>) (°C)	Kelempapan (<i>Humidity</i>) (%)	Intensitas cahaya (<i>Light intensity</i>) (lux)	Kerapatan tajuk (<i>Crown density</i>) (%)	Kelerengan (<i>Slope</i>) (%)	Elevasi (<i>Altitude</i>) (mdpl)
Tegakan murni (<i>Pure stand</i>)	27,06	81,50	66,79	72,80	45,8	553,35
Tegakan campuran (<i>Mixed stand</i>)	26,94	81,87	64,31	77,67	50,8	579,80

Kondisi tanah seperti ketebalan serasah dan residu bahan organik dapat mendukung pertumbuhan suatu jenis tegakan di hutan. Hasil pengukuran ketebalan serasah dan residu bahan organik di kedua petak penelitian tersaji pada Tabel 8.

3.2. Pembahasan

3.2.1 Komposisi Jenis

Persentase kerapatan *S. wallichii* pada fase semai dan pancang di tegakan murni lebih tinggi dibandingkan di tegakan campuran. Menurut Waskitaningtyas et al. (2018), fase pertumbuhan kritis terjadi pada tingkat semai-pancang karena seiring bertambahnya umur tanaman kebutuhan energi meningkat, sehingga menyebabkan adanya persaingan. Hal ini tercermin dari tingginya kerapatan vegetasi non *S. wallichii* pada tingkat semai dan pancang yang diduga terdapat jenis tumbuhan invasif.

Kerapatan *S. wallichii* pada tingkat tiang di kedua petak penelitian tergolong rendah diduga karena *S. wallichii* dikenal sebagai jenis *slow growing*, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk

mencapai fase tiang dan dapat menyebabkan sedikitnya individu pada tingkat tersebut (Balami et al., 2023). Kerapatan tingkat tiang yang rendah juga diduga karena adanya persaingan tempat tumbuh akibat kondisi umur tegakan *S. wallichii* yang telah berumur sekitar 50-52 tahun. Pamoengkas & Erizilina (2019), menyatakan bahwa jumlah tiang yang cukup terbatas dapat disebabkan oleh keterbatasan ruang tumbuh dan ketertutupan tajuk akibat dominasi oleh pohon-pohon dewasa.

Persentase kerapatan *S. wallichii* pada tingkat pohon cukup tinggi di kedua petak, menunjukkan bahwa spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan setempat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hidayat et al. (2012), bahwa *S. wallichii* mulai menunjukkan adaptasi dan pertumbuhan yang baik pada fase tertentu hingga mencapai diameter batang 80 cm. *S. wallichii* juga merupakan tumbuhan semi toleran yang dapat tumbuh dengan optimal di bawah naungan pada fase anakan dan pada fase dewasa dapat tumbuh optimal tanpa naungan (Tang et al., 2020).

Tabel (Table) 8. Rata-rata ketebalan serasah dan bahan organik (*Average thickness of litter and organic matter*)

Petak (<i>Plot</i>)	Ketebalan serasah (<i>Litter thickness</i>) (cm)	Residu bahan organik (<i>Residual organic material</i>) (cm)
Tegakan murni (<i>Pure stand</i>)	5,1	2,4
Tegakan campuran (<i>Mixed stand</i>)	4,7	1,6

Indeks nilai penting pada tingkat pertumbuhan semai pada tegakan campuran *S. wallichii* tidak mendominasi. Jenis *P. asiatica*, *B. pentamera*, *M. eminii* diduga berpotensi menggantikan dominasi *S. wallichii*. Hal ini dikarenakan kedua jenis tersebut mendominasi di kedua petak penelitian. Jenis *P. asiatica* merupakan perdu dengan sifat toleran terhadap naungan yang memungkinkan untuk tumbuh di bawah tegakan (Huang et al., 2015), sedangkan anakan *M. eminii* dan *B. pentamera* merupakan jenis invasif yang toleran terhadap berbagai kondisi lingkungan (Sadili et al., 2023; Solfiyeni et al., 2023). INP pada tingkat pertumbuhan tiang dan pohon *S. wallichii* menjadi lebih dominan di kedua petak. Sumantra & Rita (2018) menyatakan bahwa, INP lebih tinggi menggambarkan keberadaan jenis tersebut semakin stabil atau berpeluang untuk mempertahankan pertumbuhan dan kelestarian jenisnya. Variasi nilai INP mencerminkan adanya pengaruh faktor lingkungan tempat tumbuh, seperti kelembapan, suhu, dan persaingan dengan jenis lain dalam memperoleh unsur hara, cahaya matahari, dan ruang tumbuh. Semua faktor tersebut berkontribusi terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman dan usia tanaman juga menjadi faktor yang memengaruhi besarnya nilai INP.

Nilai C pada petak tegakan murni tergolong tinggi pada tingkat pertumbuhan pohon, sedangkan pada tegakan campuran nilai C tergolong tinggi ditemukan pada tingkat pertumbuhan tiang. Menurut Gustiani (2015), jika nilai C mendekati 1 atau bernilai 1, dominasi dipusatkan pada satu atau sedikit jenis dan sebaliknya, jika terjadi dominasi pada beberapa jenis, maka nilai C akan bernilai rendah atau bahkan 0. Nilai H' pada kedua petak penelitian tergolong rendah, artinya tingkat keanekaragaman jenis mencerminkan tingkat kompleksitas komunitas yang rendah akibat minimnya interaksi antarspesies. Nilai E pada kedua petak penelitian tergolong tinggi,

sehingga dapat diartikan bahwa jenis-jenis di kedua petak tersebar secara merata. Nilai E rendah dijumpai pada tingkat pohon di petak tegakan murni dan tingkat tiang di tegakan campuran karena didominasi oleh *S. wallichii*. Menurut Nahlunnisa et al. (2016), suatu komunitas yang memiliki nilai pemerataan yang rendah karena terdapat jenis yang mempunyai jumlah individu yang tinggi atau dominan. Nilai R₁ di kedua petak penelitian tergolong rendah artinya, jumlah jenis yang ditemukan sangat sedikit.

3.2.2 Struktur Tegakan Tegakan *S. wallichii* dan Non *S. wallichii*

Struktur tegakan horizontal *S. wallichii* pada tegakan murni membentuk kurva huruf “J” terbalik yang menandakan struktur tegakan menyerupai hutan alam. Hal tersebut menunjukkan proses regenerasi *S. wallichii* pada tegakan murni berjalan dengan baik, diikuti dengan kerapatan jenis non *S. wallichii* yang lebih rendah dan hanya ditemukan pada kelas diameter 10-19 cm. Kurva “J” terbalik juga dapat menandakan proses suksesi sekunder berjalan dengan baik (Widiyanti & Kusmana, 2014). Struktur tegakan horizontal *S. wallichii* maupun non *S. wallichii* pada tegakan campuran membentuk kurva seperti lonceng. Hal tersebut umum dijumpai pada hutan seumur, dimana jumlah pohon tertinggi berada pada kelas diameter pertengahan dan menurun pada kelas diameter kecil maupun besar (Wahyudi, 2016). Petak tegakan campuran membutuhkan rentang waktu yang lebih lama dari perubahan struktur hutan tanaman ke struktur hutan alam. Hal tersebut diduga karena regenerasi alami terjadi lebih lambat pada petak tersebut.

Struktur tegakan vertikal pada kedua petak penelitian didominasi oleh stratum B dan C. Stratum B dan C sama-sama memiliki ciri tajuk yang kontinyu (rapat) dan batang pohon

biasanya banyak bercabang (Rahman et al., 2024). Hal tersebut menunjukkan kondisi petak tegakan murni mendukung proses regenerasi *S. wallichii* karena sifatnya yang semi toleran, sedangkan pada petak tegakan campuran regenerasi *S. wallichii* kurang optimal akibat persaingan dengan jenis lain dalam memperoleh cahaya, terutama dengan jenis intoleran. Hal tersebut tercermin dari adanya dominasi non *S. wallichii* pada kelas tinggi 20-30 m yang tergolong pada stratum B.

3.2.3 Pola Sebaran *S. wallichii*

Pola sebaran *S. wallichii* mengindikasikan bahwa individu-individu tersebut mengelompok di area dengan kondisi lingkungan yang mendukung kelangsungan hidupnya. Pola persebaran tumbuhan di alam umumnya bersifat mengelompok, karena proses reproduksi yang menghasilkan biji biasanya terjadi di sekitar pohon induknya. Alhamd & Polosakan (2011) menyatakan bahwa, *S. wallichii* termasuk tumbuhan yang dapat beregenerasi di bawah tajuknya sendiri, namun memiliki kemampuan yang rendah dalam menyebar dan mendominasi area baru. Pola sebaran mengelompok juga dapat meningkatkan persaingan didalam populasi untuk memperoleh unsur hara, ruang tumbuh, dan cahaya (Abdullah et al., 2023). Pola persebaran suatu jenis tumbuhan dipengaruhi oleh dua hal utama, yaitu faktor lingkungan dan faktor internal dari tumbuhan itu sendiri. Faktor lingkungan ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu faktor abiotik yang mencakup suhu, kelembapan, cahaya, kondisi tanah, dan faktor fisik lainnya, serta faktor biotik seperti aktivitas manusia, keberadaan hewan, dan mikroorganisme (Jayadi, 2015).

3.2.4 Asosiasi *S. wallichii* dengan Jenis Dominan

Asosiasi bersifat negatif artinya pasangan-pasangan tersebut cenderung

tidak hidup berdampingan dalam ruang yang sama, menunjukkan tidak adanya hubungan timbal balik yang saling menguntungkan (Istomo & Ghifary, 2021). Tidak ditemukannya asosiasi antara jenis dapat disebabkan karena jenis-jenis tersebut tidak ditemukan pada setiap sub petak pada masing-masing petak contoh. Menurut Solikin (2015), kehadiran berbagai jenis tumbuhan dalam suatu komunitas menimbulkan persaingan antar individu dalam satu spesies maupun antar spesies yang berbeda akhirnya membentuk struktur komunitas dengan komposisi dan tingkat dominansi yang beragam. Hasil perhitungan nilai IO mengindikasikan bahwa sebagian besar jenis *S. wallichii* di kedua petak cenderung tidak mampu hidup berdampingan dalam ruang yang sama dengan jenis lain, serta tidak membentuk hubungan yang saling menguntungkan dengan jenis disekitarnya.

3.2.5 Kesesuaian Kondisi Biofisik

S. wallichii di kedua petak penelitian tumbuh di lereng 45,8% dan 50,8%. Menurut Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial Nomor P.3/V-SET/2013, lereng > 40% tergolong sangat curam. Menurut hasil penelitian Purnama et al., (2016), pertumbuhan *S. wallichii* lebih optimal pada lahan datar dengan memperoleh diameter rata-rata dan volume tinggi total lebih besar dibandingkan dengan lahan agak curam. Lereng curam cenderung mengalami erosi yang berkelanjutan, sehingga menyebabkan tanah menjadi dangkal, miskin bahan organik, porositas tanah rendah, dan kepadatan tanah tinggi, berbeda dengan tanah datar yang lebih subur dan memiliki cadangan air tanah lebih dalam. Percikan air pada tanah datar menyebar ke segala arah, sementara pada lereng miring partikel tanah terbawa ke bawah mengikuti arah kemiringan. Hal tersebut yang dapat mempengaruhi

ketersediaan air bagi pertumbuhan tanaman (Purnama et al., 2016).

Hasil pengukuran elevasi pada kedua petak penelitian tergolong sesuai dengan karakteristik tempat tumbuh *S. wallichii*. Menurut Aprianti (2013), tegakan *S. wallichii* umum dijumpai di hutan-hutan sekunder dan wilayah yang terganggu, bahkan juga di padang ilalang dengan ketinggian 5-3.900 mdpl. Ketinggian letak suatu daerah dari atas permukaan laut secara tidak langsung akan mempengaruhi iklim mikro daerah tersebut. Variasi ketinggian suatu wilayah memengaruhi distribusi cahaya yang diterima. Semakin tinggi lokasi, intensitas cahaya yang mencapai permukaan cenderung berkurang, sehingga berdampak pada penurunan suhu udara dan tanah serta peningkatan kelembapan udara (Istiawan & Kastono, 2019).

Kerapatan tajuk rata-rata pada kedua petak penelitian > 70% yang tergolong rapat (Indriyanto, 2008). Hutan yang rapat menyebabkan pertumbuhan pohon melambat akibat tingginya persaingan untuk mendapatkan cahaya matahari, air, dan unsur hara (Putra et al., 2024). Kerapatan tajuk tergolong rapat memungkinkan terjadinya pengurangan intensitas cahaya matahari. Intensitas cahaya rata-rata pada kedua petak tergolong cukup rendah. Menurut hasil penelitian Nursanti et al. (2021), volume tegakan *S. wallichii* terkecil memiliki intensitas cahaya terendah 112,25 lux, sedangkan volume tegakan terbesar dengan intensitas cahaya 2156,25 lux. Hal ini mengindikasikan bahwa *S. wallichii* di lokasi penelitian memerlukan intensitas cahaya matahari yang relatif tinggi untuk mendukung proses fisiologisnya agar tumbuh dan berkembang secara optimal. Intensitas cahaya yang rendah akan menyebabkan kelembapan udara meningkat dan suhu menurun (Setiawati & Syamsi, 2019).

Ketebalan serasah dan residu bahan organik pada kedua petak

penelitian dapat diduga dipengaruhi oleh kondisi kedua petak penelitian yang memiliki kelerengan yang sangat curam. Drupadi et al. (2021) menyatakan bahwa kemiringan suatu lokasi dapat mempengaruhi kadar serasah, semakin curam lereng maka ketersediaan bahan organik semakin rendah. Serasah yang tebal membantu mempertahankan kelembapan tanah dan mendorong aktivitas organisme tanah, sehingga menyediakan unsur hara melimpah untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Wibowo & Alby, 2020).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Pola penyebaran *S. wallichii* di petak tegakan murni maupun campuran, yaitu mengelompok. Potensi regenerasi *S. wallichii* lebih tinggi pada petak tegakan murni dibandingkan pada petak tegakan campuran. Regenerasi tersebut berpotensi terhambat oleh berbagai tekanan akibat adanya dominasi jenis non *S. wallichii*. Kondisi biofisik yang sesuai dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan *S. wallichii* di Hutan Penelitian Gunung Walat.

4.2. Saran

Kawasan Hutan Penelitian Gunung Walat dapat menerapkan teknik silvikultur seperti *Assisted Natural Regeneration* (ANR) atau Permudaan Alam yang Dipercepat (PAD). Hal tersebut merupakan salah satu teknik untuk membantu mempercepat pertumbuhan anakan alam agar dapat tumbuh lebih baik menjadi pohon dewasa. Upaya tersebut dapat memberikan manfaat untuk menjaga keseimbangan ekosistem, mendukung pertumbuhan regenerasi alami, menciptakan ruang tumbuh, mencegah invasi spesies asing, serta memastikan keberlanjutan fungsi ekologis dan produktivitas hutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak pengelola Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi yang telah memberikan izin penelitian dan fasilitas selama di lapang.

Daftar Pustaka

- Abdullah, S., Tolangara, A.R., & Ahmad, H. (2023). Studi jenis dan pola sebaran tumbuhan lamun di Perairan Desa Teluk Buli Kecamatan Maba. *Jurnal Bioedukasi*, 6(1), 197-204.
- Alhamd, L., & Polosakan, R. (2011). Komposisi jenis dan struktur vegetasi di Hutan Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak Sukabumi. *Berkas Penelitian Hayati Edisi Khusus*, 5(A), 1-4.
- Almadani, A.R., & Hermawan, W.G. (2023). Fenologi perkembangan diameter dan ketinggian batang tumbuhan puspa (*Schima wallichii* DC. Korth) di Wilayah Resort Wonolelo, Taman Nasional Gunung Merbabu. *Nusantara Hasana Jurnal*, 2(12), 152-157.
- Aprianti, F. 2013. Teknik pemanfaatan anakan alam puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth.) di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi (skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Balami, S., Vasutova, M., Chaudhary, V.K., & Cudlín, P. (2023). How do root fungi of *Alnus nepalensis* and *Schima wallichii* recover during succession of abandoned land. *Mycorrhiza*, 33(5), 321-332.
- Drupadi, T.A., Ariyanto, D.P., & Sudadi, S. (2021). Pendugaan kadar biomassa dan karbon tersimpan pada berbagai kemiringan dan tutupan lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS. *Agrikultura*, 32(2), 112-119.
- Fiulaizi, A., Sujarwoto, S., & Sentanu, I.G. (2021). Implementasi kebijakan hutan pendidikan (studi pada Dusun Sumbersari, Desa Tawangargo, Malang). *Jurnal Adiministrasi Publik*, 7(1), 82-94.
- Gustiani, A. (2015). Pola penyebaran jenis kapasan kuning (*Thespesia lampas* Dalz and Gibs) di Savana Bekol Taman Nasional Baluran (skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hidayat, S., Rahayu, S., & Ningtyas, K. (2012). Analisa vegetasi tempat tumbuh *Hoya purpureofusca* hook. f. di Resort Selabintana, Taman Nasional Gunung Gede-Pangrango. *Berita Biologi*, 11(1), 103-110.
- Huang, W., Zhang, S.B., Zhang, J.L., & Hu, H. (2015). Photoinhibition of photosystem I under high light in the shade-established tropical tree species *Psychotria rubra*. *Frontiers in plant science*, 6, 801.
- Indriyanto. (2008). Pengantar Budidaya Hutan. *Bumi Aksara*. Jakarta.
- Istiawan, N.D., & Kastono, D. (2019). Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap hasil dan kualitas minyak cengkik (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetalika*, 8(1), 27-41.
- Istomo, I., & Ghifary, S. (2021). Asosiasi bakau (*Rhizophora apiculata* Blume.) dengan jenis-jenis mangrove lainnya di Pantai Bama Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Journal of Tropical Silviculture*, 12(3), 135-143.
- Jayadi, E.M. (2015). Ekologi tumbuhan. *CV. Sanabil*. Mataram.
- Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. (2013). *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor: P. 3/V-Set/2013 tentang Pedoman*

- Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai*. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Kosmaryandi, N. (2014). Keanekaragaman Hayati Hutan Pendidikan Gunung Walat. *Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Krebs, C.J. (1998). *Ecological Methodology* (Second Edition). Addison-Welsey Educational Publishers. New York.
- Kuchler, A.W. (1967). *Vegetation Mapping*. Ronald Press. New York.
- Kurniawan, A., Undaharta, N.K., & Pedit, I.M. (2008). Asosiasi jenis-jenis pohon dominan di Hutan Dataran Rendah Cagar Alam Tangkoko, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biodiversitas*, 9(3), 199-203.
- Ludwig, J.A., & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons. Singapura. <https://www.scribd.com/document/493959490/Ludwig-Reynolds-1988-Statistical-Ecology-A-Primer-on-Methods-and-Computing>
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. New Jersey.
- Misra, K.C. (1980). *Manual of Plant Ecology* (second edition). Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi.
- Nahlunnisa, H., Zuhud, E.A., & Santosa, Y. (2016). Keanekaragaman spesies tumbuhan di areal nilai konservasi tinggi (nkt) perkebunan kelapa sawit provinsi riau. *Media Konservasi*, 21(1), 91-98.
- Nursanti, Ade, A.A., & Sai'in. (2021). Komponen faktor abiotik lingkungan tempat tumbuh puspupa (*Schima wallichii* DC. Korth) di Kawasan Hutan Adat Bulian Kabupaten Musirawas. *Jurnal Silva Tropika*, 5(2), 438-445.
- Pamoengkas, P., & Erizilina, E. (2019). Stand structure of unmanaged red meranti plantation (*Shorea Leprosula* Miq.) in Haurbentes Forest Research, Jasinga. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(1), 61-67.
- Priswanto, H., Noerwidi, S., Riyanto, S., & Nugroho, W.D. (2021). Identifikasi keanekaragaman vegetasi di situs liyangan: analisis sisa-sisa tanaman. *Tumotowa*, 4(2), 65-78.
- Purnama, H., Jumani, J., & Biantary, M.P. (2016). Inventarisasi distribusi tegakan puspupa (*Schima wallichii* Korth) pada berbagai tipe kelerengan di kebun raya UNMUL Samarinda (KRUS) Provinsi Kalimantan Timur. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 15(1), 55-64.
- Rahman, F.A., Arianto, T., Rizki, A.S., & Rizali, M. (2024). Profil komunitas Hutan Pendidikan Gunung Walat, Jawa Barat. *Bioindikator: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 1(1), 1-11.
- Sadili, A., Salamah, A., Mirmanto, E., & Kartawinata, K. (2023). Variation in the composition and structure of natural lowland forests at Bodogol, Gunung Gede Pangrango National Park, West Java, Indonesia. *Reinwardtia*, 22(1), 1-25.
- Solfiyeni, Rahmayani, H., & Gusmawarni, W. (2023). Vegetation analysis of sapling and understorey invaded by invasive alien species (IAS) *Bellucia pentamera* Naudin in Lembah Harau Sanctuary. *Jurnal Sains Natural*, 13(3), 115-125.
- Solikin. 2015. Komposisi Jenis-jenis tumbuhan pada dua komunitas

- tempat tumbuh *Stachytar phetajamaicensis* (L.) Vahl. di Desa Gajahrejo Kabupaten Pasuruan dan Desa Jeru Kabupaten Malang. *Bioeksperimen*, 1(2), 28-36.
- Sumantra, I.W., & Rita, R.R. (2018). Struktur dan komposisi vegetasi di Kawasan Hutan Rakyat Dusun Murpayung Desa Sigar Penjalin Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Silva Samalas*, 1(1), 54-60.
- Tang, C., Han, P., Li, S., Shen, L., Huang, D., Li, Y., Peng, M., Wang, C., Li, X., Li, W., & Wang, W. (2020). Species richness, forest types and regeneration of *Schima* in the subtropical forest ecosystem of Yunnan, southwestern China. *Forest Ecosystems*, 7, 1-19.
- Wahyudi. (2016). Kebangkitan Kehutanan Indonesia. *I Sana Press*. Bogor.
- Waskitaningtyas, E., Utami, S., & Wiryani, E. (2018). Regenerasi jamuju (*Dacrycarpus imbricatus* (Blume.) de Laub.) di Cagar Alam Gebugan, Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 1-5.
- Wibowo, C., & Alby, M.F. (2020). Keanekaragaman dan kelimpahan makrofauna tanah pada tiga tegakan berbeda di Hutan Pendidikan Gunung Walat. *Jurnal Silviculture Tropika*, 11(1), 25-31.
- Widiyanti, P., & Kusmana, C. (2014). Komposisi jenis dan struktur vegetasi pada Kawasan Karst Gunung Cibodas Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor. *Jurnal Silviculture Tropika*, 5(2), 69-79.

**Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Pohon Penghasil Obat:
Studi Kasus KHDTK Aek Nauli, Sumatera Utara**
*(Analysis of Vegetation Structure and Potential of Medicinal Trees:
Case Study of the Aek Nauli Forest Management Area, North Sumatra)*

**Yosie Syadza Kusuma^{1*}, Darwo², Dodo Ahmad Suhada³, Muhammad I.
Kaimuddin⁴, Tsamarah Nur Rahmah⁵, Vilda Puji Dini Anita⁶, Suparmo Sinaga³,
Mona Fhitri Srena¹, Hanifa Rahmah¹, Rizky Febriana Br Lubis¹, Ria Astuti¹,
dan/and Alfi Laila Zuhriansah¹**

¹Program Studi Kehutanan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia 23111

²Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi BRIN, Cibinong, Indonesia 16911

³BPSI LHK Aek Nauli, Simalungun, Sumatera Utara, Indonesia 21174

⁴Departemen Silvikultur Tropika, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia 16330

⁵Program Studi Agroteknologi, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat, Indonesia 23681

⁶Program Studi Rekayasa Kehutanan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan Indonesia 35365

*E-mail : yosiesyadza@usk.ac.id

Tanggal diterima: 28 September 2025; Tanggal disetujui: 7 Desember 2025; Tanggal direvisi: 24 Desember 2025

Abstract

KHDTK Aek Nauli, a designated special-purpose forest in Simalungun District, North Sumatra, Indonesia, serves critical functions in research, conservation, and sustainable forest product development. This study assessed tree species structure and medicinal potential to inform biodiversity conservation and evidence-based management. Nested plots were established across four growth levels: seedlings, saplings, poles, and trees, allowing for a comprehensive evaluation of forest composition and regeneration dynamics. Ecological metrics included the importance value index, Shannon-Wiener diversity, Margalef species richness, and Pielou's evenness. Among 31 recorded tree species, 15 were identified with medicinal properties, including antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory, antidiabetic, and anticancer activities. Dominant species shifted across growth level, with Litsea sp.1, Styrax benzoin, and Symplocos cochinchinensis in seedlings, and Pinus merkusii, Rhodolia teysmanii, and Quercus sp. in mature trees. Diversity indices revealed moderate species diversity (2.30-2.58), moderate-to-high richness (3.68-4.99), and high evenness (0.768-0.893). These results highlight KHDTK Aek Nauli as a reservoir of medicinal and ecological value, supporting potential bioprospecting, conservation, and sustainable forest management while maintaining ecosystem integrity.

Keywords: *Species diversity, KHDTK Aek Nauli, forest composition, medicinal plants*

Abstrak

Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Aek Nauli terletak di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, memiliki fungsi penting dalam penelitian, konservasi, dan pengembangan hasil hutan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi struktur tegakan jenis pohon dan potensi pohon penghasil obat untuk mendukung konservasi dan pengelolaan keanekaragaman hayati serta pengelolaan hutan. Petak pengamatan disusun

secara bersarang pada empat tahapan pertumbuhan, yakni semai, pancang, tiang, dan pohon untuk menilai secara menyeluruh dinamika, struktur, serta regenerasi hutan. Indeks ekologi yang digunakan, meliputi Indeks Nilai Penting, keanekaragaman Shannon–Wiener, kekayaan jenis Margalef, dan keseragaman Pielou. Dari 31 jenis pohon yang tercatat, 15 diantaranya memiliki potensi khasiat obat, termasuk antioksidan, antibakteri, antiradang, antidiabetes, dan antikanker, dengan jenis dominan yang bervariasi pada tiap tahap pertumbuhan, yaitu *Litsea* sp.1, *Styrax benzoin*, dan *Symplocos cochinchinensis* pada tingkat semai, serta *Pinus merkusii*, *Rhouldolia teysmanii*, dan *Quercus* sp. pada tingkat pohon. Indeks keanekaragaman menunjukkan tingkat keanekaragaman sedang (2,30-2,58), kekayaan jenis sedang hingga tinggi (3,68-4,99), dan keseragaman tinggi (0,768-0,893). Hasil ini menegaskan bahwa KHDTK Aek Nauli merupakan sumber daya penting dengan potensi ekologi dan keanekaragaman hayati berkhasiat obat, yang berpeluang mendukung bioprospeksi dan konservasi spesies serta pengelolaan hutan berkelanjutan.

Kata kunci: Keanekaragaman jenis, KHDTK Aek Nauli, komposisi hutan, tanaman obat

1. Pendahuluan

Hutan tropis Indonesia merupakan ekosistem dengan tingkat biodiversitas tertinggi di dunia dan berperan penting dalam menjaga stabilitas ekosistem nasional maupun global (Gunawan et al., 2024; Rahman et al., 2022). Ekosistem ini menyediakan berbagai jasa lingkungan, termasuk mitigasi bencana, pengaturan iklim, pengatur siklus air, penyimpanan karbon, penyediaan habitat bagi flora dan fauna, konservasi sumber daya genetik, ekowisata, dan pengembangan ilmu pengetahuan, termasuk penelitian di bidang farmakologi modern (Ameliyah et al., 2025; Hasyim et al., 2025; Indrajaya et al., 2022; Kurniawan et al., 2022; Maulana, 2024). Kehilangan hutan tropis di Indonesia akibat eksploitasi berlebihan, konversi lahan, degradasi habitat, deforestasi, dan kebakaran hutan serta lahan tidak hanya mengurangi tutupan hutan, tetapi juga menurunkan jasa ekosistem dan potensi sumber daya genetik yang mendukung kesehatan manusia serta ketahanan pangan masyarakat (Austin et al., 2019; Damiti

et al., 2025; Kadir et al., 2022; Widyati et al., 2022).

Struktur vegetasi pada suatu kawasan hutan merupakan aspek fundamental ekologi yang mencerminkan komposisi, distribusi, dan dominansi spesies pada berbagai tingkat pertumbuhan (Del Río et al., 2016; Gebeyehu et al., 2019). Struktur ini berperan penting dalam menentukan dinamika regenerasi, interaksi antarspesies, serta fungsi ekosistem seperti biomassa, penyimpanan karbon, produktivitas, ketahanan terhadap stres, suksesi, dan kondisi mikro tegakan (Ehbrecht et al., 2017; Jucker et al., 2020; Zhang et al., 2018). Dalam konteks pemanfaatan, struktur vegetasi juga menjadi dasar untuk memahami potensi sumber daya hutan, termasuk pohon obat yang memiliki nilai farmakologis maupun ekonomi.

KHDTK Aek Nauli berada di wilayah administratif Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara memiliki fungsi strategis dalam konservasi keanekaragaman hayati, penelitian ilmiah, pendidikan, pelatihan, serta pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya hutan, sebagaimana diatur dalam

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/5/2018 dengan luas ± 1.900 ha, kawasan ini didominasi oleh tegakan homogen *Pinus merkusii* dan tegakan campuran berbagai spesies pohon berdaun lebar, yang secara kolektif berkontribusi terhadap kompleksitas ekosistem serta stabilitas lingkungan di wilayah Danau Toba melalui pengendalian erosi dan perlindungan daerah tangkapan air (Ramadhani et al., 2025; Silalahi et al., 2021). Kawasan ini juga berperan sebagai habitat alami satwa dilindungi seperti Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) dan Beruang Madu (*Helarctos malayanus*), juga sebagai pusat konservasi satwa dilindungi, yaitu Gajah sumatra (*Elephas maximus sumatranus*) (Maskulino, 2020; Patana et al., 2021).

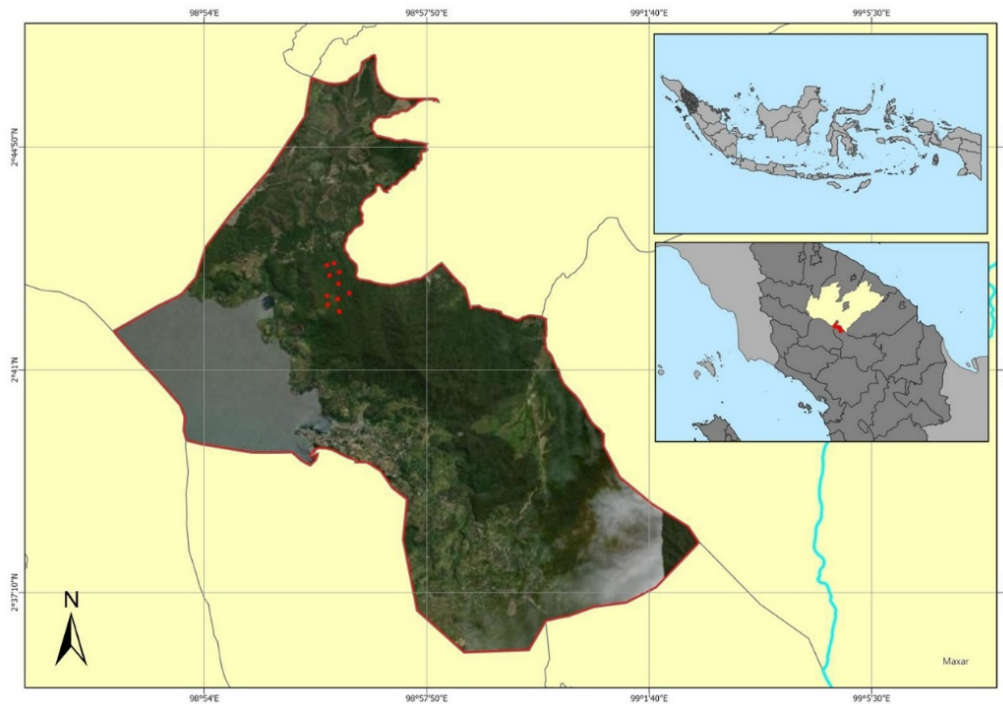
Selain fungsi ekologis, kawasan ini memiliki potensi ekonomi melalui pohon penghasil kayu konstruksi, Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), serta pohon obat bernilai komersial. Namun, tekanan antropogenik, seperti deforestasi, kebakaran hutan, dan gangguan manusia dapat menurunkan keanekaragaman hayati, mengubah struktur tegakan, dan menghambat regenerasi hutan. Untuk memahami kondisi ini secara akurat, penelitian dilakukan pada petak ukur permanen, yang memungkinkan pemantauan jangka panjang terhadap distribusi,

dominansi, kerapatan, dan dinamika regenerasi pohon. Data yang diperoleh dapat menjadi landasan penting bagi perencanaan konservasi, pemulihan vegetasi, dan pemanfaatan berkelanjutan sumber daya pohon obat, sekaligus membantu menghadapi tantangan, seperti dominansi spesies tertentu, fragmentasi habitat, serta rendahnya regenerasi spesies. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi struktur tegakan jenis pohon dan potensi pohon penghasil obat untuk mendukung konservasi dan pengelolaan keanekaragaman hayati serta pengelolaan hutan.

2. Metodologi

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara yang secara geografis berada pada rentang koordinat $2^{\circ}41'-2^{\circ}44'$ LU dan $98^{\circ}57'-98^{\circ}58'$ BT, dengan elevasi 1.100-1.750 mdpl (Gambar 1). Berdasarkan klasifikasi Schmidt-Fergusson, wilayah ini termasuk dalam tipe iklim A dengan curah hujan tahunan berkisar antara 2.199 sampai 2.452 mm (Kholibrina & Susilowati, 2018) dan memiliki jenis tanah regosol dan tanah podosol merah-kuning (Sihombing et al., 2022). Struktur hutan di KHDTK Aek Nauli terdiri atas hutan heterogen, yang didominasi oleh pinus, serta hutan campuran berupa hutan sekunder.



Keterangan (*Remark*): ● = Petak pengamatan (*Observation plots*)

Gambar (*Fig.*) 1. Lokasi lokasi penelitian di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (*The research location is at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra*)

2.2. Metode

2.2.1. Pengumpulan Data

Analisis vegetasi dilakukan pada bulan September 2024. Identifikasi komposisi dan struktur komunitas vegetasi dilakukan menggunakan sepuluh plot berukuran 20 m × 20 m. Plot ditempatkan secara acak dengan jarak antar plot ± 100 m untuk merepresentasikan variasi vegetasi di kawasan penelitian. Setiap plot disusun menggunakan metode plot bersarang (*nested plot*) untuk berbagai tingkat pertumbuhan. Sub-plot berukuran 2 m x 2 m digunakan untuk tingkat semai (tinggi $\leq 1,5$ m), 5 m x 5 m untuk tingkat pancang (tinggi $> 1,5$ m dengan diameter batang < 10 cm), 10 m x 10 m untuk tingkat tiang (diameter batang 10-20 cm), sedangkan plot utama berukuran 20 m x 20 m digunakan untuk tingkat pohon (diameter batang > 20 cm). Validasi spesies teridentifikasi mengacu pada

Plants of The World Online (<https://powo.science.kew.org/>) (Powo, 2025). Status konservasi vegetasi diidentifikasi melalui website CITES Checklist (<https://checklist.cites.org>) dan *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) Red List (<https://www.iucnredlist.org/>).

2.2.2. Analisis Data

Data lapangan dianalisis menggunakan sejumlah indeks ekologis untuk menilai struktur dan keragaman hutan, meliputi Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Keragaman Shannon-Wiener (H'), Indeks Morishita (IP), Indeks Kekayaan Margalef (R), serta Indeks Evenness (E) (Tabel 1). Sementara itu, informasi mengenai potensi pemanfaatan jenis tumbuhan dikumpulkan dari sumber sekunder, termasuk literatur ilmiah dan publikasi relevan.

Tabel (Table) 1. Rumus Indeks Nilai Penting (INP) dan keanekaragaman flora (Formula for the Importance Value Index (IVI) and diversity of flora)

No	Rumus (Formula)	Pengertian (Definition)
1	$KR = \frac{S}{\sum n} \times 100\%$	KR (kerapatan relatif spesies, %), yaitu perbandingan jumlah individu dari suatu spesies (S) terhadap jumlah total individu dari seluruh spesies ($\sum n$).
2	$FR = \frac{F_i}{\sum F_i} \times 100\%$	FR (frekuensi relatif spesies, %), menunjukkan rasio petak yang ditempati suatu spesies terhadap jumlah total petak. Dihitung dari perbandingan frekuensi suatu spesies (F_i) dengan jumlah total frekuensi seluruh spesies ($\sum F_i$).
3	$DR = \frac{Ba_i}{\sum Ba_i} \times 100\%$	DR (dominansi relatif, %) dihitung dari perbandingan luas bidang dasar suatu spesies (Ba_i) dengan total luas bidang dasar seluruh spesies ($\sum Ba_i$).
4	$INP_s = KR + FR$ $INP = KR + FR + DR$	INP_s (Indeks Nilai Penting tingkat semai dan pancang) dihitung dengan menjumlahkan KR dan FR, sedangkan Indeks Nilai Penting tingkat tiang dan pohon (INP) dihitung dengan menjumlahkan KR, FR, dan DR.
5	$H' = \sum_{i=1}^s \frac{S_i}{S} \ln\left(\frac{S_i}{N}\right)$	H' , Indeks Shannon-Wiener, dihitung berdasarkan jumlah spesies (S) dan jumlah total individu (N), digunakan untuk menilai keanekaragaman dengan kategori rendah ($H' < 1$), sedang ($1 \leq H' \leq 3$), dan tinggi ($H' > 3$)
6	$R = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$	R, Indeks kekayaan spesies Margalef, dihitung berdasarkan jumlah spesies (S) dan jumlah total individu (N), digunakan untuk menilai menunjukkan kekayaan spesies rendah ($R < 2,5$); kekayaan spesies sedang ($2,5 \leq R < 4$); dan kekayaan spesies tinggi ($R \geq 4$).
7	$E = \frac{H'}{\ln(S)}$	E, Indeks pemerataan Pielou, digunakan untuk membandingkan keanekaragaman (H') pada tiap tegakan, dengan nilai mendekati 1 berarti merata dan mendekati 0 menunjukkan dominasi spesies tertentu.

Sumber (Source): Indriyanto, 2025; Magurran, 2021

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Struktur Hutan

Analisis struktur vegetasi hutan pada KHDTK Aek Nauli ditemukan sebanyak 32 spesies dari 19 famili yang terdiri dari 20 spesies semai, 17 spesies pancang, 16 spesies tiang, dan 16 spesies pohon pada sub petak bersarang.

Distribusi spesies di berbagai tahap pertumbuhan mencerminkan regenerasi komunitas hutan yang menunjukkan pola dominansi yang berbeda. Jenis pohon yang ditemukan di seluruh tingkat pertumbuhan adalah *Adinandra dumosa*, *Syzygium* sp., *Quercus* spp., *Styrax benzoin*, *Litsea* sp., *Artocarpus teysmanii*, *Rhouldolia teysmanii*, dan *Schima wallichii* (Tabel 2).

Tabel (Table) 2. Daftar jenis pohon di KHDTK Aek Nauli, Sumatera Utara (List of tree species at KHDTK Aek Nauli, North Sumatra)

Famili dan spesies (Family and species)	Nama lokal (Local name)	Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)	Tiang (Pole)	Pohon (Trees)
Altingiaceae					
<i>Altingia excels</i> Noronha	Tulason	+	-	-	+
Aquifoliaceae					
<i>Ilex pleiobrachiata</i> Loes	Monis-monis	-	-	+	-

Tabel (Table) 2. Lanjutan (Continued)

Famili dan spesies (Family and species)	Nama lokal (Local name)	Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)	Tiang (Pole)	Pohon (Trees)
Euphorbiaceae					
<i>Macaranga</i> sp.	Makaranga	+	+	-	-
Fagaceae					
<i>Castanopsis argentea</i> (Blume) A.DC.	Turi-turi	-	-	-	+
<i>Quercus</i> spp.	Hoting	+	+	+	+
Hamamelidaceae					
<i>Exbucklandia populnea</i> (R.Br. ex Griff.) R.W.Br.	Hapas-hapas	+	-	+	+
<i>Rhouldia teysmanii</i> Hook.f.	Salagundi	+	+	+	+
Hypericaceae					
<i>Cratoxylum arborescens</i> (Vahl) Blume	Dori	-	+	-	+
Juglandaceae					
<i>Engelhardia roxburghiana</i> Lindl.	Tuba	+	-	-	+
Lauraceae					
<i>Litsea</i> sp.1	Medang	+	+	+	+
<i>Litsea</i> sp.2	Medang landit	+	+	-	-
<i>Litsea sumatrana</i> Kosterm	Medang kertas	+	-	-	-
Magnoliaceae					
<i>Talauma rubra</i> Miq.	Horbo-horbo	-	-	-	+
Melastomataceae					
<i>Memecylon garcinioides</i> Blume	Mundol	-	+	-	-
<i>Pternandra coerulescens</i> Jack.	Pitu arus	+	+	-	-
Moraceae					
<i>Artocarpus lanceifolius</i> Roxb.	Simarnaka-naka	+	-	-	-
<i>Artocarpus teysmannii</i> Miq.	Nangka-nangka	+	-	+	-
<i>Streblus</i> sp.	Tatahondung		+	+	+
Myrtaceae					
<i>Decaspermum fruticosum</i> JR. Forst.	Tungir-tungir	+	+	-	-
<i>Eugenia fastigiata</i> JR. Forst.					
<i>Syzygium</i> sp.1	Jambu-jambu	+	-	-	-
<i>Syzygium</i> sp.2	Haundolok Hau bawah	+	+	+	+
Phyllanthaceae					
<i>Baccaurea dulcis</i> (Jack) Müll.Arg.	Goring-goring	-	+	-	-
<i>Glochidion rubrum</i> Blume	Sapot-sapot	-	-	+	-
Pinaceae					
<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & de Vriese	Tusam	-	-	+	+
Rhizophoraceae					
<i>Carallia brachiata</i> (Lour.) Merr.	Hatinggiran	-	-	+	-
<i>Gynotroches axillaris</i> Blume	Sospopan	-	-	-	-
Sapotaceae					
<i>Palaquium obovatum</i> (Griff.) Engl.	Mayang	+	-	-	+
Styracaceae					
<i>Styrax benzoin</i> Dryand	Hamijon	+	+	+	+
Symplocaceae					
<i>Symplocos cochinchinensis</i> (Lour.)S. Moore	Loba-loba	+	+	+	+
Theaceae					
<i>Adinandra dumosa</i> Jack.	Api-api	+	+	+	+
<i>Schima wallichii</i> Roxb.	Simartolu	+	+	+	+

Keterangan (Remarks): + = Ditemukan (Found), - = Tidak ditemukan (Not found)

**Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Pohon Penghasil Obat:
Studi Kasus KHDTK Aek Nauli, Sumatera Utara**
Yosie Syadza Kusuma, Darwo, Dodo Ahmad Suhada, Muhammad I. Kaimuddin, Tsamarah Nur
Rahmah, Vilda Puji Dini Anita, Suparmo Sinaga, Mona Fhitri Srena, Hanifa Rahmah, Rizky Febriana
Br Lubis, Ria Astuti, & Alfi Laila Zuhriansah

Table (Table) 3. Indeks Nilai Penting (INP) spesies tingkat semai di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (*Importance Value Index (IVI) of seedling-level recorded at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra*)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Indeks dominansi (Dominance index)		
			KR	FR	INP
1	Api-api	<i>A. dumosa</i>	3,09	6,67	9,76
2	Hapas-hapas	<i>E. populnea</i>	1,03	2,22	3,25
3	Haundolok	<i>Syzygium</i> sp.	1,03	2,22	3,25
4	Hoting	<i>Quercus</i> spp.	1,03	2,22	3,25
5	Jambu-jambu	<i>E. fastigiata</i>	2,06	4,44	6,51
6	Hamijon	<i>S. benzoin</i>	19,59	11,11	30,70
7	Loba-loba	<i>S. cochinchinensis</i>	14,43	8,89	23,32
8	Makaranga	<i>Macaranga</i> sp.	1,03	2,22	3,25
9	Mayang	<i>P. obovatum</i>	2,06	4,44	6,51
10	Medang	<i>Litsea</i> sp.	23,71	20,00	43,71
11	Medang kertas	<i>L. sumatrana</i>	1,03	2,22	3,25
12	Medang Landit	<i>Litsea</i> sp.2	1,03	2,22	3,25
13	Nangka-nangka	<i>A. teysmanii</i>	1,03	2,22	3,25
14	Pitu arus	<i>P. coeruleascens</i>	1,03	2,22	3,25
15	Salagundi	<i>R. teysmanii</i>	3,09	4,44	7,54
16	Simarnaka-naka	<i>A. lanceifolius</i>	1,03	2,22	3,25
17	Simartolu	<i>S. wallichii</i>	1,03	2,22	3,25
18	Tuba	<i>E. roxburghiana</i>	11,34	8,89	20,23
19	Tulason	<i>A. excelsa</i>	1,03	2,22	3,25
20	Tungir-tungir	<i>D. fruticosum</i>	9,28	6,67	15,95
			100	100	200

Keterangan (Remarks): KR = Kerapatan relatif (*Relative density*), FR = Frekuensi relatif (*Relative frequency*), INP = Indeks Nilai Penting (*Importance Value Index*)

Tahap pertumbuhan semai (Tabel 3), komunitas hutan didominasi oleh *Litsea* sp. (INP = 43,71) dan *S. benzoin* (INP = 30,70), diikuti oleh *S. cochinchinensis* (INP = 23,32) dan *E. roxburghiana* (INP = 20,23). Dominasi nilai INP pada spesies tersebut mencerminkan mengindikasikan keberlanjutan regenerasi hutan yang relatif baik pada fase awal pertumbuhan vegetasi. Sebaliknya, beberapa spesies seperti *Litsea* sp.2 dan *A. lanceifolius* memiliki nilai INP yang sangat rendah (< 5), menunjukkan regenerasi yang terbatas.

Hasil inventarisasi yang dilakukan pada tahap pancang (Tabel 4), ditemukan komunitas hutan didominasi oleh *S. cochinchinensis* (INP = 57,28), *Macaranga* sp. (INP = 40,02), dan *Litsea* sp. (INP = 34,83), menunjukkan kemampuan spesies tersebut untuk bertahan dan bersaing di lapisan bawah hutan. *S. benzoin* (INP = 28,76) dan *D. fruticosum* (INP = 29,28) juga memberikan kontribusi signifikan terhadap komposisi tegakan.

Tabel (Table) 4. Indeks Nilai Penting (INP) spesies tingkat pancang di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (*Importance Value Index (IVI) of sapling-level recorded at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra*)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Indeks dominansi (Dominance index)		
			DR	FR	INP
1	Api-api	<i>A. dumosa</i>	6,67	9,68	22,81
2	Dori	<i>C. arborescens</i>	5,00	3,23	12,01
3	Goring-goring	<i>B. dulcis</i>	1,67	3,23	10,88
4	Haundolok	<i>Syzygium</i> sp.	1,67	3,23	6,39
5	Hoting	<i>Quercus</i> spp.	5,00	6,45	18,57
6	Hamijon	<i>S. benzoin</i>	8,33	9,68	28,76
7	Loba-loba	<i>S. cochiochinensis</i>	18,33	19,35	57,28
9	Makaranga	<i>Macaranga</i> sp.	20,00	6,45	40,02
10	Medang	<i>Litsea</i> sp.	13,33	12,90	34,83
11	Medang landit	<i>Litsea</i> sp.2	1,67	3,23	5,22
12	Mundol	<i>M. garcinioides</i>	1,67	3,23	5,70
13	Pitu arus	<i>P. coerulescens</i>	1,67	3,23	7,05
14	Salagundi	<i>R. teysmanii</i>	1,67	3,23	7,83
15	Simartolu	<i>S. wallichii</i>	1,67	3,23	7,83
16	Tatahondung	<i>Streblus</i> sp.	1,67	3,23	5,56
17	Tungir-tungir	<i>D. fruticosum</i>	10,00	6,45	29,28
			100	100	200

Keterangan (Remarks): KR = Kerapatan relatif (*Relative density*), FR = Frekuensi relatif (*Relative frequency*), INP = Indeks Nilai Penting (*Importance Value Index*)

Perolehan spesies yang paling dominan pada fase pertumbuhan tiang (Tabel 5) adalah *Quercus* spp. (INP = 46,54) dan *Syzygium* sp. (INP = 44,45), diikuti oleh *A. dumosa* (INP = 42,68) dan *S. benzoin* (INP = 35,26). Munculnya *P.*

merkusii (INP = 17,65) pada tahap ini menunjukkan pengaruh proses antropogenik atau suksesi sekunder, karena spesies ini sering terkait dengan lanskap yang terganggu atau dikelola.

Tabel (Table) 5. Indeks Nilai Penting (INP) spesies tingkat tiang yang tercatat di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (*Importance Value Index (IVI) of pole-level recorded at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra*)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Indeks dominansi (Dominance index)			
			KR	FR	DR	INP
1	Api-api	<i>A. dumosa</i>	13,04	14,71	14,93	42,68
2	Hapas-hapas	<i>E. populnea</i>	8,70	8,82	9,52	27,04
3	Hatinggiran	<i>C. brachiata</i>	2,17	2,94	3,08	8,20
4	Hau bawah	<i>Syzygium</i> sp.	2,17	2,94	0,23	5,35
5	Haundolok	<i>Syzygium</i> sp.2	15,22	11,76	17,46	44,45
6	Hoting	<i>Quercus</i> spp.	15,22	14,71	16,62	46,54
7	Hamijon	<i>S. benzoin</i>	13,04	8,82	13,40	35,26
8	Medang	<i>Litsea</i> sp.	4,35	5,88	3,71	13,94
9	Monis-monis	<i>I. pleiobrachiata</i>	4,35	2,94	1,41	8,69
10	Nangka-nangka	<i>A. teysmanii</i>	2,17	2,94	3,08	8,20
11	Tusam	<i>P. merkusii</i>	6,52	5,88	5,24	17,65

**Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Pohon Penghasil Obat:
Studi Kasus KHDTK Aek Nauli, Sumatera Utara**
Yosie Syadza Kusuma, Darwo, Dodo Ahmad Suhada, Muhammad I. Kaimuddin, Tsamarah Nur
Rahmah, Vilda Puji Dini Anita, Suparmo Sinaga, Mona Fhitri Srena, Hanifa Rahmah, Rizky Febriana
Br Lubis, Ria Astuti, & Alfi Laila Zuhriansah

Tabel (Table) 5. Lanjutan (Continued)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Indeks dominansi (Dominance index)			
			KR	FR	DR	INP
12	Salagundi	<i>R. teysmanii</i>	4,35	5,88	4,88	15,11
13	Sapot-sapot	<i>G. rubrum</i>	2,17	2,94	0,40	5,51
14	Simartolu	<i>S. wallichii</i>	2,17	2,94	3,20	8,31
15	Sospopan	<i>G. aillaris</i>	2,17	2,94	1,58	6,70
16	Tatahondung	<i>Streblus</i> sp.	2,17	2,94	1,27	1,54
			100	100	100	300

Keterangan (Remarks): KR = Kerapatan relatif (Relative density), FR = Frekuensi relatif (Relative frequency), DR = Dominansi relatif (Relative dominance), INP = Indeks Nilai Penting (Importance Value Index)

Pada tingkat pohon (Tabel 6), komunitas hutan menunjukkan dominasi yang kuat oleh *P. merkusii* (INP = 59,39), terutama karena memiliki frekuensi relatif tertinggi (35,07) dibandingkan spesies lainnya. Spesies dengan peranan penting berikutnya adalah *R. teysmanii* (INP = 30,45),

Quercus spp. (INP = 30,14), dan *E. roxburghiana* (INP = 28,15). Sebaliknya, beberapa spesies seperti *Streblus* sp., *C. argentea*, *S. cochiochinensis*, *P. obovatum*, dan *C. brachiata* hanya tercatat dalam jumlah individu yang sangat sedikit, sehingga nilai INP-nya relatif rendah (< 5).

Tabel (Table) 6. Indeks Nilai Penting (INP) spesies tingkat pohon di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (Importance Value Index (IVI) of tree-level recorded at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Indeks dominansi (Dominance index)			
			KR	FR	DR	INP
1	Api-api	<i>A. dumosa</i>	8,82	7,69	3,71	20,22
2	Dori	<i>C. arborescens</i>	0,98	1,92	1,78	4,68
3	Hapas-hapas	<i>E. populnea</i>	5,88	7,69	6,33	19,90
4	Hatinggiran	<i>C. brachiata</i>	0,98	1,92	0,29	3,20
5	Haundelok	<i>Syzygium</i> sp.	3,92	5,77	3,49	13,18
6	Horbo-horbo	<i>T. rubra</i>	1,96	1,92	0,97	4,85
7	Hoting	<i>Quercus</i> spp.	11,76	9,62	8,76	30,14
8	Hamijon	<i>S. benzoin</i>	8,82	9,62	3,97	22,41
9	Loba-loba	<i>S. cochiochinensis</i>	0,98	1,92	0,36	3,26
10	Mayang	<i>P. obovatum</i>	0,98	1,92	0,32	3,22
11	Medang	<i>Litsea</i> sp.	8,82	9,62	5,14	23,57
12	Tusam	<i>P. merkusii</i>	14,71	9,62	35,07	59,39
13	Salagundi	<i>R. teysmanii</i>	9,80	9,62	11,03	30,45
14	Simartolu	<i>S. wallichii</i>	3,92	3,85	5,64	13,41
15	Tatahondung	<i>Streblus</i> sp.	1,96	1,92	0,67	4,56
16	Tuba	<i>E. roxburghiana</i>	9,80	9,62	8,73	28,15
17	Tulason	<i>A. excelsa</i>	4,90	3,85	3,28	12,03
18	Turi-turi	<i>C. argentea</i>	0,98	1,92	0,47	3,37
			100	100	100	300

Keterangan (Remarks): KR = Kerapatan relatif (Relative density), FR = Frekuensi relatif (Relative frequency), DR = Dominansi relatif (Relative dominance), INP = Indeks Nilai Penting (Importance Value Index)

Analisis indeks keanekaragaman mengungkapkan komposisi struktural hutan campuran pada berbagai tingkat pertumbuhan (Tabel 7). Kekayaan spesies tertinggi terdapat pada tingkat semai (4,99) dan menurun secara bertahap hingga tingkat pohon (3,68), yang mencerminkan adanya proses penjarangan alami serta eksklusi kompetitif selama perkembangan hutan. Indeks keanekaragaman Shannon meningkat sedikit dari tingkat semai (2,30) hingga tingkat pohon (2,58), yang menunjukkan bahwa meskipun jumlah spesies berkurang, kontribusi relatif tiap spesies dalam komposisi komunitas menjadi lebih seimbang. Nilai keseragaman juga meningkat dari tingkat semai (0,768) hingga tingkat tiang (0,894), kemudian relatif stabil pada tingkat pohon (0,893). Pola ini mengindikasikan bahwa pada tahap pertumbuhan lanjut, dominasi komunitas cenderung terdistribusi pada jumlah spesies yang lebih sedikit, tetapi spesies tersebut memiliki ketahanan ekologis yang lebih tinggi.

Di KHDTK Aek Nauli indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') pada seluruh tingkat pertumbuhan menunjukkan nilai 2,30–2,58, yang mengindikasikan kategori tingkat keanekaragaman sedang, sehingga menunjukkan bahwa komunitas vegetasi memiliki variasi spesies yang cukup baik tanpa dominasi ekstrem pada spesies tertentu. Indeks kemerataan (E) relatif tinggi pada semua tingkat pertumbuhan

(0,768–0,894), mencerminkan distribusi individu antar spesies yang merata dan stabilitas komunitas vegetasi. Sedangkan, indeks kekayaan spesies Margalef (R) menunjukkan nilai tinggi pada tingkat semai ($R = 4,99$) dan menunjukkan nilai sedang pada tingkat pancang, tiang, dan pohon menunjukkan ($R = 3,68-3,92$), yang mengindikasikan tingginya potensi regenerasi pada fase awal pertumbuhan, diikuti oleh proses seleksi ekologis pada tingkat pertumbuhan lanjut akibat kompetisi sumber daya.

Sejalan dengan pola indeks keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan spesies yang relatif stabil pada seluruh tingkat pertumbuhan, variasi struktur dan komposisi vegetasi di KHDTK Aek Nauli sangat dipengaruhi oleh interaksi antara kondisi lingkungan lokal, dinamika suksesi alami dan praktik pengelolaan kawasan. Faktor-faktor seperti ketersediaan cahaya, heterogenitas mikrohabitat, dan tingkat kompetisi antartumbuhan berperan dalam menentukan spesies yang mampu bertahan dan melanjutkan regenerasi hingga fase dewasa (Kanjevac et al., 2023; Matsuo et al., 2024; Nicotra et al., 1999). Hal ini tercermin pada struktur tegakan KHDTK Aek Nauli yang membentuk struktur tegakan “J” terbalik yang merupakan ciri struktur tegakan di hutan alam yang relatif stabil, di mana regenerasi berlangsung kontinu (Gambar 2).

Tabel (Table) 7. Indeks keanekaragaman pada berbagai tingkat pertumbuhan di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (*Tree-level Important Value Index (IVI) at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra*)

Tingkat pertumbuhan (<i>Growth rate</i>)	H'	E	R
Semai	2,30	0,768	4,99
Pancang	2,36	0,833	3,91

Tabel (Table) 7. Lanjutan (Continued)

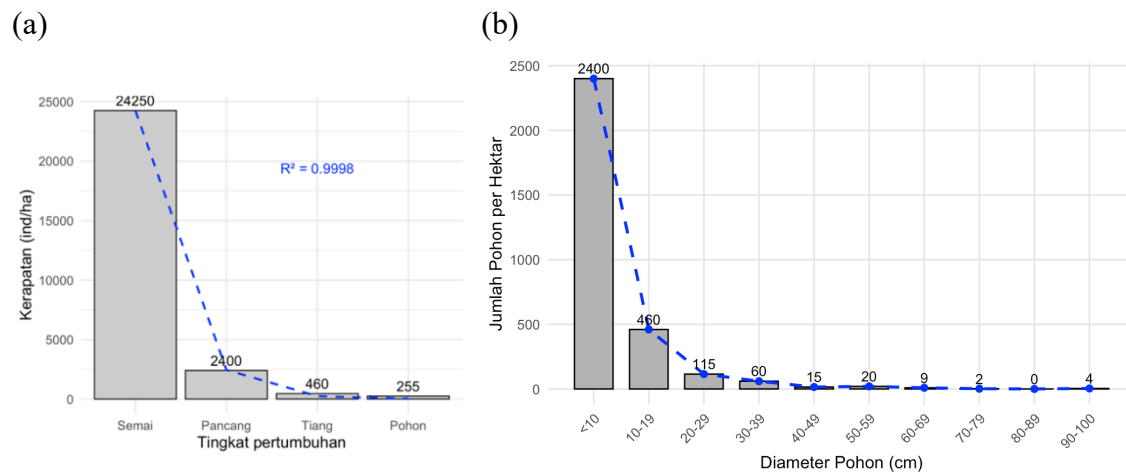
Tingkat pertumbuhan (<i>Growth rate</i>)	H'	E	R
Tiang	2,48	0,894	3,92
Pohon	2,58	0,893	3,68

Keterangan (*Remarks*): H' = Indeks keanekaragaman Shannon (*Shannon diversity index*), E = Keseragaman (*Evenness*), R = Kekayaan spesies (*Species richness*)

3.1.2. Potensi Jenis Pohon Penghasil Obat

Penelitian ini mengidentifikasi 14 dari 31 jenis pohon penghasil obat di KHDK Aek Nauli yang memiliki potensi farmakologis, dengan aktivitas bioaktif seperti antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, antidiabetes, antiproliferatif, dan antikanker yang terdapat pada bagian daun, kulit batang,

akar, bunga, dan resin (Tabel 8). Pemanfaatan lokal terhadap jenis pohon obat hingga saat ini masih belum tersedia. Temuan ini dapat dijadikan *baseline* dalam pengembangan pengetahuan ilmiah, meningkatkan nilai ekosistem hutan, serta menempatkan KHDTK Aek Nauli sebagai laboratorium alami untuk penelitian ekologi dan farmakologi.



Gambar (Fig.) 2. (a) Kerapatan individu pada setiap tahap pertumbuhan; dan (b) distribusi kelas diameter di KHDTK Aek Nauli ((a) *Individual density at each growth level*; (b) *diameter class distribution at the Aek Nauli KHDTK*)

Tabel (Table) 8. Jenis pohon penghasil obat di KHDTK Aek Nauli, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara (*Species of medicinal trees at KHDTK Aek Nauli, Simalungun Regency, North Sumatra*)

No	Nama lokal (<i>Local name</i>)	Nama ilmiah (<i>Scientific name</i>)	Bagian pohon (<i>Tree parts</i>)	Kegunaan (<i>Utility</i>)
1	Tulason	<i>A. excelsa</i>	Daun	Antibakteri, antikanker (kanker lidah)
2	Simarnaka-naka	<i>A. lanceifolius</i>	Daun, kulit, batang	Anti-inflamasi dan diare
3	Goring-goring	<i>B. dulcis</i>	Kulit, buah, daun	Mengobati penyakit kulit, nyeri haid, mengurangi peradangan mata

Tabel (Table) 8. Lanjutan (Continued)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Bagian pohon (Tree parts)	Kegunaan (Utility)
4	Hatinggiran	<i>C. brachiata</i>	Kulit, daun	Penyembuhan luka; analgesik, anti-inflamasi, antidiabetes
5	Turi-turi	<i>C. argentea</i>	Daun, ranting	Anti bakteri; antikanker (kanker payudara)
6	Dori	<i>C. arborescens</i>	Kulit	Obat tukak lambung, antikanker, anti-protozoa
7	Tungir-tungir	<i>D. fruticosum</i>	Daun	Obat disentri dan malaria
8	Tuba	<i>E. roxburghiana</i>	Batang, akar	Antituberkulosis, anti-inflamasi, antiproliferatif, antioksidan
9	Sapot-sapot	<i>G. rubrum</i>	Daun	Obat sinusitis/ keseleo
10	Sospopan	<i>G. axillaris</i>	Daun, kulit	Inhibitor tirosinase, anti-asetilkolinesterase, antimikroba, penurun demam (tapal kepala)
11	Tusam	<i>P. merkusii</i>	Daun, kulit	Antibakteri, antioksidan, anti-penuaan, inhibitor tirosinase
12	Pitu arus	<i>P. coerulescens</i>	Akar, daun, ranting	Obat luar untuk penyakit kulit
13	Simartolu	<i>S. wallichii</i>	Kulit, daun, akar, bunga	Mengobati demam, nyeri, gangguan lambung, diare, disentri, luka, patah tulang; antiseptik, anthelmintik, antimikroba, antioksidan, antikoagulan; obat gonore, gangguan rahim, histeria, hipertensi pada diabetes
14	Hamijon	<i>S. benzoin</i>	Resin	Penyembuhan luka, asma, antiseptik, anti-inflamasi, penyakit kulit, radang sendi, nyeri otot, kecemasan, gangguan saraf
15	Loba-loba	<i>S. cochinchinensis</i>	Daun, kulit, getah	Antioksidan, antidiabetes, antilipidemic, diare, HIV, tumor, nyeri haid

Sumber (Sources): Abed et al., 2016; Amalia et al., 2025; Anwar et al., 2020; Sharif et al., 2016; Bhattacharjee et al., 2019; Gunawan et al., 2016; Ilagan et al., 2022; Islam et al., 2020; Jirásek, 2015; Junejo et al., 2020; Li et al., 2025; Li et al., 2024; Ly et al., 2022; Nalinratana et al., 2023; Nastiti et al., 2025; Qolbi et al., 2023; F. Ramadhani et al., n.d.; Shrestha et al., 2024; Sidahmed et al., 2016; Soekamto & Syah, 2019; Susilo & Denny, 2016; Umah & Sulistyarningsih, 2017; Wardani & Susilo, 2021

3.2. Pembahasan

Hasil inventarisasi di KHDTK Aek Nauli mencatat sebanyak 31 spesies dengan kerapatan individu yang sangat tinggi pada fase semai, yaitu 24.250 individu/ha, namun jumlah ini menurun drastis seiring pertumbuhan. Pada fase pancang tercatat 2.400 individu/ha, kemudian berkurang menjadi 460 individu/ha pada fase tiang, dan hanya tersisa 255 individu/ha pada fase pohon (Gambar 2a). Pola ini umum ditemukan pada ekosistem hutan tropis yang masih mengalami regenerasi alami. Distribusi

kelas lingkaran batang pohon di KHDTK Aek Nauli menunjukkan kurva berbentuk "J" terbalik (Gambar 2b), yang menandakan regenerasi alami yang baik. Di hutan alami yang tidak terganggu, spesies yang sedang beregenerasi dan memiliki kualitas baik umumnya menunjukkan kurva berbentuk "J" terbalik, yang juga mengindikasikan masa depan hutan dan regenerasi hutan dalam keadaan seimbang (Jubair et al., 2023; Sedmáková et al., 2024).

Analisis keanekaragaman spesies menunjukkan adanya penurunan kekayaan spesies dari tingkat semai (4,99) ke tingkat pohon (3,68), sementara indeks Shannon meningkat dari 2,30 ke 2,58, dan kemerataan jenis tinggi pada tingkat pohon (0,893). Hal ini mengindikasikan proses penjarangan alami dan eksklusi kompetitif, dimana spesies dominan mengambil alih ruang dan sumber daya, sementara spesies minor bertahan pada frekuensi rendah. Pola ini menekankan pentingnya pengelolaan berbasis struktur hutan untuk memastikan regenerasi spesies minor tetap terjaga, yang menjadi kunci dalam mempertahankan kompleksitas ekosistem dan fungsi ekologis jangka panjang.

Jika dibandingkan dengan studi pada hutan sekunder KHDTK Labanan, Kalimantan Timur, nilai indeks keanekaragaman jenis untuk tingkat semai, pancang, tiang, dan pohon menunjukkan variasi yang lebih tinggi (sedang sampai tinggi), menandakan kompleksitas struktur hutan dan keberagaman spesies yang relatif lebih besar (Karmilasanti & Fajri, 2020). Perbedaan ini menunjukkan bahwa regenerasi dan distribusi spesies minor di KHDTK Aek Nauli lebih terbatas, sehingga strategi pengelolaan perlu menekankan perlindungan terhadap spesies minor dan peningkatan heterogenitas struktural untuk mendukung stabilitas ekosistem jangka panjang. Jika dibandingkan dengan KHDTK Hutan Kota Cikampek dengan indeks keanekaragaman jenis 1,84-2,56, indeks kemerataan jenis 0,75-0,90, dan indeks kekayaan jenis 2,41-4,37 (Yulianti et al., 2022). KHDTK Aek Nauli menunjukkan keanekaragaman dan kestabilan komunitas yang lebih tinggi. Nilai yang lebih rendah dan berfluktuasi di Cikampek menandakan

pengaruh tekanan lingkungan dan gangguan antropogenik, sedangkan KHDTK Aek Nauli mencerminkan struktur vegetasi yang lebih heterogen dan regenerasi alami yang lebih baik.

Keanekaragaman struktural yang tinggi pada hutan heterogen ini berperan krusial dalam mempertahankan fungsi ekosistem, meningkatkan stabilitas ekologis, serta memperkuat resiliensi hutan terhadap gangguan alami maupun antropogenik (Bauhus et al., 2017). Perolehan INP untuk *P. merkusii* (59,39) menjadi nilai tertinggi dibandingkan fase pertumbuhan lainnya dengan kelas diameter pada kategori 90-100 cm (Gambar 1). Semakin tinggi nilai INP suatu vegetasi semakin besar pengaruh dominansi terhadap ekosistem dan sebaliknya. Dominansi ini konsisten dengan karakteristik hutan campuran tropis di wilayah lain dan sejalan dengan temuan (Hara et al., 2021), yang melaporkan bahwa di hutan pegunungan tropis di Vietnam, di mana jenis pinus mendominasi kanopi, sementara jenis berdaun lebar mengisi strata bawah, membentuk struktur hutan yang kompleks. Tidak ditemukannya regenerasi *P. merkusii* pada tahap semai dan pancang mencerminkan keterbatasan peremajaan alami yang dipengaruhi oleh sifat vegetasi pinus yang membutuhkan cahaya penuh dan kompetisi dengan jenis berdaun lebar yang menyebabkan hambatan lingkungan seperti penutupan tajuk rapat, kondisi tanah, dan lapisan serasah tebal (Awada et al., 2003; Wang et al., 2021).

Dari perspektif pemanfaatan pohon obat, keberlanjutan pemanfaatan pohon obat sangat ditentukan oleh keseimbangan regenerasi pada fase semai hingga pohon dewasa. Penelitian ini mengidentifikasi struktur vegetasi penghasil obat pada tingkat semai

didominasi oleh *S. benzoin*, *S. cochinchinensis*, dan *E. roxburghiana*. Pada fase pancang ditemukan *D. fruticosum*, *S. benzoin*, dan *C. arborescens* sebagai vegetasi penghasil obat yang dominan. Fase tiang terdapat jenis *S. benzoin*, *P. merkusii*, dan *S. wallichii* sebagai pohon penghasil obat dominan. Sementara itu, pada fase pohon didominasi oleh *P. merkusii*, *E. roxburghiana*, dan *S. benzoin*. Keberadaan *S. benzoin* di seluruh fase pertumbuhan, mulai dari tingkat semai hingga pohon, mengindikasikan keberhasilan regenerasi alamnya sekaligus menegaskan perannya sebagai spesies kunci dalam menopang ketersediaan sumber daya obat secara berkelanjutan. Secara status konservasi, *S. benzoin* tergolong tidak dilindungi di tingkat nasional, berstatus *Least Concern* (LC) menurut IUCN Red List, serta tidak tercantum dalam daftar CITES (Tabel 9).

Jenis-jenis pohon obat dengan kategori status konservasi tidak dilindungi dan *least concern* memiliki peluang untuk dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk kebutuhan farmakologi, penelitian maupun pengembangan produk berbasis masyarakat dengan memperhatikan aspek konservasi dan resiko kepunahannya (Tabel 9). Namun demikian, kegiatan pemanfaatan harus didampingi dengan monitoring dan pemeliharaan setiap pohon obat sangat diperlukan meskipun status konservasinya *least concern* guna menjaga vegetasi tersebut tetap ada. Sejalan dengan kerangka regulasi KHDTK (P.15/Menlhk/Setjen/Kum.1/5/2018), temuan ini menegaskan pentingnya pemanfaatan yang terkontrol, evaluasi berkelanjutan terhadap dinamika regenerasi, serta eksplorasi potensi senyawa bioaktif, tanpa mengabaikan kelestarian struktur hutan dan keanekaragaman hayati.

Tabel (Table) 9. Status konservasi jenis pohon penghasil obat di KHDTK Aek Nauli
(Conservation status of potential medicinal tree species at KHDTK Aek Nauli)

Jenis (<i>Species</i>)	PerMenLHK 106	IUCN Red List	CITES
<i>Altingia excelsa</i>	TD	NE	NA
<i>Artocarpus lanceifolius</i>	TD	LC	NA
<i>Baccaurea dulcis</i>	TD	LC	NA
<i>Carallia brachiata</i>	TD	LC	NA
<i>Castanopsis argentea</i>	DL	EN	NA
<i>Cratoxylom arborescens</i>	TD	LC	NA
<i>Decaspermum fruticosum</i>	TD	LC	NA
<i>Engelhardia roxburghiana</i>	TD	LC	NA
<i>Glochidion rubrum</i>	TD	LC	NA
<i>Gynotroches axillaris</i>	TD	LC	NA
<i>Pinus merkusii</i>	TD	VU	NA
<i>Pternandra coerulescens</i>	TD	LC	NA
<i>Schima wallichii</i>	TD	LC	NA
<i>Styrax benzoin</i>	TD	LC	NA
<i>Symplocos cochinchinensis</i>	TD	LC	NA

Keterangan (*Remarks*): TD (Tidak Dilindungi), DL (Dilindungi), NE (Not Evaluated), DD (*Data Deficient*), LC (*Least Concern*), NT (*Near Threatened*), VU (*Vulnerable*), EN (*Endangered*), NA (*Non-Appendix*)

Sebaliknya, jenis dengan status konservasi yang lebih rentan memerlukan pendekatan khusus, misalnya *C. argentea* yang berstatus dilindungi secara nasional dan *endangered* secara global perlu difokuskan pada konservasi *in-situ* melalui perlindungan habitat dan pembatasan pemanfaatan langsung, serta konservasi *ex-situ* berupa pembibitan dan penanaman kembali untuk mendukung pemulihan populasinya (Barstow & Kartawinata, 2018; Penidda et al., 2024). Demikian pula, *P. merkusii* yang berstatus *vulnerable* membutuhkan pengelolaan ketat melalui pemantauan regenerasi alami, pengendalian kompetisi dengan spesies berdaun lebar, dan pengaturan intensitas pemanfaatan resin agar tidak menurunkan populasi alaminya, sehingga strategi pengelolaan yang diterapkan mampu menyeimbangkan pemanfaatan dan konservasi secara berkelanjutan (Singh et al., 2019).

Data struktur vegetasi yang diperoleh dalam studi ini menjadi dasar perumusan strategi berbasis bukti, mulai dari perlindungan spesies bernilai tinggi, pemantauan regenerasi, hingga prioritas program konservasi *in-situ* maupun *ex-situ*. Dengan demikian, KHDTK Aek Nauli berfungsi sebagai laboratorium alam yang menyelaraskan prioritas konservasi dengan pemanfaatan berkelanjutan, menstabilkan populasi spesies penting secara farmakologis, serta mendorong inovasi produk hutan bernilai tambah berbasis bukti ilmiah.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Hutan campuran di KHDTK Aek Nauli memiliki pola dominansi spesies yang bervariasi pada setiap fase pertumbuhan. Vegetasi yang paling

mendominasi dan memperoleh nilai INP tertinggi pada fase semai adalah *Litsea* sp.1, pada fase pancang adalah *S. cochinchinensis*, pada fase tiang adalah *Quercus* sp., dan pada fase pohon *P. merkusii*. Penilaian keanekaragaman menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis sedang (2,30-2,58), kekayaan jenis termasuk sedang hingga tinggi (3,68-4,99), dan kemerataan jenis tergolong tinggi (0,768-0,893) yang mencerminkan distribusi komunitas relatif seimbang. Penelitian ini mengidentifikasi 15 spesies pohon berpotensi farmakologis dengan bioaktivitas penting seperti antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, antidiabetes, dan antikanker yang terdapat pada daun, ranting, buah dan resin yang menjadikan kawasan ini sebagai laboratorium alami untuk penelitian ekologi dan farmakologi. Sebagian besar spesies berstatus *least concern* dan tidak dilindungi, namun terdapat pengecualian seperti *C. argentea* (EN) dan *P. merkusii* (VU) yang memerlukan perhatian khusus.

4.2. Saran

Perlu dilakukan eksplorasi yang lebih luas terhadap spesies pohon obat lain yang berpotensi sebagai sumber obat tradisional maupun modern. Selain itu, analisis DNA *barcoding* sangat disarankan guna mendukung proses identifikasi, autentikasi, serta konservasi pohon obat secara komprehensif, sehingga temuan penelitian dapat berkontribusi secara signifikan dalam memperkaya kajian ilmiah sekaligus mendorong pemanfaatan sumber daya hayati yang berkelanjutan

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Balai beserta

seluruh staf Balai Penerapan Standar Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BPSILHK) Aek Nauli atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan, khususnya dalam penyediaan izin dan akses lokasi penelitian.

Daftar Pustaka

- Abed, S.A., Sirat, H.M., & Taher, M. (2016). Tyrosinase Inhibition, Anti-Acetylcholinesterase, And Antimicrobial Activities Of The Phytochemicals From *Gynotroches axillaris* Blume. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 29(6), 2071-2078.
- Amalia, A., Surya, M.I., Lailaty, I.Q., Damayanti, F., & Nuringtyas, T.R. (2025). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Dan Ranting *Castanopsis argentea* (Blume) A. DC. terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Berkala Ilmiah Biologi*, 16(1).
- Ameliah, F.K., Iskandar, E.K., Nurhayyazah, N., & Suryanda, A. (2025). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ekosistem Hutan Tropis di Indonesia. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 5(1), 1-6.
- Anwar, R., Setiawan, A., & Supratman, U. (2020). Kaempferol And Quercetin Isolated From The Leaves of *Atingia excelsa* to arrest cell cycle in G0/G1 Phase Human Tongue Cancer SP-C1 Cell Lines. *DENTA*, 14(1), 21-28.
- Awada, T., Radoglou, K., Fotelli, M.N., & Constantinidou, H.I.A. (2003). Ecophysiology Of Seedlings Of Three Mediterranean Pine Species In Contrasting Light Regimes. *Tree Physiology*, 23(1), 33-41.
- Bauhus, J., Forrester, D.I., Gardiner, B., Jactel, H., Vallejo, R., & Pretzsch, H. (2017). Ecological Stability Of Mixed-Species Forests. In *Mixed-species forests: Ecology and management*, 337-382. Springer.
- Bhattacharjee, M., Sema, Y.V, & Pratimsarma, M. (2019). Study On Multipotent Medicinal Aspects Of *Schima Wallichii* Bark From Nagaland, Ne India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(3), 155-158.
- Damiti, R.A., Pakaya, P., Prasetyo, M.H., Baderan, D.W.K., & Utina, R. (2025). Stabilitas Ekosistem Hutan Indonesia Dalam Menghadapi Deforestasi Dan Kerusakan Lingkungan: Tinjauan Literatur. *Botani: Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis*, 2(2), 176-188.
- Del Río, M., Pretzsch, H., Alberdi, I., Bielak, K., Bravo, F., Brunner, A., Condés, S., Ducey, M.J., Fonseca, T., & von Lüpke, N. (2016). Characterization Of The Structure, Dynamics, And Productivity Of Mixed-Species Stands: Review And Perspectives. *European Journal of Forest Research*, 135(1), 23-49.
- Ehbrecht, M., Schall, P., Ammer, C., & Seidel, D. (2017). Quantifying Stand Structural Complexity And Its Relationship With Forest Management, Tree Species Diversity And Microclimate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 242, 1-9.
- Gebeyehu, G., Soromessa, T., Bekele, T., & Teketay, D. (2019). Species composition, Stand Structure, And Regeneration Status Of Tree Species In Dry Afromontane Forests Of Awi Zone, Northwestern Ethiopia. *Ecosystem Health and Sustainability*, 5(1), 199-215.
- Hara, M., Hoàng, T.T., Tién, T.V., & Ohsawa, M. (2021). Composition And Structure Of Mountain Forests Containing Two Tropical Pines, *Pinus krempfii* and *Pinus dalatensis*, on the Da Lat Plateau,

- southern Vietnam. *Journal of Tropical Ecology*, 37(2), 51-63.
- Hasyim, D.M., Anurogo, D., Bansaleng, Y.F., Hiola, S.F., & Anrip, N. (2025). *Potential of Medicinal Plants in Indonesian Forest Biodiversity Conservation in Synergy with Pharmaceutical Technology for Modern Medicine*.
- Ilagan, V.A.D., Alejandro, G.J.D., Paraguison, D.J.B., Perolina, S.M.W., Mendoza, G.R., Bolina, A.B., Raterta, R., Vales, M.B., Suarez, G.J.D., & Blasco, F.A. (2022). Ethnopharmacological Documentation And Molecular Authentication Of Medicinal Plants Used By The Manobo and Mamanwa tribes of Surigao del Sur, Philippines. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(6).
- Indrajaya, Y., Yuwati, T.W., Lestari, S., Winarno, B., Narendra, B.H., Nugroho, H.Y.S. H., Rachmanadi, D., Pratiwi, Turjaman, M., & Adi, R.N. (2022). Tropical Forest Landscape Restoration In Indonesia: A review. *Land*, 11(3), 328.
- Islam, M.A., Hossain, M.S., Azad, M., Rashid, M.H.O., & Mofizur, M. (2020). In Vivo Evaluation Of Analgesic, Antiinflammatory And Antidiabetic Activities Of Methanol Extract Of *Carallia brachiata* L. leaves. *PharmacologyOnline*, 1, 38-46.
- Jirásek, P. (2015). *Synthesis of natural and non-natural diarylheptanoids and evaluation of their neuroprotective activity*.
- Jubair, A.N.M., Rahman, M.S., Sarmin, I.J., & Raihan, A. (2023). Tree Diversity And Regeneration Dynamics Toward Forest Conservation And Environmental Sustainability: A Case Study From Nawabganj Sal Forest. *Bangladesh. Journal of Agriculture Sustainability and Environment*, 2(2), 1-22.
- Jucker, T., Koricheva, J., Finér, L., Bouriaud, O., Iacopetti, G., & Coomes, D.A. (2020). Good Things Take Time Diversity Effects On Tree Growth Shift From Negative To Positive During Stand Development In Boreal Forests. *Journal of Ecology*, 108(6), 2198-2211.
- Junejo, J.A., Rudrapal, M., & Zaman, K. (2020). Antidiabetic activity of *Carallia brachiata* Lour. (HAE) With Antioxidant Potential In Diabetic Rats. *Indian Journal Leaves Hydro-Alcoholic Extract of Natural Products and Resources, Formerly Natural Product Radiance*, 11(1), 18-29.
- Kadir, E.A., Rosa, S.L., Syukur, A., Othman, M., & Daud, H. (2022). Forest Fire Spreading And Carbon Concentration Identification In Tropical Region Indonesia. *Alexandria Engineering Journal*, 61(2), 1551-1561.
- Kanjevac, B., Babić, V., Stajić, S., Martać, N., Pavlović, B., Furtula, D., & Čokeša, V. (2023). Key Drivers Affecting The Spatial Heterogeneity Of The Regeneration Process In Old-Growth Beech Forests In Southeastern Europe. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1304037.
- Karmilasanti, K., & Fajri, M. (2020). Struktur Dan Komposisi Jenis Vegetasi Di Hutan Sekunder: Studi Kasus KHDTK Labanan Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 17(2), 69-85.
- Kholibrina, C.R., & Susilowati, A. (2018). Flowering And Fruiting

- Phenology Of Kemenyan toba (*Styrax sumatrana* JJ Sm.) in Aek Nauli Forest, North Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122(1), 12061.
- Kurniawan, K., Supriatna, J., Sapoheluwakan, J., Soesilo, T.E.B., Mariati, S., & Gunarso, G. (2022). The Analysis Of Forest And Land Fire And Carbon And Greenhouse Gas Emissions On The Climate Change In Indonesia. *AgBioForum*, 24(2), 1-11.
- Li, H., Guo, L., Zhang, J., Li, S., & Liu, B. (2025). Unraveling The Spatial Dynamics And Global Climate Change Response Of Prominent Tropical Tree Species In Asia: *Symplocos cochinchinensis* And Beyond. *Forests*, 16(5), 715.
- Li, Y., Xia, W., Li, T., Zhang, Y., Zhang, W., Yue, J., Wang, L., Zhu, X., & Fu, X. (2024). Research Progress On Ethnobotany, Phytochemistry, Pharmacological Action, And Applications Of *Engelhardia roxburghiana* Wall: A Review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 76(8), 909-929.
- Ly, H.T., Le, V.K.T., Phan, C.S., Vo, C.T., Nguyen, M.L., & Phan, T.A.D. (2022). Phytochemical Analysis And Correlation Of Total Polyphenol Content And Antioxidant Properties Of *Symplocos Cochinchinensis* Leaves. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, 64(1), 43-48.
- Magurran, A.E. (2021). Measuring Biological Diversity. *Current Biology*, 31(19), R1174-R1177.
- Maskulino, S.P. (2020). Kajian Pengelolaan Berkelanjutan KHDTK Aek Nauli Dalam Mendukung Upaya Konservasi Lingkungan Di Kawasan Danau Toba, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(3), 79-84.
- Matsuo, T., Martínez-Ramos, M., Onoda, Y., Bongers, F., Lohbeck, M., & Poorter, L. (2024). Light Competition Drives Species Replacement During Secondary Tropical Forest Succession. *Oecologia*, 205(1), 1-11.
- Maulana, S. (2024). Conservation And Exploration Of The Potential Of Rare Medicinal Plants In The Tropical Rainforest Of Bukit Barisan, Sumatra, Indonesia: An Effort Towards Sustainable Herbal Medicine. *Eureka Herba Indonesia*, 5(2), 452-459.
- Nalinratana, N., Suriya, U., Laprasert, C., Wisidsri, N., Poldorn, P., Rungrotmongkol, T., Limpanasitthikul, W., Wu, H.C., Chang, H.S., & Chansrinoyom, C. (2023). In vitro And In Silico Studies of 7", 8"-buddlenol D Anti-Inflammatory Lignans from *Carallia brachiata* as p38 MAP kinase inhibitors. *Scientific Reports*, 13(1), 3558.
- Nastiti, A.D., Surta, M.I., Lailaty, I.Q., Damayanti, F., & Nuringtyas, T.R. (2025). Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Dan Fraksi *Castanopsis argentea* (Blume) A.D.C. Pada Sel Kanker Payudara MCF-7. *Berkala Ilmiah Biologi*, 16(1).
- Nicotra, A. B., Chazdon, R. L., & Iriarte, S. V. B. (1999). Spatial Heterogeneity Of Light And Woody Seedling Regeneration In Tropical Wet Forests. *Ecology*, 80(6), 1908-1926.
- Patana, P., Saputri, M.W., & Marpatasino, K. (2021). The Occurrence Of Sumatra Tiger (*Panthera tigris sumatrae*) In An Industrial Plantation Forest Area, North Sumatra, Indonesia.

- Indonesian Journal of Applied Environmental Studies*, 2(1), 47-51.
- Penidda, E.I., Jumari, U., Baskoro, K., Sahroni, D., Peniwidiyanti, P., & Sujarwo, W. (2024). The Local Community Understanding Of The Factors Influencing The Decline Of Saninten (*Castanopsis argentea* (Blume) A.DC.) And Tungurut (*Castanopsis tungurrut* (Blume) A.DC.) In The Buffer Villages Of The Gunung Halimun-Salak National Park. *Reinwardtia*, 23(1), 15-32.
- Qolbi, N.R., Angio, M.H., & Turhadi, T. (2023). Utilization And Geographic Distribution of *Baccaurea* spp. Purwodadi Botanical Garden collection, Pasuruan, East Java, Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 9(2).
- Rahman, D.A., Santosa, Y., Purnamasari, I., & Condro, A.A. (2022). Drivers Of Three Most Charismatic Mammalian Species Distribution Across A Multiple-Use Tropical Forest Landscape Of Sumatra, Indonesia. *Animals*, 12(19), 2722.
- Ramadhani, F., Girsang, E., & Florenly, F. (n.d.). The Bioactive Of *Pinus Merkusii* Needle And Bark Extract As Antioxidant and Anti-Aging. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 6(1), 78-88.
- Ramadhani, N., Wicaksono, R.L., & Rahmadwiati, R. (2025). Carbon Storage Potential And Economic Valuation In The Arboretum Of Forest Area With Special Purpose (KHDTK) Aek Nauli, Indonesia. *Jurnal Sylva Lestari*, 13(1), 234-247.
- Sedmáková, D., Jaloviar, P., Mišíková, O., Šumichrast, L., Slováčková, B., Kucbel, S., Vencurik, J., Bosela, M., & Sedmák, R. (2024). Small Gap Dynamics In High Mountain Central European Spruce Forests—The Role Of Standing Dead Trees In Gap Formation. *Plants*, 13(24), 3502.
- Sharif, A.H.N., Rehman, R., Mushtaq, A., & Rashid, U.A. (2016). Review On Bioactive Potential of *Benzoin resin*. *Int. J. Chem. Biochem. Sci.*, 10, 106-110.
- Shrestha, D., Magar, A.B., Pakka, S., & Sharma, K.R. (2024). Phytochemical Analysis, Antioxidant, Antimicrobial, And Toxicity Studies Of *Schima wallichii* Growing In Nepal. *International Journal of Food Properties*, 27(1), 273-285.
- Sidahmed, H.M.A., Hashim, N.M., Mohan, S., Abdelwahab, S.I., Taha, M.M.E., Dehghan, F., Yahayu, M., Ee, G.C.L., Loke, M.F., & Vadivelu, J. (2016). Evidence Of The Gastroprotective And Anti-Helicobacter Pylori Activities of β -mangostin isolated from *Cratoxylum arborescens* (Vahl) Blume. *Drug Design, Development and Therapy*, 297-313.
- Sihombing, V.S., Karlina, E., Garsetiasih, R., Rianti, A., & Sawitri, R. (2022). Environment Carrying Capacity Of Ecotourism In Aek Nauli Research Forest, Simalungun Regency, North Sumatera. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 9(2), 147-163.
- Silalahi, J., Situmorang, R.O.P., & Karlina, E. (2021). Estimasi Nilai Jasa Lingkungan Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Aek Nauli Dengan Metode Travel Cost. *Inovasi*, 18(2), 189-197.
- Singh, L., Dixit, P., Srivastava, R.P., Pandey, S., Verma, P.C., & Saxena, G. (2019). Ethnobotany And

- Pharmacology Of Pinus Species Growing Naturally In Indian Himalayas: A Plant Review. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 20(15), 1281-1287.
- Soekamto, N.H., & Syah, Y.M. (2019). Prenylated Flavon And Antibacterial Activities Of *Artocarpus lanceifolius* Roxb bark. *Journal of Physics: Conference Series*, 1341(7), 72014.
- Susilo, A., & Denny. (2016). Diversity And Potential Use Of Plants In Secondary Natural Forest In RPH Cisujen KPH Sukabumi, West Java. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 2(2), 256-262.
- Umah, C., & Sulistyaningsih, Y.C. (2017). Secretory Structure, Histochemistry And Phytochemistry Analyses Of Stimulant Plant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 58(1), 12048.
- Wang, H., Wu, F., Li, M., Zhu, X., Shi, C., & Ding, G. (2021). Morphological And Physiological Responses Of Pinus Massoniana Seedlings To Different Light Gradients. *Forests*, 12(5), 523.
- Wardani, M., & Susilo, A. (2021). Diversity And Potential Utilization Of Medicinal Plants In Way Kambas National Park. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 914(1), 12001.
- Widyati, E., Nuroniah, H.S., Tata, H.L., Mindawati, N., Lisnawati, Y., Darwo, Abdulah, L., Lelana, N.E., Mawazin, & Octavia, D. (2022). Soil Degradation Due To Conversion From Natural To Plantation Forests In Indonesia. *Forests*, 13(11), 1913.
- Yulianti, M., Pamungkas, A.G., Maisaroh, M., Oktian, S.H., Lestari, N.S., Abdulah, L., Qirom, M.A., & Effendi, R. (2022). Analisis Vegetasi Model Hutan Kota: Studi Kasus KHDTK Cikampek di Purwakarta, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 19(2), 123-136.
- Zhang, G., Hui, G., Zhao, Z., Hu, Y., Wang, H., Liu, W., & Zang, R. (2018). Composition Of Basal Area In Natural Forests Based On The Uniform Angle Index. *Ecological Informatics*, 45, 1-8.

**Analisis Produktivitas Seresah dan Profile Vegetasi Cendana (*Santalum album* L.)
di Pulau Timor Barat-Nusa Tenggara Timur
(*Analysis of Litter Productivity and Profil of Sandalwood (*Santalum album* L.)
Vegetation at West Timor Island-East Nusa Tenggara*)**

Yoseph Nahak Seran*, Ludgardis Ledheng, dan/and Emanuel Maria Yosef Hanoë

Pendidikan Biologi, Universitas Timor, Nusa Tenggara Timur
Jl. Km. 09 Kelurahan Sasi Kecamatan Kota Kefamenanu
Kabupaten Timor Tengah Utara – Propinsi Nusa Tenggara Timur
*E-mail : josh.seran@gmail.com

Tanggal diterima: 7 Februari 2025; Tanggal disetujui: 24 Desember 2025; Tanggal direvisi: 24 Desember 2025

Abstract

*Sandalwood (*Santalum album*) is one of the most important forest products in East Nusa Tenggara, a world-endemic species. Sandalwood has high economic, social, and cultural value. This study aims to analyze the litter productivity and vegetation profile of sandalwood in forests and gardens at North Central Timor and South Central Timor Districts, East Nusa Tenggara. The method used in this study is vegetation analysis by purposive sampling at eight observation stations. The results showed that sandalwood litter productivity reached 58.32 tons/ha/year, with leaf litter as the dominant component. The vegetation composition based on growth phase in sandalwood forests and gardens is 21 species at the tree level, 24 species at the pole level, 26 species at the sapling level, and 30 species at the seedling level. There are 31 species of vegetation that function as hosts, which contribute to optimal sandalwood growth. The profile of sandalwood trees growing in gardens has a higher trunk diameter than in forests. Sustainable management includes the implementation of agroforestry, habitat conservation, the use of litter as fertilizer, and partnerships with various parties to increase the sustainability and economic value of sandalwood.*

Keywords: *Biodiversity, conservation, productivity, soil fertility, sandalwood*

Abstrak

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan salah satu hasil hutan yang sangat penting di Nusa Tenggara Timur, merupakan jenis endemik dunia. Cendana memiliki nilai ekonomi, sosial dan budaya yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas seresah cendana, pola vegetasi cendana dengan faktor lingkungan, pertumbuhan cendana di hutan dan kebun di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Timor Tengah Selatan Provinsi Nusa Tenggara Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis vegetasi secara *purposive sampling* di delapan stasiun pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas seresah cendana di hutan dan kebun secara keseluruhan sebesar 58,32 ton/ha/tahun dengan komponen seresah daun komponen dominan. Komposisi vegetasi berdasarkan fase pertumbuhan di hutan dan kebun cendana, yaitu tingkat pohon 21 jenis, tingkat tiang 24 jenis, tingkat pancang 26 jenis, dan tingkat semai 30 jenis. Terdapat 31 spesies vegetasi

yang berfungsi sebagai inang, yang berkontribusi pada pertumbuhan cendana yang optimal. Profil pohon cendana yang tumbuh di kebun memiliki diameter batang lebih tinggi dari pohon cendana yang tumbuh di hutan. Pengelolaan berkelanjutan mencakup penerapan agroforestri, konservasi habitat, pemanfaatan serasah sebagai pupuk, dan kemitraan dengan berbagai pihak untuk meningkatkan kelestarian dan nilai ekonomi cendana.

Kata kunci: Biodiversitas, konservasi, produktivitas, kesuburan tanah, cendana

1. Pendahuluan

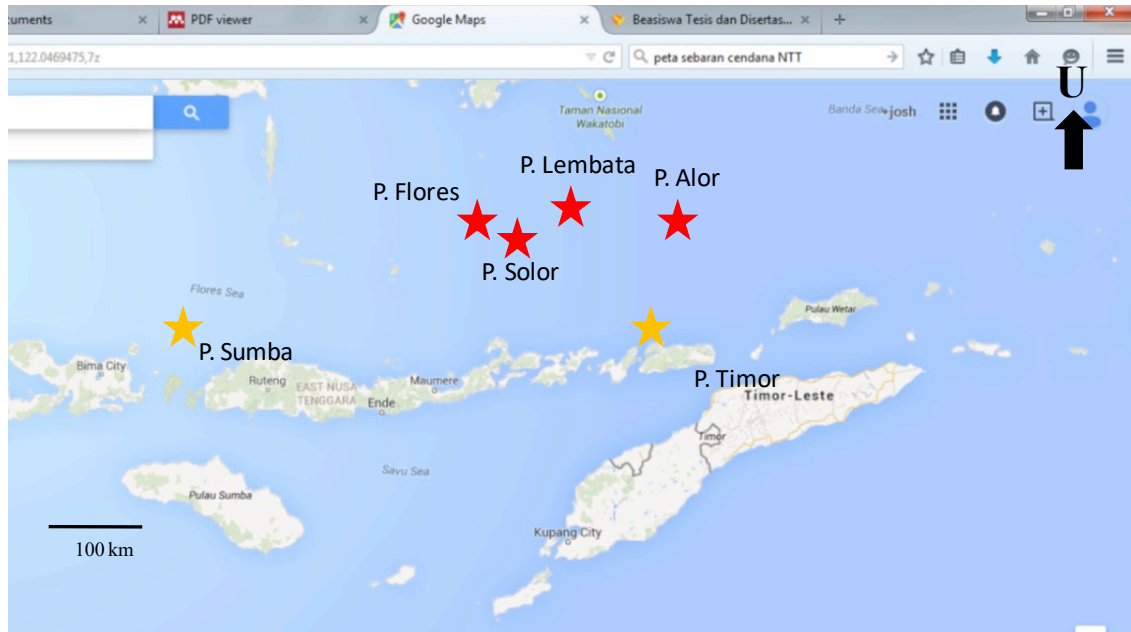
Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan daerah beriklim kering dengan vegetasi tropika musiman. Musim kering yang panjang menyebabkan sektor pertanian di NTT menghadapi kendala besar. Untuk pengembangan komoditas, salah satu tanaman yang cocok di daerah beriklim kering adalah tanaman endemik NTT antara lain cendana (*Santalum album* L.). Tanaman cendana, tumbuh secara alami di hutan dan dibudidayakan secara tradisional di kebun oleh nenek moyang masyarakat NTT karena cendana memiliki nilai ekonomi, sosial dan budaya yang tinggi. Selain itu, cendana juga dikenal oleh masyarakat sebagai lambang pemersatu, pembawa keharuman *hau meni*, dan penghidupan keluarga (Seran, 2019).

Oleh karena itu, sejak tahun 1986 tanaman cendana telah ditetapkan menjadi maskot NTT (Suripto, 1992). Kontribusi cendana dalam menunjang Pendapatan Asli Daerah (PAD) NTT sangat besar per tahun, sehingga pemerintah menetapkan cendana sebagai salah satu komoditas utama NTT. Menurut Dinas Kehutanan NTT, sejak tahun 1986/1987-1997/1998, cendana memiliki peranan penting sebagai sumber utama PAD setiap tahunnya yaitu 28-48%, sedangkan kontribusi cendana bagi PAD Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Timor Tengah Utara (TTU) sebesar 50% per tahun (Bano, 2001).

Eksplorasi cendana dari habitat aslinya terus dilakukan dan kurang memperhatikan upaya-upaya konservasinya, sehingga populasi cendana terus menurun dan cenderung menuju kepunahan. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran cendana tumbuh secara alami di hutan dengan populasi paling banyak dijumpai di Pulau Timor, P. Sumba, P. Solor, P. Lembata, dan P. Flores (Gambar 1). Tetapi pada tahun 1987 sebaran alami telah menurun dan populasi cendana di hutan dan di kebun hanya dijumpai di P. Timor sebanyak (4 kabupaten) dan P. Sumba sebanyak (2 kabupaten) (Seran, 2019). Di Nusa Tenggara Timur, khususnya Pulau Timor Barat, cendana tumbuh alami dan dibudidayakan terutama di Kabupaten TTS, TTU, Belu, dan Kupang.

Sejak tahun 1987-1998, telah terjadi penurunan populasi cendana sebesar 54% (Surata, & Idris, 2001). Data tahun 2006 menunjukkan bahwa populasi alami cendana di Kabupaten TTU sebanyak 33.678 pohon atau turun 98,82% dibandingkan dengan tahun 1997. Lahan yang menjadi habitat tanaman cendana tersebut mencapai 40,18% dari luas wilayah Kabupaten TTU sebesar 266.970 ha. Selanjutnya, populasi cendana di Kabupaten TTS tahun 2010 sebanyak 1.426 pohon atau turun sebesar 79,03% jika dibandingkan dengan hasil inventarisasi cendana tahun 1997 sebanyak 112.710 pohon (Seran, 2019).

**Analisis Produktivitas Seresah dan Profile Vegetasi Cendana (*Santalum album* L.)
di Pulau Timor Barat-Nusa Tenggara Timur
Yoseph Nahak Seran , Ludgardis Ledheng, & Emanuel Maria Yosef Haneo**



Gambar (fig) 1. Penyebaran alami cendana (*Natural distribution of sandalwood*)

Penyebab utama langkanya pohon cendana akibat penebangan yang melebihi kapasitas produksi. Adanya penetapan target tebangan tahunan yang tinggi, dan konversi hutan menjadi daerah perkebunan, pertanian, pemukiman penduduk serta gangguan kebakaran hutan dan lahan. Faktor-faktor inilah yang semakin mempengaruhi penurunan jumlah populasi cendana di Pulau Timor dan peningkatan status konservasi cendana yang semula *not* menjadi *vulnerable* (Gerson et al., 2014). Tanaman cendana dalam proses pertumbuhannya sangat memerlukan tumbuhan lain karena bersifat hemiparasit dengan persyaratan karakteristik habitat yang spesifik dan sesuai sehingga pertumbuhan cendana menjadi lebih baik dengan kandungan minyak atsiri dan menghasilkan kualitas kayu yang wangi. Oleh karena itu, keberadaan tumbuhan lain dan kondisi habitat tanah yang ideal sangat penting untuk membantu dalam proses penyerapan unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan cendana (Gerson et al., 2014)

Upaya-upaya pengelolaan dan pelestarian cendana secara baik terus menerus dilakukan dari aspek penelitian profil populasi cendana, analisis faktor lingkungan biofisik, peta sebaran dan regenerasi, serta aplikasi biomodeling pertumbuhan cendana dengan pendekatan biokomputasi juga telah dilakukan. Namun kondisi saat ini, pengembangan potensi dan pengelolaan cendana perlu didukung dengan kajian analisis tingkat produktivitas hutan cendana, meliputi analisis produktivitas seresah di hutan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pembuatan profil stratifikasi hutan dengan metode oldeman. Pengelolaan cendana yang baik di Kabupaten Timor Tengah Utara mestinya didukung dengan adanya pengetahuan dan informasi yang komprehensif tentang ekosistem hutan cendana termasuk struktur komunitas hutan cendana. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang produktivitas seresah dan profil hutan untuk pengembangan demplot cendana di Kabupaten Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas serasah cendana, pola vegetasi cendana dengan faktor lingkungan, pertumbuhan cendana di hutan dan kebun di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

2. Metodologi

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Timor Tengah Utara (Kabupaten TTU) dan Kabupaten Timor Tengah Selatan (Kabupaten TTS), Provinsi Nusa Tenggara Timur yang merupakan habitat asli tanaman cendana. Penentuan lokasi pengamatan dan contoh didasarkan pada peta dasar sebaran cendana (variasi populasi, variasi lereng dan suhu), survei awal, wawancara dengan tokoh kunci, klarifikasi di lapangan, dan pertimbangan aksesibilitas lokasi.

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengamatan sebanyak tiga lokasi dengan kombinasi variasi populasi vegetasi (tinggi, sedang, rendah), variasi kelerengan (datar, curam dan terjal), dan variasi suhu (yaitu tinggi dan rendah). Masing-masing titik lokasi pengamatan diwakili kombinasi tiga variasi perlakuan, yaitu populasi, kelerengan, suhu, dan keterwakilan kebun maupun hutan cendana. Pengambilan data lapangan di Kabupaten TTU di tiga stasiun pengamatan, yaitu Kebun Upfaon (UPUp), Hutan Oinbit (UFOi), dan Hutan Banamlaat (UFBa). Pengambilan data lapangan di Kabupaten TTS, meliputi empat stasiun pengamatan, yaitu Stasiun Pengamatan Hutan Tetaf (SFTe), Hutan Karang Siri

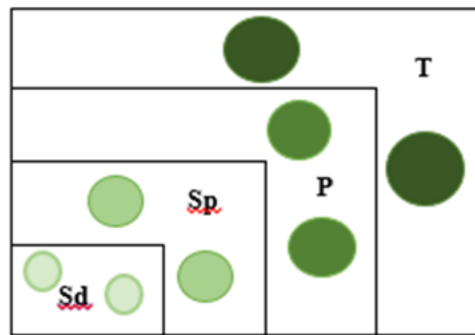
(SFKs), Kebun Oelbubuk (SPOe), dan Kebun Binaus (SPBi).

Setiap stasiun pengamatan memiliki jumlah plot yang bervariasi sesuai kerapatan pohon atau tiang dan sebaran populasi cendana. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2023 selama jangka waktu tujuh bulan. Analisis data produktivitas serasah cendana, pengeringan daun dan pola vegetasi dengan metode *Superiompose* dilakukan di Laboratorium Biologi FKIP dan Laboratorium Faperta Universitas Timor (UNIMOR).

2.2. Metode

2.2.1. Tahapan Pelaksanaan

Pengumpulan data produktivitas serasah hutan cendana, analisis pola vegetasi dan profil hutan cendana menggunakan analisis vegetasi secara *purposive sampling* di empat stasiun pengamatan sebanyak 32 plot pengamatan. Ukuran plot 20 m x 20 m (untuk populasi tingkat pohon), 10 m x 10 m (tiang), 5 m x 5 m (pancang), dan 2 m x 2 m (semai) (Gambar 4). Di setiap plot kerapatan, diameter batang, tinggi pohon, tinggi batang bebas cabang. Pencatatan data produktivitas serasah hutan cendana dilakukan di setiap kudran dengan menggunakan perangkat serasah yang terbuat dari bambu berukuran 1 m x 1 m setinggi 2 m. Dinding dan alas perangkat serasah dibuat sedemikian rupa, sehingga air yang masuk kedalam perangkat serasah langsung keluar untuk menghindari terjadinya pembusukan serasah cendana dan bahan organik lainnya. Untuk memudahkan pengambilan serasah maka dipasang kain kasa nilon di setiap perangkat berukuran 1 m x 1 m setinggi 2 m.



Gambar (Fig) 2. Plot pengamatan berbentuk plot tersarang (*The observation plot is in the form of a nested plot*)

Perangkap serasah berjumlah 32 unit dan diletakan pada setiap tegakan kuadran secara random. Peletakan perangkap serasah pertama kali dilakukan pada hari pertama penelitian. Setiap seminggu diambil serasah cendana dan bahan organik lainnya selama 7 bulan penelitian. Kemudian serasah dan bahan organik yang terperangkap dipisahkan menjadi 3 bagian, yaitu daun, cabang dan ranting, organ reproduksi (buah, biji). Data produktivitas serasah cendana dan vegetasi lainnya kemudian dimasukkan dalam plastik yang telah diberi label dan dibawa ke laboratorium untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 100⁰C selama 24 jam untuk dianalisis produktivitas cendana (Seran, 2019).

2.2.2. Analisis Data

Analisis data produktivitas serasah, pola vegetasi dan profil hutan cendana dilakukan dengan cara (a) analisis produktivitas serasah cendana setiap kuadran tegakan dengan menggunakan *statistic univariate*, deskriptif dan analisis *multivariate*, (b) analisis penentuan hubungan pola vegetasi dengan faktor lingkungan dianalisis menggunakan metode ordinasi secara *statistic univariate* menggunakan rumus Similarity indeks (IS) dan Disimilarity indeks (ID) dan (c)

kajian struktur vegetasi dan profil hutan cendana dianalisis struktur tegakan berdasarkan kelas diameter batang. (Seran, 2019).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.3.1. Produktivitas Serasah Cendana

Hasil penelitian tahap pertama mengenai analisis produktivitas serasah cendana di hutan dan kebun di Kabupaten TTS dan Kabupaten TTU sangat penting diketahui sebagai salah indikator stabilitas komunitas hutan dan kebun cendana. Pengembangan potensi dan pengelolaan cendana perlu didukung dengan kajian analisis tingkat produktivitas hutan cendana, meliputi analisis produktivitas serasah di hutan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Pengukuran produktivitas serasah cendana baik itu di hutan dan kebun dilakukan dengan membandingkan produktivitas serasah pada hutan lindung maupun hutan produksi yang dipengaruhi oleh topografi dan ketinggian tempat.

3.3.2. Identifikasi Cendana dan *Growth Form*

Identifikasi vegetasi cendana dan *growth form* vegetasi menunjukkan indikator interaksi vegetasi dan faktor

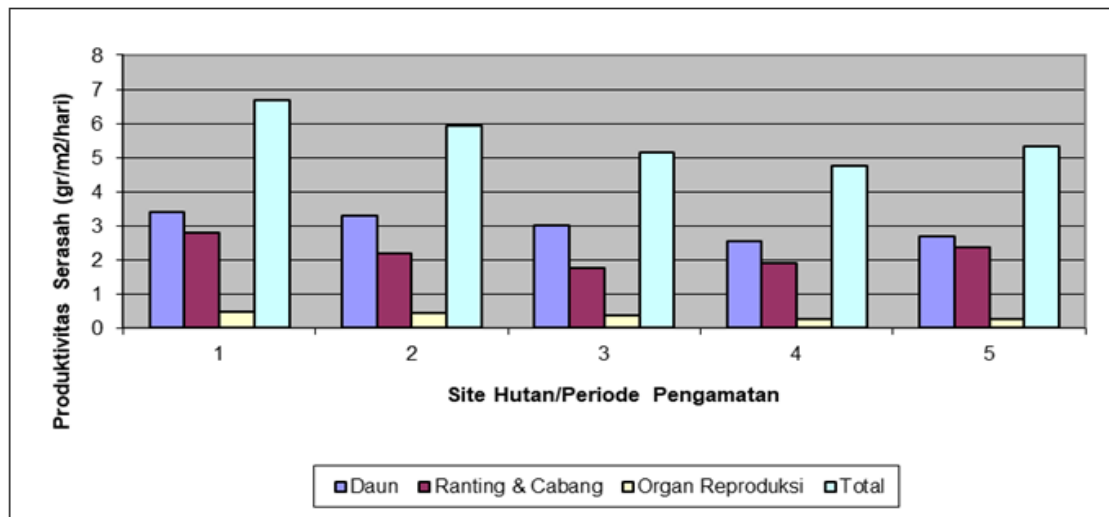
abiotik sebagai habitat cendana baik itu di hutan dan kebun. Berdasarkan hasil analisis indeks vegetasi yang dapat digambarkan oleh kekayaan taksa, kerapatan, indeks diversitas, indeks nilai penting dan pengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan analisis interaksi vegetasi dan faktor abiotik di delapan stasiun pengamatan ditemukan 32 spesies.

3.3.3. Produktivitas Serasah Cendana

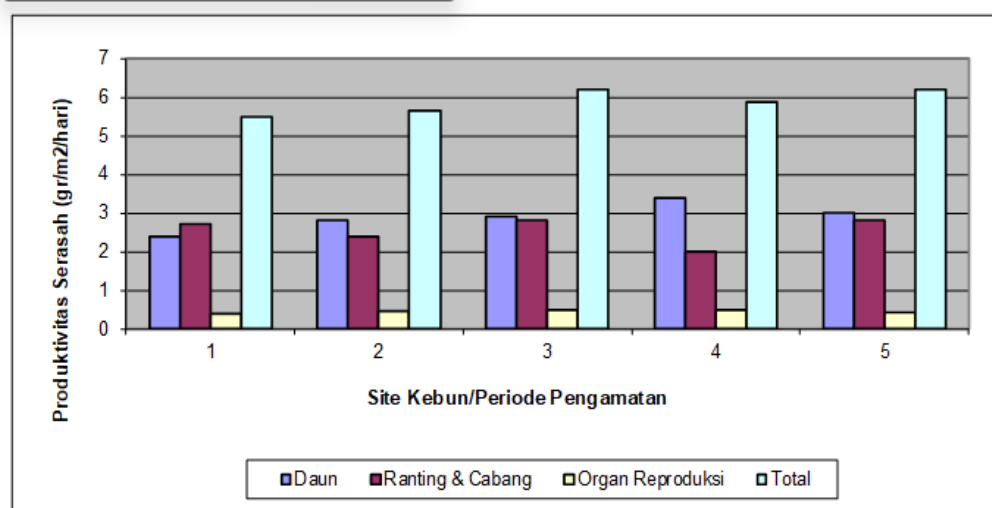
Hasil penelitian mengenai produktivitas serasah cendana baik itu di hutan dan kebun masyarakat menunjukkan bahwa produktivitas serasah cendana tertinggi terdapat pada organ daun sebanyak 15,49 g/m²/hari, organ ranting dan cabang sebesar 13,9 g/m²/hari dan komponen organ reproduksi (buah dan biji) sebesar 12,4 g/m²/hari. Secara keseluruhan total produktivitas serasah cendana di hutan

dan kebun di Kabupaten TTS dan Kabupaten TTU di seluruh stasiun pengamatan sebanyak 41,79 ton/ha/tahun. Produktivitas serasah tertinggi pada organ daun tumbuhan cendana. Produktivitas serasah terendah terdapat di stasiun pengamatan kebun cendana baik di Kabupaten TTS dan Kabupaten TTU. Hasil pengamatan produktivitas serasah cendana seluruh tegakan hutan dan kebun dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil pengukuran produktivitas serasah di *site* hutan periode minggu pertama sampai minggu kelima sangat bervariasi. Produktivitas tertinggi pada minggu pertama sebanyak 6,69 g/m²/hari, sedangkan produktivitas terendah pada minggu keempat sebesar 4,74 g/m²/hari. Hasil pengamatan produktivitas serasah berdasarkan pengamatan dari minggu pertama sampai minggu kelima di *site* kebun dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar (Fig.) 3. Produktivitas serasah cendana *site* hutan periode pengukuran minggu pertama sampai kelima (*Productivity of sandalwood litter at the forest site, measurement period from the first to fifth week*)

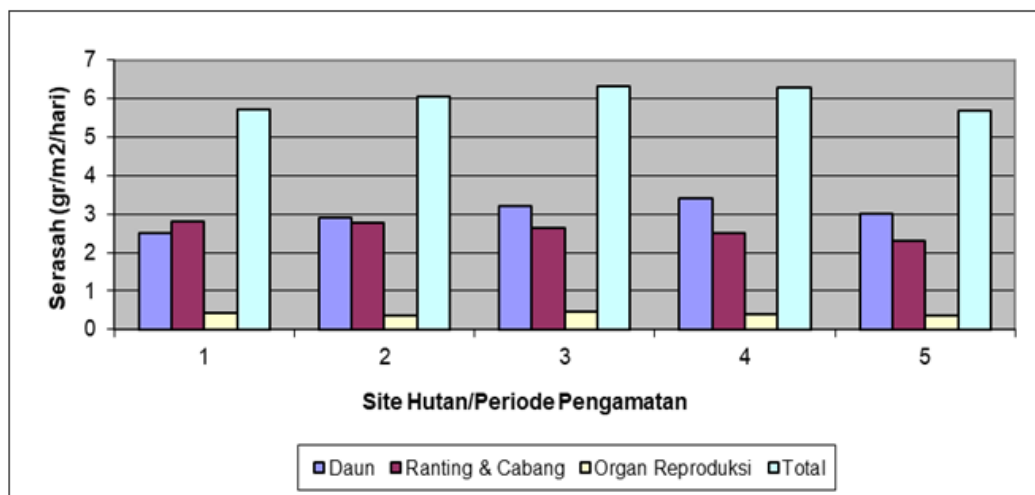


Gambar (Fig.) 4. Produktivitas serasah cendana di *site* kebun pada pengukuran minggu pertama sampai kelima (*The sandalwood litter productivity at the garden site during the first to fifth week of measurements*)

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa produktivitas serasah di *site* kebun pada minggu pertama sampai kelima, umumnya bervariasi. Namun produktivitas serasah di kebun tertinggi pada pengamatan minggu ketiga sebesar 6,22 g/m²/hari dan terendah produktivitas serasahnya

pada minggu pertama khusus *site* kebun sebesar 5,49 g/m²/hari.

Hasil pengukuran produktivitas serasah berdasarkan pengamatan minggu keenam sampai minggu kesepuluh di *site* hutan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar (Fig.) 5. Produktivitas serasah cendana di *site* hutan pada pengukuran minggu keenam sampai kesepuluh (*The sandalwood litter productivity at the forest site during the sixth to tenth week of measurement*)

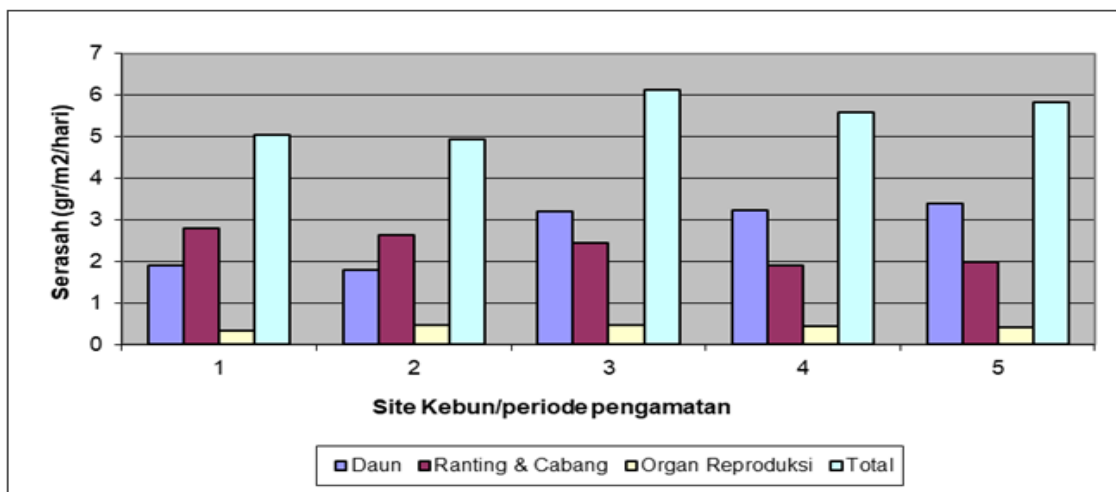
Berdasarkan Gambar 4, bahwa produktivitas serasah paling tinggi pada minggu keenam sampai kesepuluh hampir sama (tidak ada perbedaan yang signifikan) antar periode pengamatan, yaitu pada minggu ketujuh sampai minggu kesembilan. Produktivitas serasah terendah pada minggu kesepuluh sebesar 5,67 g/m²/hari.

Hasil pengukuran produktivitas serasah berdasarkan pengamatan minggu keenam sampai minggu kesepuluh di *site* kebun dapat dilihat pada Gambar 5.

3.3.4. Identifikasi Inang Cendana

Identifikasi vegetasi sebagai inang cendana dan pertumbuhan vegetasi cendana menunjukkan indikator

interaksi vegetasi dan faktor abiotik sebagai habitat cendana baik itu di hutan dan kebun. Berdasarkan hasil analisis indeks vegetasi yang dapat digambarkan oleh kekayaan taksa, kerapatan, indeks diversitas, indeks nilai penting dan pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan analisis interaksi vegetasi dan faktor abiotik dari delapan stasiun pengamatan ditemukan tingkat pohon, tiang, pancang dan semai masing-masing sebesar 21 jenis, 24 jenis, 26 jenis, dan 30 jenis. Hal ini mengindikasikan spesies yang menjadi inang cendana ada 32 spesies. Daftar jenis vegetasi yang terdapat di habitat cendana di hutan dan kebun dapat dilihat pada Tabel.



Gambar (Fig.) 6. Produktivitas serasah cendana *site* kebun periode pengukuran minggu keenam sampai kesepuluh (*Productivity of sandalwood litter at the garden site during the measurement period from the sixth to tenth week*)

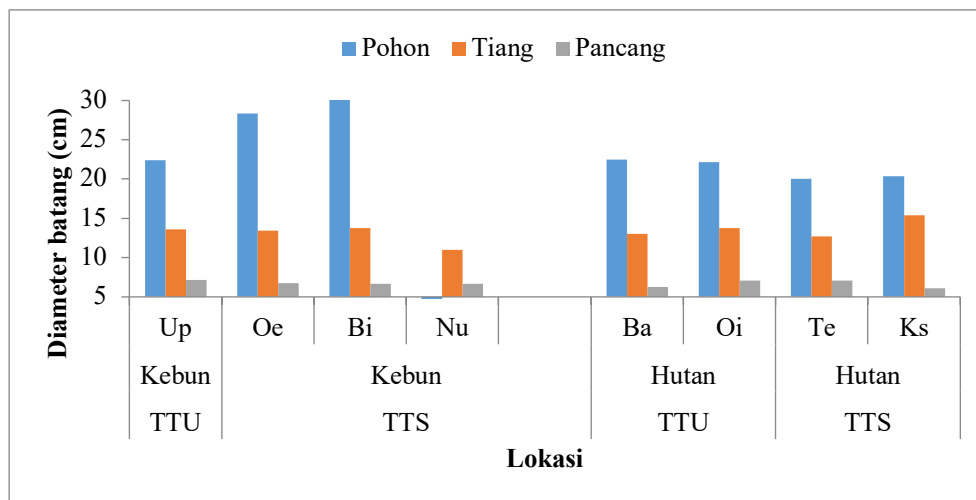
**Analisis Produktivitas Seresah dan Profile Vegetasi Cendana (*Santalum album* L.)
di Pulau Timor Barat-Nusa Tenggara Timur
Yoseph Nahak Seran , Ludgardis Ledheng, & Emanuel Maria Yosef Hanoë**

Tabel (Table) 1. Identifikasi jenis vegetasi dan fase pertumbuhan yang ditemukan di hutan dan kebun cendana di Kabupaten TTS dan Kabupaten TTU (*Identification of vegetation types and growth phases found in sandalwood forests and gardens at TTS and TTU Regencies*)

No	Jenis (<i>Species</i>)	Fase pertumbuhan (<i>Growth phase</i>)			
		Pohon (<i>Tree</i>)	Tiang (<i>Pole</i>)	Pancang (<i>Sapling</i>)	Semai (<i>Seedling</i>)
1	<i>Acacia</i> sp.	√	√	√	√
2	<i>Aleurites moluccana</i> L.	√	√	√	√
3	<i>Anacardium occidentale</i> L.	-	√	√	√
4	<i>Anonna squamosal</i> L.	-	√	√	√
5	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	-	√	√	√
6	<i>Barleria prionitis</i> L.	√	√	√	√
7	<i>Bauhinia malabarica</i> Roxb.	√	√	√	√
8	<i>Borassus flabellifer</i> L.	√	√	√	√
9	<i>Cassia siamea</i> lam.	√	√	√	√
10	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	√	√	√	√
11	<i>Ceiba pentandra</i> L.	√	√	√	√
12	<i>Ceretonia silique</i> L.	√	√	-	√
13	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	-	-	-	√
14	<i>Cocos nucifera</i> L.	√	-	√	-
15	<i>Cyperus rotundus</i> Linn.	-	-	-	√
16	<i>Demosdium incanum</i> DC.	-	√	√	√
17	<i>Eucaliptus alba</i> Reinw. ex Blume	√	√	√	√
18	<i>Gliricidia maculate</i> (Kunth) Steud	-	√	√	√
19	<i>Gmelina</i> sp.	√	√	√	√
20	<i>Imperata cylindrical</i> (L.) Raeusch	-	-	-	√
21	<i>Lantana camara</i> L.	-	-	√	√
22	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	√	√	√	√
23	<i>Mangifera indica</i> L.	√	√	√	√
24	<i>Psidium guajava</i> L.	V	√	√	√
25	<i>Schleichera oleosa</i> L.	√	√	√	√
26	<i>Sterculia quadrifida</i> R.	√	√	√	√
27	<i>Stilosanthes biflora</i> (L.) Britton, Sterns & Poggenb.	-	-	-	√
28	<i>Swietenia mahagoni</i> L.	√	√	√	√
29	<i>Tamarindus indica</i> L.	√	-	√	√
30	<i>Tectona grandis</i> L.	√	√	√	√
31	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	√	√	√	√

Sumber (Source): Seran (2024)

3.1.2. Profil Hutan Alam Berdasarkan Stratifikasi Pohon Cendana



Keterangan (Remarks): Up = Kebun Upfaon (*Upfaon Garden*), Oe = Kebun Oelbubuk (*Oelbubuk Garden*), Bi = Kebun Binaus (*Binaus Garden*), Ba = Hutan Banamlaat (*Banamlaat Forest*), Oi = Hutan Oinbit (*Oinbit Forest*), Te = Hutan Tetaf (*Tetaf Forest*), & Ks = Hutan Karang Siri (*Karang Siri Forest*)

Gambar (Fig.) 7. Rata-rata diameter batang cendana pada fase pohon, tiang, pancang (*Average diameter of sandalwood trunk at tree, pole, sapling stages*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil tanaman cendana berdasarkan diameter pohon cendana sangat bervariasi antar lokasi penelitian (Gambar 6). Pohon cendana yang tumbuh di areal kebun di Kabupaten TTU dan Kabupaten TTS memiliki rata-rata diameter lebih besar jika dibandingkan pohon cendana yang tumbuh di areal hutan. Profil hutan berdasarkan rata-rata diameter pohon cendana di Kabupaten TTU lebih besar jika dibandingkan dengan diameter pohon cendana di Kabupaten TTS (Gambar 5). Pada tingkat tiang, rata-rata diameter cendana di areal kebun di Kabupaten TTU lebih besar dibandingkan dengan di areal kebun di Kabupaten TTS. Profil hutan cendana di areal kebun umumnya tidak menunjukkan adanya variasi pertumbuhan diameter batang yang tinggi antar lokasi di areal hutan di Kabupaten TTU dan Kabupaten TTS.

Namun, tingkat pohon cendana menunjukkan adanya variasi diameter batang di areal hutan di Kabupaten TTU jauh lebih tinggi daripada di areal hutan di Kabupaten TTS.

3.4. Pembahasan

Penelitian mengenai produktivitas serasah cendana di hutan alam dan kebun masyarakat menunjukkan hasil yang menarik. Secara keseluruhan, produktivitas serasah cendana tertinggi terdapat pada organ daun, dengan angka 15,49 g/m²/hari. Diikuti oleh organ ranting dan cabang sebesar 13,9 g/m²/hari, serta komponen organ reproduksi (buah dan biji) yang mencapai 12,4 g/m²/hari. Total produktivitas serasah cendana di hutan dan kebun di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Timor Tengah Utara (TTU) mencapai 41,79 ton/ha/tahun.

Dalam analisis lebih mendalam, ditemukan bahwa komponen serasah,

seperti daun, cabang, ranting, dan organ reproduksi menghasilkan serasah yang berbeda. Produktivitas serasah antara hutan dan kebun juga menunjukkan perbedaan, yang disebabkan oleh jumlah pohon cendana yang berbeda antara kedua habitat tersebut. Pohon cendana, yang jarang ditemukan di hutan, lebih banyak terdapat di kebun. Perbedaan ini berkontribusi pada variasi produktivitas serasah antara stasiun pengamatan. Selain itu, serasah dari organ reproduksi cendana tergolong sedikit dibandingkan dengan serasah daun dan cabang, karena cendana umumnya hanya berbunga dan berbuah dua kali dalam setahun.

Beberapa faktor memengaruhi produktivitas serasah cendana. Pertama, kerapatan pohon menunjukkan korelasi positif dengan produktivitas serasah, semakin rapat tegakan, semakin tinggi produksi serasah (Siska & Damsir, 2022; Puspaningrum et al., 2024). Kedua, curah hujan juga menjadi faktor penting (Siska & Damsir, 2022). Ketiga, jenis dan umur pohon cendana memengaruhi laju produksi serasah; pohon dengan diameter batang yang lebih besar cenderung menghasilkan serasah lebih banyak (Latupono, 2025). Faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban udara, dan angin, juga turut berkontribusi (Puspaningrum et al., 2024). Peningkatan suhu dapat menurunkan kelembaban serta meningkatkan laju transpirasi, yang dapat menyebabkan pohon menggugurkan daun. Selain itu, ketinggian tempat, terutama lokasi di atas 500 mdpl, turut memengaruhi pertumbuhan cendana (Sumardi et al., 2015).

Hasil penelitian ini mengungkapkan perbedaan produktivitas serasah cendana antara komponen penyusunnya, baik di hutan maupun kebun. Semakin banyak

serasah daun yang dihasilkan, maka semakin besar pengaruhnya terhadap kesuburan tanah. Hal ini mendukung pandangan bahwa serasah cendana berpengaruh positif terhadap kesuburan tanah. Beberapa argumen yang mendasari hal ini antara lain adalah bahwa serasah yang dihasilkan oleh vegetasi memberikan kontribusi bahan organik penting bagi tanah (Asbar et al., 2024). Selain itu, dekomposisi serasah berperan dalam memelihara kesuburan tanah dan menjadi sumber makanan bagi fauna tanah (Latupono et al., 2025). Serasah juga memperkaya tanah dengan melepaskan mineral melalui proses dekomposisi (Rahman et al., 2023).

Serasah daun memiliki peran krusial dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui beberapa mekanisme. Pertama, serasah daun menyumbangkan bahan organik yang esensial bagi tanah. Bahan organik ini, setelah terdekomposisi, akan membentuk humus yang memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan retensi air, dan aerasi tanah (Yuliani & Rahayu, 2016). Humus juga menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah yang berperan dalam siklus nutrisi (Umayya, 2017). Kedua, proses dekomposisi serasah daun membebaskan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium ke dalam tanah, yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman (Yuliani & Rahayu, 2016). Selain itu, serasah daun menyediakan habitat dan sumber makanan bagi fauna tanah, seperti cacing tanah dan serangga, yang membantu dalam aerasi tanah dan penguraian bahan organik lebih lanjut (Umayya, 2017).

Perbedaan produktivitas serasah antara hutan dan kebun memiliki implikasi signifikan terhadap pengelolaan ekosistem dan pertanian berkelanjutan. Kebun yang dikelola dengan baik dapat menghasilkan lebih

banyak serasah, yang berkontribusi pada kesuburan tanah dan keseimbangan ekosistem (Ariansah et al., 2025). Strategi pengelolaan lahan yang efektif dapat dirumuskan berdasarkan pemahaman ini, misalnya dengan meniru praktik hutan di kebun untuk meningkatkan produktivitas serasah dan kesehatan tanah (Ariansah et al., 2025). Praktik agroforestri, yang mengintegrasikan pohon cendana dengan tanaman pangan, dapat meningkatkan produktivitas secara keseluruhan dan menjaga kesuburan tanah dalam jangka panjang (Ariansah et al., 2025). Di lahan terdegradasi, pemanfaatan pohon cendana dalam upaya restorasi dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah dan memulihkan ekosistem (Karina et al., 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa identifikasi vegetasi sebagai inang cendana dan pertumbuhan vegetasi cendana dipengaruhi oleh interaksi antara vegetasi dan faktor abiotik di habitatnya, baik di hutan maupun kebun. Melalui analisis indeks vegetasi, ditemukan 32 spesies inang yang berperan dalam pertumbuhan cendana, dengan jumlah jenis vegetasi yang teridentifikasi dalam berbagai fase pertumbuhan, yaitu tingkat pohon 21 jenis, tingkat tiang 24 jenis, tingkat pancang 26 jenis, dan tingkat semai 30 jenis. Pengelompokan stasiun pengamatan juga mengungkapkan tingkat keragaman dan kerapatan taksa, serta indeks nilai penting yang mengindikasikan pentingnya spesies-spesies tersebut dalam ekosistem (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa keberagaman spesies vegetasi yang ditemukan memberikan kontribusi signifikan terhadap kualitas habitat cendana, yang sangat penting untuk pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di

daerah tersebut.

Berdasarkan penelitian ini, regenerasi vegetasi di habitat cendana dapat dikatakan baik dan stabil. Komposisi vegetasi yang hidup dengan cendana sangat banyak dan didominasi oleh tingkat semai dan pancang. Tingkat semai dan pancang lebih banyak daripada tingkat pohon dan tiang sehingga diprediksi hutan cendana di Pulau Timor Barat proses regenerasinya akan berlangsung dengan dinamis dan stabil karena jumlah jenis semai dan pancang sebagai calon pengganti pohon besar lebih banyak jumlah jenisnya daripada tingkat pohon dan tiang (Seran, 2019).

Variasi jenis antar lokasi tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan karena vegetasi di Pulau Timor umumnya tipe vegetasi lahan kering dan meranggas pada musim kemarau (Seran, 2019). Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat di Kabupaten TTU dan Kabupaten TTS, vegetasi yang sebagian besar hidup berinteraksi dengan cendana adalah vegetasi inang cendana yang mendukung pertumbuhan cendana di kebun dan hutan (Wawo, 2019; Ariyanti & Asbur, 2018). Cendana memerlukan tumbuhan lain sebagai inang untuk membantu menyerap unsur hara dari dalam tanah (Andayani & Ama, 2016).

Profil hutan cendana berdasarkan strata pertumbuhan tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai, jika dilihat dari pertumbuhan diameter dan tinggi pohon, menunjukkan bahwa tanaman cendana yang tumbuh di areal hutan memiliki variasi tinggi dan diameter pohon yang hampir sama antar lokasi penelitian. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan cendana yang tumbuh dibudidayakan (areal kebun) oleh masyarakat di Kabupaten TTU dan Kabupaten TTS, yang umumnya sangat bervariasi baik diameter maupun tinggi pohon (Seran,

2019). Variasi ini dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan adaptasi terhadap lingkungan tumbuh (Widyatmoko, & Rimbawanto, 2015). Profil vegetasi cendana yang bervariasi diameter dan tinggi pohon antar lokasi kebun mengindikasikan bahwa petani sangat selektif dalam memilih kualitas bibit cendana yang baik, cara pesemaian, sistem agroforestri, tingkat pemeliharaan yang intensif dari hama penyakit juga dapat berpengaruh terhadap kualitas pertumbuhan diameter batang tanaman cendana (Seran, 2019; Widyatmoko & Rimbawanto, 2015).

Pertumbuhan diameter pohon meningkat apabila kebutuhan hasil fotosintesis untuk respirasi, pergantian daun, pertumbuhan akar dan tinggi tanaman dalam keadaan stabil. Interaksi antara faktor genetik tanaman dengan lingkungan merupakan faktor utama yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman cendana (Ariyanti & Asbur, 2018).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Produktivitas serasah vegetasi cendana di areal hutan dan kebun secara keseluruhan sebesar 58,32 ton/ha/tahun dengan rincian komponen serasah daun sebanyak 29,95 g/m²/hari, organ ranting dan cabang sebanyak 24,5 gram/m²/hari dan komponen organ reproduksi (buah dan biji) sebanyak 3,87 g/m²/hari. Produktivitas serasah paling tinggi berupa komponen serasah daun (29,95 g/m²/hari) dan produktivitas terendah adalah komponen serasah organ reproduksi (3,87 g/m²/hari). Komposisi vegetasi berdasarkan fase pertumbuhan di areal hutan dan kebun cendana, yaitu tingkat pohon 21 jenis, tingkat tiang 24 jenis, tingkat pancang 26 jenis, dan tingkat semai 30 jenis. Indikasi spesies yang menjadi inang cendana ada 31

spesies. Profil pohon cendana yang tumbuh di areal kebun memiliki diameter pohon lebih besar daripada pohon cendana yang tumbuh di areal hutan. Namun, diameter pohon cendana di areal hutan di Kabupaten Timor Tengah Utara jauh lebih besar daripada Hutan Cendana di Kabupaten Timor Tengah Selatan.

4.2. Saran

Diperlukan pengelolaan berkelanjutan tanaman cendana, meliputi penerapan agroforestri dengan tanaman pangan, konservasi habitat, dan pemanfaatan serasah sebagai pupuk organik. Diversifikasi spesies inang, peningkatan kesadaran masyarakat, serta penelitian berkelanjutan juga penting. Selain itu, restorasi lahan terdegradasi, sertifikasi produk berkelanjutan, pengelolaan sumber daya air, dan kemitraan dengan pemerintah serta lembaga social masyarakat dapat meningkatkan kelestarian dan nilai ekonomi cendana.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada staf Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Utara atas bantuan dan ijin yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

- Andayani, T.S., & Ama, P.D.W. (2016). Pertumbuhan Semai Cendana (*Santalum album* Linn.) pada beberapa jenis inang. *Jurnal Wana Tropika*, 6(2), 23-36.
- Ariyanti, M., & Asbur, Y. (2018). Cendana (*Santalum album* L.) Sebagai Tanaman Penghasil Minyak Atsiri. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 558-567.
- Ariansah, D., Kristalisasi, E.N., & Jaya, G.I. (2025). Pengaruh Macam

- Dan Dosis Pupuk Organik (Serasah Daun Bambu Dan Pupuk Kandang) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di *Pre Nursery*. *Agroforetech*, 3(2), 867-872.
- Asbar, Yunus, M., & Hamsiah. (2024). Analisis Produksi Dan Potensi Unsur Hara Serasah Di Kawasan Konservasi Mangrove Puntondo Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries (JOINT-FISH): Jurnal Akuakultur, Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap dan Ilmu Kelautan*, 7(1), 54-62.
- Bano, H.H. (2001). Makalah Kajian. *Berita Biologi*, 5(1), 469-475.
- Karina, T.P., Arianto, W., & Wiryono. (2022). Laju Dekomposisi Serasah Daun Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Bengkulu, Bengkulu Utara. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(2), 106-112.
- Latupono, A.H., Irwanto, & Hadijah, M. (2025). Biomassa Serasah Pada Berbagai Tipe Hutan Alam di Negeri Hatusua. Provinsi Maluku. *MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(11), 1140-1152. DOI: <https://doi.org/10.69840>
- Puspaningrum, D., Ruruh, A., & Imran, A.A. (2024). Produktivitas Serasah Mangrove Di Desa Popalo Gorontalo Utara. *Jurnal Makila*, 18(2), 310-324. DOI: <https://doi.org/10.30598>
- Seran, Y.N. (2019). Profil Populasi Dan Pemodelan Regenerasi Tumbuhan Cendana (*Santalum album* L.) Di Hutan Dan Kebun Di Pulau Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur. Disertasi, Universitas Brawijaya, Malang.
- Siska, F., & Damsir. (2022). Produktivitas Serasah *Avicennia Marina* Dan *Rhizophora Apiculata* di Cagar Alam Pulau Dua Banten. *Bio Sains: Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(1), 1-7.
- Sumardi, Kurniawan, H., & Misto. (2015). Karakteristik Pertumbuhan Cendana (*Santalum album* Linn.) Asal Populasi Pulau Sumba. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(2), 171-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.18330>
- Surata, I.K., & Idris, M.M. (2001). Status Penelitian Cendana. *Berita Biologi*, Edisi Khusus Masalah Cendana NTT, 5, 521-537.
- Umayya, L. (2017). Pengaruh Jenis Serasah Terhadap Perkembangan Cacing Tanah *Pontoscolex carethrus*. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.
- Wawo, A.H. (2019). Cendana (*Santalum album*) dan keanekaragaman inang. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 8(2), 181-187.
- Widyatmoko, A.Y.B.P.C., & Rimbawanto, A. (2015). Karakteristik Pertumbuhan Cendana (*Santalum album* Linn.) Asal Populasi Pulau Simba. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(2), 171-181.
- Yuliani & Rahayu, Y.S. (2016). Pemberian Serasah Daun Jati Dalam Meningkatkan Kadar Hara Dan Sifat Fisika Tanah Pada Tanah Kapur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 213-217. <https://www.researchgate.net/publication/318298897>

Analisis Tingkat Kerusakan dan Nilai Rehabilitasi Mangrove di Kabupaten Siak, Riau
(Analysis of Mangrove Degradation Level and Rehabilitation at Value Siak Regency, Riau)

Enny Insusanty^{1*}, Emy Sadjati¹, Eno Suwarno¹, Sri Rahayu Prasetyaningsih¹, Ambar Tri Ratnaningsih¹, dan/and Rosita Dewi²

¹Prodi Kehutanan, Universitas Lancang Kuning, Jalan Yos Sudarso Km 8 Rumbai, Pekanbaru 25584, Provinsi Riau

²Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Kawasan Sains dan Teknologi Soekarno, Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46, Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia

* E-mail: ennyinsusanty@unilak.ac.id

Tanggal diterima: 27 Juli 2025; Tanggal disetujui: 11 November 2025; Tanggal direvisi: 19 Desember 2025

Abstract

*Mangroves are a collection of vegetation influenced by tidal fluctuations, providing ecosystem protection to terrestrial environments. Therefore, rehabilitating damaged mangroves is crucial. This study aims to (1) identify the condition and damage of mangrove forests in Kampung Rawa Mekar Jaya, (2) identify and examine the factors causing the damage, and (3) estimate the rehabilitation value. Data were collected through field surveys, vegetation measurements, and questionnaires to the local community. The results showed a dominance of *R. apiculata* with a stand density of 902 trees/ha and a stand volume of 62 m³/ha. The diversity index was medium, the species richness index was high, and the evenness index was low, indicating moderate diversity with a relatively even distribution of individuals. The mangrove forest was in a degraded condition, with stand density < 1,000 trees/ha (902.4 trees/ha) and a relatively low canopy cover (< 50%). The main cause of damage was illegal logging in the mangrove forest. The estimated value of mangrove rehabilitation is IDR 1,123,005,000 per year. This study emphasizes the significance of sustainable mangrove management and rehabilitation in maintaining ecological functions and socio-economic benefits for local communities.*

Keywords: *Mangrove, vegetation analysis, degradation, rehabilitation value*

Abstrak

Mangrove merupakan kumpulan vegetasi yang dipengaruhi pasang surut air laut untuk memberikan perlindungan ekosistem terhadap lingkungan darat, sehingga upaya rehabilitasi terhadap kerusakan mangrove menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan: (1) mengidentifikasi kondisi hutan mangrove dan kerusakannya di Kampung Rawa Mekar Jaya, (2) mengidentifikasi dan mempelajari faktor penyebab kerusakan, dan (3) mengestimasi nilai rehabilitasi. Data diperoleh melalui survei lapangan, pengukuran vegetasi, dan kuesioner kepada masyarakat sekitar. Hasil penelitian menunjukkan dominasi *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan tegakan 902 pohon/ha dan volume tegakan 62 m³/ha. Indeks keanekaragaman sedang, indeks kekayaan tinggi, dan indeks pemerataan rendah, yang menandakan keanekaragaman sedang, dengan distribusi individu relatif merata. Hutan mangrove dalam kondisi rusak dengan kerapatan tegakan < 1.000 pohon/ha, yaitu 902,4 pohon/ha dengan kondisi tutupan tajuk relatif rendah < 50%. Faktor penyebab kerusakan

adanya kegiatan pembalakan liar di hutan mangrove. Nilai rehabilitasi hutan mangrove sebesar Rp 1.123.005.000/tahun. Penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan dan rehabilitasi mangrove secara berkelanjutan untuk menjaga fungsi ekologis serta manfaat sosial-ekonomi bagi masyarakat lokal.

Kata Kunci: Mangrove, analisis vegetasi, kerusakan, nilai rehabilitasi

1. Pendahuluan

Mangrove merupakan vegetasi pantai yang tumbuh di kawasan pasang surut dengan substrat berlumpur. Secara alami, mangrove berkembang dari zona surut maksimum (zona depan) hingga zona pasang maksimum (zona belakang) yang berbatasan dengan daratan. Seiring meningkatnya aktivitas manusia, ekosistem mangrove yang memiliki fungsi ekologis, ekonomis, dan sosial-budaya mengalami kerusakan, baik bersifat sementara maupun permanen.

Menurut Eddy et al. (2015), sekitar 50% hutan mangrove di Indonesia telah hilang dalam 20–30 tahun terakhir akibat aktivitas perikanan, perkebunan, permukiman, pertanian, pertambangan, dan industri. Kerusakan ekosistem mangrove tidak hanya dipengaruhi oleh faktor alam, tetapi juga sangat dipicu oleh aktivitas manusia (Suting et al., 2020). Kurangnya pemahaman masyarakat serta pembangunan infrastruktur, seperti permukiman, pelabuhan, dan kawasan industri, menjadi penyebab utama kerusakan mangrove (Akram & Hasnidar, 2022).

Hutan mangrove memiliki karakteristik khas, tumbuh di zona intertidal dengan tanah berlumpur, berlempung, atau berpasir, tergenang secara berkala oleh air laut, memperoleh pasokan air tawar, dan memiliki salinitas 2-38 (Bengen, 2000). Mangrove berkembang di muara sungai, daerah pasang surut, atau tepi laut (Mulyadi et al., 2010) dan merupakan ekosistem pesisir yang penting bagi manusia maupun fauna di sekitarnya. Namun, ekosistem ini mengalami degradasi tinggi akibat pemanfaatan yang kurang

memperhatikan kelestarian. Mangrove berperan signifikan dalam mendukung lanskap pesisir dan sumber daya perairan yang dimanfaatkan masyarakat (Rotich et al., 2016).

Komunitas mangrove dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik (Kustanti, 2011). Hutan mangrove memiliki fungsi fisik, biologis, dan ekonomis. Secara sosial-ekonomi, mangrove penting sebagai obyek wisata dan sumber produk kayu maupun non-kayu bagi masyarakat sekitar. Namun, degradasi mangrove meningkat seiring dengan aktivitas ekonomi dan pembangunan pesisir (Kiolol et al., 2017).

Kampung Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau, terletak di wilayah pesisir dengan hutan mangrove alami pada ketinggian ± 2 mdpl (BPS, 2024). Topografinya bervariasi dari datar hingga berombak. Sebagian hutan mangrove telah direhabilitasi, namun masih terdapat sekitar 25 ha yang perlu pemulihan lebih lanjut. Kesadaran masyarakat untuk melindungi mangrove dari penebangan liar menjadi awal pengenalan mangrove di wilayah ini.

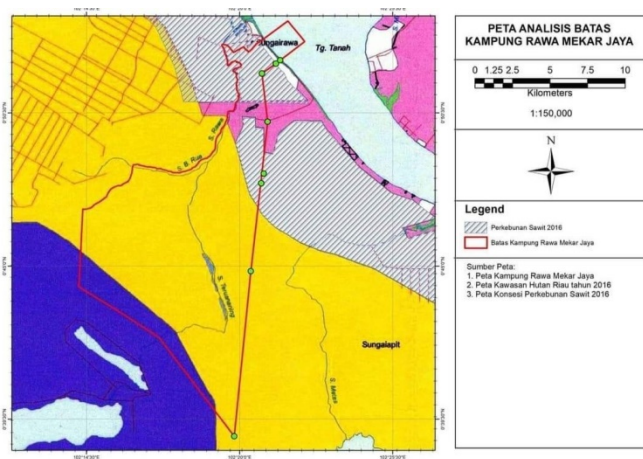
Oleh karena itu, pengelolaan yang tepat sangat diperlukan untuk memulihkan fungsi ekologi dan ekonomi serta menjaga kelestarian kawasan, baik di Rawa Mekar Jaya maupun secara umum di Provinsi Riau. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi kondisi hutan mangrove dan kerusakannya (2) mengidentifikasi dan mempelajari faktor penyebab kerusakan, dan (3) mengestimasi nilai rehabilitasinya di Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau

2. Metodologi

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan hutan mangrove dan masyarakat di

Kampung Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.



Gambar (Fig.) 1. Peta Kampung Rawa Mekar Jaya (*Map of Rawa Mekar Jaya Village*)

2.2. Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan secara deskriptif, baik kualitatif maupun kuantitatif, menggunakan metode survei. Tingkat kerusakan dan penyebabnya dianalisis melalui pembuatan plot contoh yang kemudian dilanjutkan dengan analisis vegetasi. Data primer diperoleh dari pengukuran seluruh jenis vegetasi mangrove pada zona depan, tengah, dan belakang. Pengukuran dilakukan menggunakan metode transek, dengan garis utama yang direntangkan mulai dari zona paling depan yang berbatasan dengan laut. Selain itu, dilakukan wawancara dan pengisian kuesioner oleh masyarakat sekitar untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan mangrove.

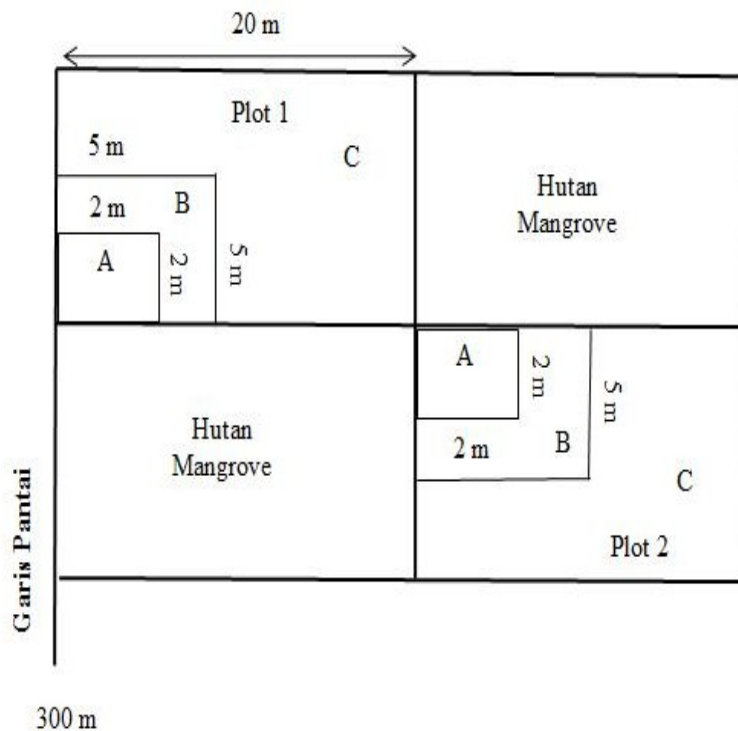
Untuk memperoleh informasi terkait faktor-faktor penyebab kerusakan dilakukan wawancara terhadap informan kunci (*key informan*) yang dimaksud terdiri atas pengelola kawasan 2 orang, tokoh masyarakat 1 orang, Kepala Kampung 1 dan pengambilan data

kuisiner kepada masyarakat sekitar 30 orang.

2.3. Analisis Data

2.3.1. Analisis Vegetasi Mangrove

Dalam analisis vegetasi dibagi menjadi tiga tingkat pertumbuhan, yaitu tingkat semai, pancang, dan pohon. Kriteria tingkat semai ialah anakan pohon mulai perkecambahan sampai tinggi kurang dari 150 cm, tingkat pancang adalah kondisi tanaman dengan tinggi di atas 150 cm sampai diameter setinggi dada kurang dari 10 cm, tingkat tiang dan pohon dijadikan satu parameter menjadi tingkat pohon adalah diameter pohon berdiameter setinggi dada 10 cm ke atas. Data yang telah dikumpulkan dianalisis kerapatan, kerapatan relatif, frekuensi, frekuensi relatif, dominansi, dominansi relatif, Indeks Nilai Penting (INP), indeks keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis, indeks kemerataan jenis, dan potensi tegakan (Soerianegara & Indrawan, 2002).



Keterangan (Remarks): A = tingkat semai (*seedling*) (2 m x 2 m), B = tingkat pancang (*sapling*) (5 m x 5 m), C = Tingkat pohon (*Tree*) (10 x 10)

Gambar (Fig.) 2. Plot pengambilan sampel penelitian di Hutan Mangrove Kampung Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak (*Sampling plot for research at the Mangrove of Rawa Mekar Jaya Village, Sungai Apit Subdistrict, Siak Regency*)

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas area plot}} \text{ (individu/ha)}$$

$$\text{Kerapatan Relatif} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot pengamatan}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi} = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas plot pengamatan}} \text{ (m}^2 \text{ /ha)}$$

$$\text{Dominansi Relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Penentuan dominan ditentukan berdasarkan nilai INP yaitu:

- a. INP tingkat tumbuhan bawah, semai, dan pancang: $\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$

- b. INP tingkat tiang dan pohon: $\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$

2.3.1.1. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Indeks keanekaragaman jenis ditentukan dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener indeks (Ludwig & Reynolds, 1988):

$$\text{Indeks keanekaragaman jenis (H')} = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right)$$

Dimana:

H' = indeks keanekaragaman Shanon
 Wiern_i = INP jenis ke-i, N = total INP.
 Kriteria, yaitu H' ≤ 1,0 (rendah), 1,0 < H' ≤ 3,0 (sedang), dan H' > 3.0 (tinggi).

2.3.1.2. Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)

Untuk mengetahui besarnya kekayaan jenis digunakan indeks Margalef (Ludwig & Reynolds, 1988):

$$\text{Indeks kekayaan jenis Margalef (R)} = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Dimana:

R = indeks kekayaan jenis Margalef, S = jumlah jenis, dan N = jumlah total individu. Kriterianya adalah $R \leq 3,5$ (rendah), $3,5 < R \leq 5$ (sedang), dan $R > 5$ (tinggi).

2.3.1.3. Indeks Kemerataan Jenis (E)

Indeks kemerataan jenis (E) ditentukan dengan rumus:

$$\text{Indeks kemerataan jenis (E)} = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dimana:

E = indeks kemerataan jenis, H' = indeks keanekaragaman jenis, dan S = jumlah jenis. Kriterianya, yaitu $E \leq 0,4$ (rendah), $0,4 < E \leq 0,6$ (sedang), $E > 0,6$ (tinggi) (Odum, 1996).

2.3.1.4. Potensi Tegakan

Potensi tegakan merupakan besarnya volume pohon dalam 1 ha (m^3/ha). Volume tegakan ditentukan dengan menjumlahkan semua volume pohon yang ada dalam luasan 1 hektar. Volume pohon ditentukan menggunakan angka bentuk = 0,7 (Ode et al., 2021):

$$\text{Volume pohon (V)} = \frac{1}{4}\pi d^2 t f$$

Dimana:

V = volume pohon (m^3), $\pi = 3,1416$, d = diameter setinggi dada (130 cm), t = tinggi bebas cabang, dan f = Angka bentuk (0,7).

2.3.2. Kerusakan Ekosistem Mangrove

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat kerusakan mangrove berpedoman kepada keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove seperti pada (Tabel 1). Kriteria baku tersebut, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Penutupan adalah perbandingan antara luas areal penutupan dengan jenis "i" dengan luas total area penutupan seluruh jenis (Soerianegara, & Indrawan, 2002):

$$RCi = \frac{Ci}{\Sigma C} \times 100\%$$

$$Ci = \Sigma \frac{BAi}{A} \left(\frac{m^2}{ha} \right)$$

$$BA = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Dimana:

RCi = Penutupan (%), Ci = luas area penutupan jenis "i", luas total area penutupan seluruh jenis (ΣC), A = luas total area pengambilan sampel, BAi = basal area jenis "i", $\pi = 3,1416$, dan D = diameter pohon setinggi dada (130 cm).

- b. Kerapatan pohon relatif adalah perbandingan antara jumlah tegakan jenis "i" (ni) dengan jumlah seluruh tegakan jenis (Σn) (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Kusmana, 1997):

$$Rdi = \frac{ni}{\Sigma n} \times 100\%$$

Dimana:

Rdi = kerapatan relatif pohon "i", dan ni = jumlah kerapatan jenis "i", dan Σn = jumlah kerapatan seluruh jenis.

Tabel (Table) 1. Kriteria baku kerusakan mangrove (*Standard criteria for mangrove degradation*)

Kriteria (Criteria)	Penutup (cover) (%)	Kerapatan (pohon/ha) (Density (trees/ha))
Padat (<i>Dense</i>)	> 75	> 1.500
Sedang (<i>Noderate</i>)	50-75	1.000-1.500
Jarang (<i>Rare</i>)	< 50	< 1.000

2.3.3. Nilai Rehabilitasi Hutan Mangrove

Nilai hutan mangrove didekati dengan biaya rehabilitasi melalui studi literatur dari kegiatan dan biaya bidang konservasi sumber daya alam dan ekosistem. yang mengacu pada anggaran biaya dari Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian DAS dan Hutan Lindung tentang harga satuan pokok kegiatan bidang pengendalian daerah aliran sungai dan hutan lindung Tahun 2022 (Tabel2).

Untuk mengetahui biaya rehabilitasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$TBR = BRo \times LAR$$

Dimana:

TBR = total biaya rehabilitasi (Rp), BRo = biaya rehabilitasi berdasarkan tahun penetapan biaya rehabilitasi (Rp/ha), LAR = luas area yang akan di rehabilitasi (ha).

Tabel (Tabel) 2. Pembuatan tanaman rehabilitasi mangrove jarak tanam 1 m x 3 m (*Establishment of mangrove rehabilitation planting with spacing of 1 m x 3 m*)

No	Jenis kegiatan (Activity type)	Satuan (Unit)	Volume	Biaya (Cost)(Rp)
I	Honorarium			
	1. Pembuatan arah larikan (<i>Making planting line guides</i>)	HOK	4.00	140.000
	2. Pemancangan ajir (<i>Installing stakes</i>)	HOK	2.00	70.000
	3. Pembuatan papan nama (<i>Making signboards</i>)	HOK	0.12	4.200
	4. Pembuatan gubuk kerja (<i>Building work huts</i>)	HOK	0.20	7.000
	5. Pengangkutan bibit dan penanaman (<i>Transporting seedlings and planting</i>)	HOK	16.00	480.000
	6. Penyulaman dan pembersihan lapangan (<i>Replanting and field cleaning</i>)	HOK	4.00	140.000
II	Belanja bahan (<i>Material expenses</i>)			
	1. Pengadaan patok arah aliran (<i>Procuring flow direction stakes</i>)	Patok	132	66.000
	2. Pembuatan/pengadaan ajir (<i>Making/ procuring stakes</i>)	Ajir	3.300	495.000
	3. Pengadaan bahan papan nama (<i>Procuring signboard materials</i>)	Unit	0.10	50.000
	4. Pengadaan bahan gubuk kerja (<i>Procuring work hut materials</i>)	Ha	0.10	150.000
	5. Pengadaan pelindung tanaman (<i>Procuring plant protectors</i>)	Unit	3.300	495.000

Tabel (Table) 2. Lanjutan (Continued)

No	Jenis kegiatan (Activity type)	Satuan (Unit)	Volume	Biaya (Cost)(Rp)
III	Pembibitan (Nursery) Pengadaan/pembuatan bibit 42.000 btg/ha (Procurement/production of seedlings 42,000 stems/ha)	Batang	42.000	42.000.000
Jumlah biaya (Total cost)				44.097.200

Sumber (Source): Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai [BPDAS] (2022)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

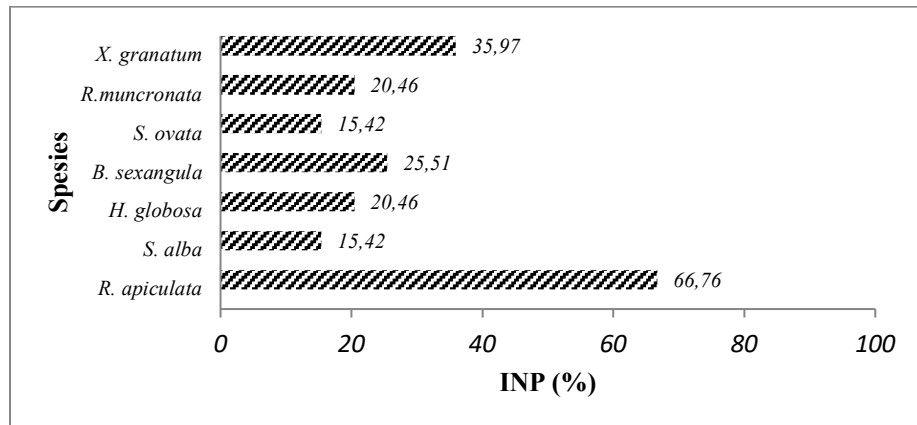
3.1.1. Analisis Vegetasi Mangrove

Hasil analisis vegetasi mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau diperoleh 4 famili dengan 7 jenis (Tabel 3). Kondisi tingkat pertumbuhan pada tingkat semai, pancang dan pohon

disajikan pada (Gambar 3, 4, 5). Pada tingkat semai yang banyak ditemui adalah jenis *R. apiculata*. Indeks nilai penting vegetasi pada semai, yaitu bakau merah (*R. Apiculata*) dengan kerapatan 2.708 ind./ha dan INP 66,76% sedangkan pidada (*S. Alba*) dan kedabu (*S. Ovata*) dengan presentase terkecil yaitu 15,42%.

Tabel (Table) 3. Komposisi jenis mangrove yang ada di Kampung Rawa Mekar Jaya, Kabupaten Siak (The composition of mangrove species in Kampung Rawa Mekar Jaya, Siak Regency)

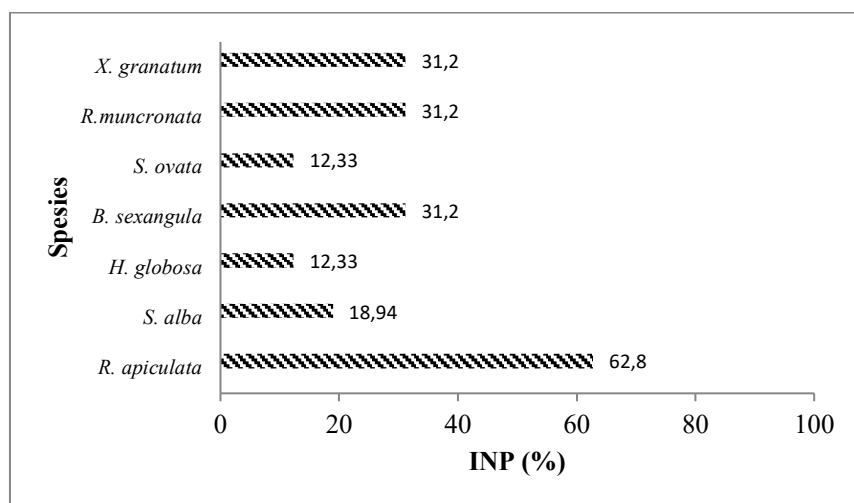
No	Nama 147exan (Lokal name)	Nama perdagangan (Trade name)	Nama ilmiah (Scientific name)	Famili (Family)
1.	Bakau merah	Bakau merah	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	<i>Rhizophoraceae</i>
2.	Bakau putih	Bakau putih	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.	<i>Rhizophoraceae</i>
3.	Tumu	Tumu	<i>Bruguiera 147exangular</i> (Lour) Poir.	<i>Rhizophoraceae</i>
4.	Nyirih	Nyirih	<i>Xylocarpus granatum</i> J. Koenig	<i>Meliaceae</i>
5.	Dungun	Dungun	<i>Heritiera globosa</i> Kosterm	<i>Malvaceae</i>
6.	Pidada	Pidada	<i>Sonneratia alba</i> S.M.	<i>Lythraceae</i>
7.	Kedabu	Kedabu	<i>Sonneratia ovata</i> Backer	<i>Lythraceae</i>



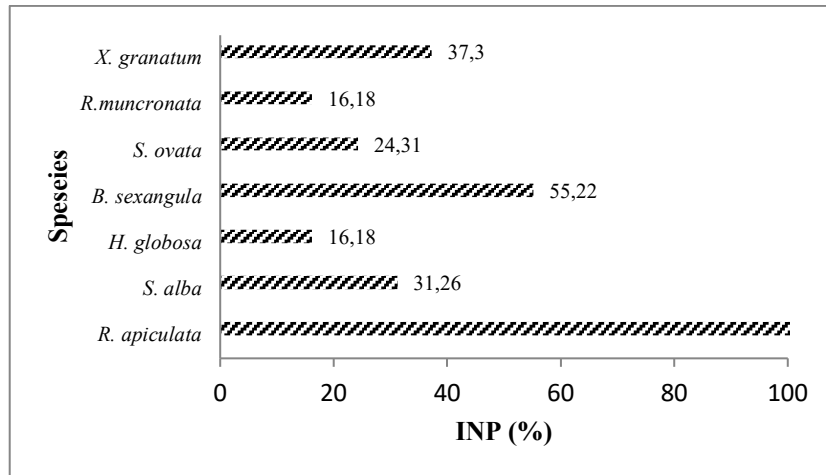
Gambar (Fig.) 3. Grafik indeks nilai penting tingkat semai (*Graph of importance value index at the seedling stag*)

Jenis *R. apiculata* memiliki INP tertinggi untuk tingkat pancang sebesar 62,80%, sedangkan dungun (*H. globosa*) dan bakau putih (*R. muncronata*) memiliki nilai terkecil (12,33%). Untuk tingkat pancang ditemukan 6 jenis (Gambar 4).

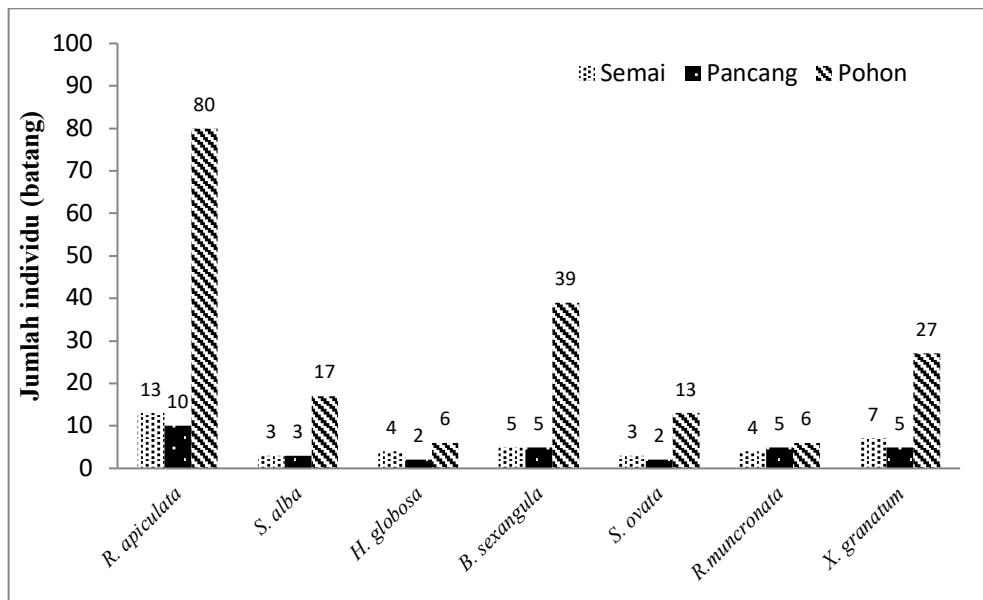
Pada tingkat pohon yang banyak ditemui adalah jenis *R. apiculata* (bakau merah) dengan INP 119,55%, sedangkan dungun (*H. globosa*) dan bakau putih (*R. muncronata*) dengan INP terkecil (16,18%) (Gambar 5).



Gambar (Fig) 4. Grafik Indeks Nilai Penting tingkat pancang (*Graph of Importance Value Index at the pole level*)



Gambar (Fig.) 5. Grafik Indeks Nilai Penting tingkat pohon (*Graph of Importance Value Index at the tree level*)



Gambar (Fig.) 6. Grafik jumlah jenis vegetasi mangrove (*Graph of mangrove vegetation species count*)

Hasil analisis vegetasi diperoleh kerapatan paling tinggi adalah *R. apiculata* (384 pohon/ha), dan disusul *B. sexangula* 187,2 pohon/ha dan *X. granatum* 129,6 pohon/ha. Nilai kerapatan mangrove terendah adalah *H. globosa* dan *R. mucronata* dengan kerapatan 28,8 pohon/ha.

Komposisi jenis mangrove tingkat pohon terdiri dari tujuh spesies. Hasil perhitungan (INP) menunjukkan bahwa *R. apiculata* merupakan spesies yang paling dominan dengan INP sebesar 91,93, diikuti oleh *B. sexangula* (44,81%) dan *X. granatum* (31,03%) sedangkan *H. globosa* dan *R. mucronata* merupakan jenis dengan INP terendah (3,19%).

Tabel (Table) 4. Kerapatan jenis dan penutupan relative vegetasi mangrove pada tingkat pohon (*Species density and relative vegetation cover of mangrove at the tree level*)

No	Jenis (<i>Species</i>)	Jumlah (<i>Quantity</i>)	Kerapatan (<i>Density</i>) (pohon/ha) (<i>Trees/ha</i>)	Penutupan relatif (<i>Relative cover</i>) (%)
1.	<i>R. apiculate</i>	80	384,0	42,55
2.	<i>S. alba</i>	17	81,6	9,04
3.	<i>H. globose</i>	6	28,8	3,19
4.	<i>B. sexangula</i>	39	187,2	20,74
5.	<i>S. ovata</i>	13	62,4	6,91
6.	<i>R. muncronata</i>	6	28,8	3,19
7.	<i>X. granatum</i>	27	129,6	14,36
Total		162	902,4	100

Tabel (Table) 5. Struktur dan keanekaragaman jenis untuk tingkat pohon di hutan mangrove (*Structure and diversity of species for stands level mangrove forests*)

No	Parameter	Nilai (<i>Value</i>)
1.	Total (<i>Number of species</i>)	7,00
2.	Kerapatan jenis (<i>Tree density</i>) (ind/ha)	902,40
3.	Potensi tegakan (<i>Forest stand potential</i>) (m ³ /ha)	62,00
4.	Indeks keanekaragaman jenis (<i>Index of diversity Shannon-Weiner</i>)	1,67
5.	Indeks kekayaan jenis (<i>Species richness indeks Margalef</i>)	1,18
6.	Indeks pemerataan jenis (<i>Index of evenness</i>)	0,86

Nilai indeks keanekaragaman jenis sebesar 1,67 mengindikasikan bahwa keanekaragaman mangrove berada pada kategori sedang. Indeks kekayaan jenis sebesar 1,18 menunjukkan kekayaan spesies yang tergolong rendah. Indeks pemerataan (E) sebesar 0,86 tergolong tinggi, menandakan bahwa meskipun terdapat dominasi spesies, distribusi individu antarjenis cukup merata. Sedangkan potensi tegakan mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya sebesar 62 m³/ha.

3.1.2. Kerusakan Ekosistem Mangrove

Kerapatan vegetasi mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya sebesar 902,4 pohon/ha dan penutupan relatif rendah yang tiap spesiesnya <50%. Mengacu pada kriteria baku kerusakan mangrove menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004, kondisi tersebut termasuk dalam kategori rusak (sangat jarang) karena berada di bawah ambang batas 1.000 pohon/ha.

3.1.3. Nilai Rehabilitasi Mangrove

Tabel (Table) 6. Nilai rehabilitasi mangrove (*Value of mangrove rehabilitation*)

No	Uraian	Nilai
1.	Biaya rehabilitasi	Rp 44.920.200/ha
2.	Luas area	25 ha
3.	Total biaya rehabilitasi	Rp 1.123.005.000

Biaya rehabilitasi hutan mangrove per hektar di lokasi penelitian sebesar Rp 44.920.200. Dengan luas area yang memerlukan rehabilitasi seluas 25 ha, total biaya mencapai Rp 1.123.005.000. Besarnya biaya ini menunjukkan investasi signifikan yang diperlukan untuk memulihkan fungsi ekologis dan ekonomis mangrove. Hal ini menegaskan urgensi pengelolaan dan rehabilitasi hutan mangrove secara tepat agar kerusakan tidak meluas serta manfaat ekologi dan ekonomi dapat terjaga bagi masyarakat sekitar.

3.2. Pembahasan

3.2.1. Analisis Vegetasi Mangrove

Berdasarkan nilai INP, hutan mangrove pada tingkat semai, pancang, dan pohon didominasi oleh jenis *Rhizophora* sp., yang menunjukkan bahwa spesies ini sesuai untuk tumbuh di kawasan tersebut. Di areal yang direhabilitasi, banyak ditanam *R. apiculata* karena ketersediaan bibit cukup melimpah dan mudah tumbuh. Selain itu, *Rhizophora* sp. lebih mudah ditanam karena bentuk buahnya yang panjang mendukung proses penanaman. Propagula *Rhizophora* sp. lebih banyak dihasilkan oleh pohon yang tumbuh dekat daratan dibandingkan pohon yang berada di dekat pantai. Hal ini diduga dipengaruhi oleh angin laut yang mengurangi jumlah penyerbuk, karena angin dan serangga berperan penting dalam proses penyerbukan spesies ini (Baskorowati et al., 2018).

R. apiculata merupakan spesies yang paling dominan dengan INP sebesar

91,93, diikuti oleh *B. sexangula* (44,81) dan *X. granatum* (31,03). Dominasi *R. apiculata* erat kaitannya dengan sifat ekologisnya yang mampu tumbuh optimal pada substrat berlumpur halus serta toleran terhadap kondisi salinitas yang berfluktuasi. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa genus *Rhizophora* sering mendominasi kawasan mangrove di Asia Tenggara (Tomlinson, 1986; Kusmana, 1995; Noor et al., 2006)

Indeks kekayaan jenis (R) sebesar 1,18 menunjukkan kekayaan spesies yang tergolong rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh keterbatasan habitat serta tekanan lingkungan, baik alami maupun antropogenik, yang membatasi peluang masuknya jenis-jenis lain. Rendahnya kekayaan jenis juga mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove di kawasan ini relatif homogen, dengan dominasi spesies tertentu yang lebih adaptif.

Indeks pemerataan (E) sebesar 0,86 tergolong tinggi, menandakan bahwa meskipun terdapat dominasi spesies, distribusi individu antarjenis cukup merata. Tingginya nilai pemerataan ini memperlihatkan bahwa komunitas mangrove masih memiliki keseimbangan dalam penyebaran individu antar spesies, sehingga ekosistem relatif stabil.

Indeks keanekaragaman jenis sebesar 1,67 mengindikasikan keanekaragaman sedang, namun indeks kekayaan jenis sebesar 1,18 tergolong rendah. Hal ini berarti bahwa jumlah spesies yang tumbuh relatif terbatas dan ekosistem didominasi oleh satu jenis, yaitu *R. apiculata*.

Potensi tegakan mangrove di Rawa Mekar Jaya, Riau, sebesar 62 m³/ha, dengan *R. apiculata* sebagai spesies dominan. Potensi tegakan mangrove bervariasi tergantung pada spesies, kondisi lingkungan, dan kerapatan pohon. Di kawasan wisata Titian Mangrove, Desa Aimoli, tegakan mangrove memiliki volume rata-rata 72 m³/ha, menunjukkan kesuburan tegakan serta pentingnya komitmen konservasi di area wisata (Plaino et al., 2023). Sementara itu, di Teluk Bintuni, Papua Barat, tegakan yang didominasi oleh *Rhizophora* sp. memiliki volume lebih tinggi, yaitu 290,12 m³/ha untuk tegakan berumur 30 tahun pada akhir siklus pertama (Yudha et al., 2022).

3.2.2. Kerusakan Mangrove

Analisis vegetasi mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya menunjukkan bahwa kerapatan tegakan hanya mencapai 902,4 pohon/ha. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove telah mengalami degradasi yang signifikan dan memerlukan upaya rehabilitasi. Degradasi hutan mangrove juga berpotensi menurunkan produktivitas ekosistem serta mengurangi keanekaragaman flora dan fauna (Dewi et al., 2025). Kondisi serupa dilaporkan oleh Umayah et al., (2016) pada penelitian di Kampung Teluk Belitung, Kabupaten Kepulauan Meranti, di mana kerapatan pohon mangrove hanya sebesar 626,67 pohon/ha, menunjukkan tingkat kerusakan yang tinggi.

Penutupan relatif mangrove di lokasi penelitian tergolong rendah, dengan setiap spesies memiliki nilai < 50%, yang menunjukkan bahwa ekosistem mangrove mengalami kerusakan dan kondisi penutupan sangat jarang atau rusak. Nilai penutupan relatif berkisar 2,74-41,92%. Spesies dengan penutupan relatif tertinggi adalah *R. apiculata*, yaitu 41,92%, sehingga menjadi jenis yang paling dominan. Sementara itu, *S. alba* memiliki penutupan relatif sebesar 9,5%, dan

penutupan terendah terdapat pada *H. globosa* dengan nilai 2,74%.

Goltenboth (2012) menyatakan bahwa *S. alba* adalah jenis mangrove pioner sehingga tumbuh pada zonasi depan dan berperan sebagai daerah penyangga dan selalu terjadi genangan oleh air laut secara terus menerus. Pertumbuhan mangrove sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya ketersediaan air tawar dan salinitas, adanya nutrisi dan konsistensi stabilitas substrat (Dahuri, 2003).

Permudaan mangrove di lokasi penelitian, baik pada tingkat semai maupun pancang, masih cukup untuk mendukung regenerasi alami. Sesuai FAO (2007) dan Keputusan Menteri Kehutanan RI No. 201/2004, jumlah semai > 1.500 individu/ha dan pancang > 625 individu/ha menunjukkan regenerasi yang baik dan keberlanjutan tegakan mangrove dapat terjaga. Sarnubi, et al., (2020) di Pesisir Sumatera Selatan, menemukan kerapatan semai *Rhizophora* sp sekitar 2.000-3.500 individu/ha dan pancang 800-1.200 individu/ha, yang tergolong baik.

3.2.3. Faktor Penyebab Kerusakan Mangrove

Kerusakan ekosistem mangrove disebabkan oleh faktor alami, seperti abrasi pantai yang merusak tegakan dan menumbangkan pohon, serta faktor manusia, termasuk penebangan liar, alih fungsi lahan, kayu bakar, arang bakau dan aktifitas pembangunan. mangrove, terutama *Rhizophora* spp., dimanfaatkan untuk arang dan kayu bangunan karena kualitas energinya tinggi. Pemanfaatan ini mendorong terjadinya penebangan pohon mangrove yang sudah ditanam, dengan harga per batang berkisar Rp 15.000-25.000.

Berdasarkan hasil kuesioner, 80,5% responden menyatakan bahwa kondisi hutan mangrove telah mengalami kerusakan akibat penebangan liar oleh oknum untuk dijadikan arang dan memenuhi permintaan bahan baku dari

panglong. Kebutuhan kayu yang tinggi mendorong pelaku melakukan pengambilan kayu secara *illegal* karena tersedianya pihak penampung.

Eksplorasi manusia, seperti penebangan pohon mangrove untuk kayu bakar, kebun, atau penebangan *illegal*, menjadi penyebab utama kerusakan mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya. Kerusakan ini melemahkan fungsi mangrove sebagai habitat, penghalang abrasi, pelindung pantai dari gelombang tinggi, dan pencegah banjir serta intrusi air laut (Hartati & Harudu, 2016).

Penurunan luas ekosistem mangrove di Riau disebabkan oleh abrasi dan perubahan fungsi lahan (Mulyadi et al., 2018). Aktivitas manusia, seperti pembangunan infrastruktur, pembuatan tambak, dan silvofisheri, turut menurunkan kerapatan mangrove (Nanulaitta et al., 2019). Faktor lain, termasuk pencemaran dan perubahan iklim, memiliki peran lebih kecil karena kawasan masih relatif jauh dari perkotaan dan penduduknya sedikit. Konversi lahan mangrove mengganggu siklus hidrologi, keanekaragaman hayati, serta proses ekologis dan biologis, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas perairan (Kusumaningrat et al., 2017; Pramudji, 2002).

Sejak dimulainya rehabilitasi mangrove pada 2012, ekosistem mangrove di lokasi penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam keberadaan fauna. Sekitar 78,5% responden melaporkan bertambahnya jumlah ikan, udang, kerang, dan burung. Mangrove berperan sebagai *nursery ground* bagi berbagai biota laut dan mendukung kegiatan penaburan bibit kerang sebagai sumber pangan perikanan. Selain manfaat ekologis, hutan mangrove yang berjarak sekitar 100 m dari pemukiman juga berfungsi sebagai penghalang banjir, yang dirasakan oleh 90,2% responden, sehingga memberikan dampak langsung terhadap kesejahteraan masyarakat sekitar.

3.2.4. Nilai Rehabilitasi Hutan Mangrove

Nilai hutan mangrove didekati dengan biaya rehabilitasi yang diperlukan untuk mengkompensasi *injury* yang terjadi dapat diketahui melalui studi literatur dengan melihat biaya proyek rehabilitasi hutan mangrove. Nilai rehabilitasi hutan mangrove diasumsikan dari total biaya untuk rehabilitasi hutan tersebut.

Luas hutan mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak yaitu 25 ha, sehingga nilai manfaat hutan mangrove sebagai nilai rehabilitasi dengan menjumlahkan total biaya pemeliharaan setiap tahunnya untuk mendapatkan total biaya yang di keluarkan untuk perhektar sebesar Rp 44.920.200/ha kemudian di kalikan dengan luas hutan mangrove sebesar 25 ha. Sehingga total biaya yang dibutuhkan, yaitu sebesar Rp 1.123.005.000

Rehabilitasi ekosistem mangrove akan memberikan manfaat ekonomi jangka panjang melalui peningkatan jasa penyedia (perikanan), jasa pengaturan (penyimpanan karbon), dan jasa budaya (ekowisata pesisir). Jasa ekosistem yang berperan dalam memperbaiki dan menjaga kualitas hidup seperti menahan abrasi, mengurangi pencemaran, serta menyediakan pakan alami mencerminkan kesediaan masyarakat untuk membayar (Setiawan, et al., 2015).

Nilai rehabilitasi tidak hanya diukur dari aspek ekologi, tetapi juga dari potensi pemulihan pendapatan masyarakat pesisir. Kerusakan mangrove berdampak pada menurunnya hasil tangkapan ikan. Semakin luas tutupan mangrove, semakin tinggi produktivitas ikan, yang berpengaruh pada pendapatan nelayan (Malau et al., 2018).

Rehabilitasi mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya sangat penting dan mendesak, mengingat kondisi ekosistem telah masuk kategori rusak. Rehabilitasi

diperlukan untuk meningkatkan kerapatan agar kembali masuk kategori baik (rapat). Upaya rehabilitasi melalui penanaman kembali (*replanting*) dengan jenis local. Selain itu peningkatan keanekaragaman jenis juga menjadi prioritas, dengan menanam spesies lokal selain *Rhizophora* sp., seperti *Avicennia marina*, *B. sexangula*, atau *S. alba*. Upaya perlindungan kawasan dari aktivitas alih fungsi lahan, serta pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan mangrove menjadi strategi penting untuk mengembalikan fungsi ekologis dan ekonomis ekosistem ini.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Tingkat kerusakan mangrove di Kampung Rawa Mekar Jaya pada kondisi rusak dengan jumlah pohon < 1.000 pohon/ha yaitu 902,4 pohon/ha dengan kondisi penutupan tajuk penutupan relatif rendah dengan tiap spesiesnya < 50%. Faktor penyebab kerusakan paling dominan karena adanya kegiatan *illegal logging* terhadap tegakan pohon mangrove. Nilai rehabilitasi hutan mangrove ini dapat dihitung berdasarkan besarnya biaya yang digunakan untuk merehabilitasi hutan mangrove sebesar Rp 1.123.005.000.

4.2. Saran

Perlu dilakukan rehabilitasi lanjutan pada areal mangrove yang rusak, khususnya di zona dengan penutupan rendah, untuk memulihkan fungsi ekologis dan ekonomis ekosistem. Masyarakat dan pihak terkait perlu diberdayakan dalam pengelolaan mangrove secara berkelanjutan, termasuk pengawasan terhadap penebangan liar dan pemanfaatan kayu mangrove.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih Fakultas Kehutanan dan Sains yang mendanai kegiatan penelitian melalui APBF

Fakultas Kehutanan dan Sains Universitas Lancang Kuning.

Daftar Pustaka

- Akram, A.M., & Hasnidar, H. (2022). Identifikasi Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kelurahan Bira Kota Makassar. *JOINT-FISH, Jurnal Akuakultur, Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v5i1.101>
- Baskorowati, L., Subagya, S., Mahmud, M., & Susanto, M. (2018). Fenologi Pembungaan *Rhizophora mucronata* Lamk. di Hutan Mangrove Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 15(2), 113-123. <https://doi.org/10.59465/jpht.v15i2.835>
- [BPS] Badan Pusat Statistika. (2022). *Kecamatan Sungai Apit dalam Angka*. Bengen, D.G. (2004). *Sinopsis Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor (PKSPL-IPB).
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut Aspek Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Dewi, R., Pamoengkas, P., Darwo, D., & Heriansyah, I. (2025). Komposisi jenis dan Potensi Tegakan Pada Rumpang Pasca Tebangan di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 22(1), 28-46. <https://doi.org/10.59465/jpht.v22i1.260>
- Eddy, S., Mulyana, A., Ridho, M.R., & Iskandar, I. (2015). Degradasi Hutan Mangrove di Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 1(3), 240-254.
- FAO. (2007). *The World's Mangroves 1980-2005*. Rome: Food and

- Agriculture Organization of the United Nations.*
- Goltenboth F, Timotius H, Milan P, & Margraf J. (2012). *Ekologi Asia Tenggara Kepulauan Indonesia*. Salemba Teknika. Jakarta.
- Hartati, & Harudu, L. (2016). Identifikasi Jenis-Jenis Kerusakan Ekosistem Hutan Mangrove Akibat Aktivitas Manusia di Kelurahan Lowu-Lowu, Kecamatan Lea-Lea, Kota Baubau. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 1(1), 30-45.
- Kiolol, N., Tilaar, W., & Rotinsulu, W. (2017). Pengelolaan Hutan Mangrove Berbasis Masyarakat di Kampung Kampung Ambong, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara *Agri-Sosio Ekonomi*, (13)3a, 179-190.
- Kusmana, C. (1997). *Metode Survey Vegetasi*. Pusat Studi Ilmu Hayati IPB, Bogor.
- Kusmana, C., Wilarso, S., Hilman, I., Pamoengkas, P., Wibowo, C., Tiryana, T., Triswanto, A., Yunasfi, & Hamzah. (2003). *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kustanti, A. (2011). *Manajemen Hutan Mangrove*. Buku. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Kusumaningrat, M.D., Subiyanto, S., & Yuwono, B.D. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan dan Pemanfaatan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2009 Dan 2017 (Studi Kasus: Kabupaten Boyolali). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 443-452.
- Ludwig, J.A., & Reynolds, F. (1988). *Statistical Ecology: A Primer Methods and Computing*. John Wiley & Sons.
- Malau, M.N. (2015). *Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Mangrove KPHL Gunung Balak Resort Muara Sekampung Kabupaten Lampung Timur*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Malau, A., Utomo, B., & Harahap, Z.A. (2018). Perubahan Luasan Mangrove Dan Hubungannya Dengan Produksi perikanan di Kota Langsa, Provinsi Aceh. *Jurnal Aquacoastmarine*, 6(1), 25-34.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Mulyadi A., Efriyeldi, & Ilahi, I. (2018). *Analisis Deforestasi Hutan Mangrove Di Kampung Rawa Mekar Jaya, Riau*. Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan (Senpling).
- Mulyadi, E., Hendriyanto, O., & Fitriani, N. (2010). Konservasi Hutan Mangrove Sebagai Ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1, 51-58.
- Nanulaita, E.M., Tulalessy, A., & Wakano, D. (2019). Analisis Kerapatan Mangrove Sebagai Salah Satu Indikator Ekowisata Di Perairan Pantai Dusun Alariano, Kecamatan Amahai, Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*, 3(2), 217-226.
- Noor, Y.S., M. Khazali, dan I.N.N. Suryadipura. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*, PKA/WI, IPB Bogor.
- Ode, L., Salim, A., Kandari, A.M., Kasim, S., & Midi, O. (2021). Patterns And Potential Of People's Forest Cutting Delay System In South Konawe Regency. *Indonesian Forestry Journal*, 2(1), 1-10.
- Odum, E.P. (1994). *Dasar-Dasar Ekologi* (Edisi Ke-3). Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Plaimo, P.E., Wabang, I.L., & Dollu, E.A. (2023). Keragaman Mangrove Dan Asosiasi Bivalvia Di Lokasi Wisata Titian Mangrove Desa Aimoli Sebagai Informasi Kepada Pengunjung Wisata Untuk Menunjang Nilai Edukasi Terhadap Konservasi Dan Ekowisata. *GEOGRAPHY: Jurnal Kajian*,

- Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 11(1), 97-109.
- Pramudji, (2000). Upaya Pengelolaan Hutan Mangrove Dilihat Dari Aspek Perlindungan Lingkungan. *Jurnal Oseana*, 1(3), 1-8.
- Rotich, B., Mwangi, E., & Lawry, S. (2016). *Where Land Meets the Sea; a Global Review of Governance and Tenure Dimensions of Coastal Mangrove Forest*. Washington, DC: USAID.
- Rahman, R. Bramana, A. Suharti, R. & Irawan, H. 2025. Analisis Vegetasi Mangrove Berdasarkan Faktor Lingkungan Perairan di Kawasan Pesisir Kabupaten Pati, *Buletin Oseanografi Marina*, 14(1), 49-60. <https://doi.org/10.14710/buloma.v14i1.62083>
- Setiawan, Y., Bengen, D.G., Kusmana, C., & Pertiwi, S. (2015). Estimasi Nilai Eksternalitas Konversi Hutan Mangrove Menjadi Pertambakan Di Delta Mahakam Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(3), 201–210. <https://doi.org/10.59465/jpht.v12i3.874>
- Yudha, R.P., Solehudin, Wahyudi, & Sillanpää, M. (2022). The Dynamics Of Secondary Mangrove Forests In Bintuni Bay, West Papua after Harvested on the First 30-Year Rotation Cycle. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(1), 83-106. <https://doi.org/10.23960/jsl.v10i1.575>
- Sarnubi, S., Sarno, S., & Marisa, H. (2020). Struktur Dan Komposisi Mangrove Di Arboretum Taman Nasional Berbak dan Sembilang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Sriwijaya Bioscientia*, 1(1), 21-30. <https://doi.org/10.24233/sribios.1.1.2020.168>
- Soerianegara, I., & Indrawan. (2002). *Ekologi Hutan Indonesia*. IPB, Bogor.
- Suting, H., Hamsiah, H., & Sultan, D. (2020). Kajian Pengembangan Ekowisata Mangrove Berbasis Masyarakat di Kampung Poreang, Kecamatan Tanalili, Kabupaten Luwu Utara. *Joint-Fish-Jurnal Akuakultur, Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, 3(2), 170-177. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v3i2.76>
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Umayah, S., Gunawan, H., & Isda, M.N. (2016). Tingkat Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kampung Teluk Belitung, Kecamatan Merbau, Kabupaten Kepulauan Meranti. *Jurnal Riau Biologia*, 1(4), 24-30.

