



# SISTEM PENGETAHUAN EKOLOGI TRADISIONAL MASYARAKAT TOLAKI DALAM KLASIFIKASI DAN PENGELOLAAN HUTAN DI DESA PAMANDATI, KONAWA SELATAN, SULAWESI TENGGARA

## TRADITIONAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE SYSTEM OF THE TOLAKI PEOPLE IN FOREST CLASSIFICATION AND MANAGEMENT IN PAMANDATI VILLAGE, SOUTH KONAWA, SOUTHEAST SULAWESI

Danial, Sarlan Adijaya, Laxmi, Erens Elvianus Koodoh, Abdul Jalil, Zainal

Jurusan Antropologi, Universitas Halu Oleo

\*Email Korespondensi: [laxmi77antro@yahoo.com](mailto:laxmi77antro@yahoo.com)

### How to Cite :

Danial., Adijaya, S., Laxmi, Koodoh, E. E., Zainal, Jalil, A, Zainal. (2025.). Sistem Pengetahuan Ekologi Tradisional Masyarakat Tolaki Dalam Klasifikasi Dan Pengelolaan Hutan Di Desa Pamandati, Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. SENGKUNI Journal – Social Sciences and Humanities. 6(1). DOI: <https://doi.org/10.37638/sengkuni.6.1.35-48>

### ARTICLE HISTORY

Received 13 April 2025]  
Revised [20 May 2025 ]  
Accepted [30 May 2025]  
Published [30 June 2025]

### KEYWORD

*Tolaki, traditional ecological knowledge, forest classification, ethnobotany, sustainable forest management.*

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



### ABSTRAK

Pengetahuan ekologi tradisional (PET) masyarakat Tolaki di Sulawesi Tenggara mencerminkan sistem pengelolaan hutan yang kompleks yang telah berkembang melalui berabad-abad interaksi langsung dengan ekosistem hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mendokumentasikan dan menganalisis sistem klasifikasi hutan tradisional serta praktik pengelolaan yang dilakukan oleh masyarakat Tolaki. Masyarakat Tolaki telah menciptakan sistem klasifikasi hutan yang menyeluruh berdasarkan suksesi umur hutan (o'rawu, ana homa, laliwata, o'sambu, dan inalahi), jenis vegetasi, serta kontur geografis. Pandangan holistik mereka terhadap hutan mengintegrasikan dimensi ekonomi, budaya, dan religius yang mencerminkan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Praktik tradisional yang dilakukan mencakup sistem pertanian rotasi, protokol ritual (mo'oli), dan konservasi hutan keramat (kokarama). Sistem PET ini menunjukkan strategi pengelolaan adaptif yang telah berhasil mempertahankan keanekaragaman hayati hutan dan jasa ekosistem selama beberapa generasi, serta memberikan wawasan berharga untuk pendekatan pengelolaan hutan berkelanjutan di era kontemporer.

### ABSTRACT

*The traditional ecological knowledge (TEK) of the Tolaki people in Southeast Sulawesi reflects a complex forest management system that has developed through centuries of direct interaction with the forest ecosystem. This study aims to document and analyze the traditional forest classification system and management practices carried out by the Tolaki people. The Tolaki have created a comprehensive forest classification system based on forest age succession (o'rawu, ana homa, laliwata, o'sambu, and inalahi), vegetation types, and geographic contours. Their holistic view of the forest integrates*

*economic, cultural, and religious dimensions, reflecting principles of sustainable resource management. Traditional practices include a rotational farming system, ritual protocols (mo'oli), and the conservation of sacred forests (kokarama). This TEK system demonstrates adaptive management strategies that have successfully preserved forest biodiversity and ecosystem services for several generations, providing valuable insights for contemporary sustainable forest management approaches.*

## PENDAHULUAN

Pengetahuan Ekologi Tradisional (PET) merupakan kumpulan pengetahuan, praktik, dan kepercayaan yang terakumulasi mengenai hubungan antara makhluk hidup dan lingkungan mereka, yang telah berkembang oleh komunitas adat dan lokal selama ratusan atau bahkan ribuan tahun melalui interaksi langsung dengan lingkungan (Berkes, 2012). Sistem pengetahuan ini terbukti sangat penting untuk menjaga keragaman spesies dan integritas ekosistem di seluruh dunia, terutama dalam ekosistem hutan di mana komunitas adat telah mengembangkan strategi pengelolaan yang canggih.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa PET memiliki peran krusial dalam adaptasi sosio-ekologis dan peningkatan ketahanan komunitas terhadap perubahan lingkungan (Werdel et al., 2024). Pengetahuan ekologi tradisional membantu komunitas suku beradaptasi dengan perubahan sosio-ekologis, meningkatkan keberlanjutan jangka panjang dari strategi penghidupan mereka dan mendorong ketahanan sosial-ekologis. Lebih lanjut, PET memberikan pemahaman menyeluruh tentang dinamika ekosistem, serta bagaimana mereka berinteraksi dengan berbagai komponen lingkungan.

Integrasi PET dalam pengelolaan hutan modern semakin mendapat pengakuan dalam literatur ilmiah kontemporer. Studi terkini menekankan bahwa masyarakat adat secara historis telah mengelola hutan melalui praktik-praktik yang mempertahankan keseimbangan ekologis, seperti pembakaran terkendali yang mencegah kebakaran hutan yang katastrofik, dan agroforestri yang meningkatkan keanekaragaman hayati sambil menyediakan makanan dan bahan. Pendekatan pengelolaan hutan berkelanjutan yang didasarkan pada metode pemanenan tradisional telah terbukti efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Forestry.com, 2024).

Masyarakat Tolaki di Sulawesi Tenggara, Indonesia, telah mempertahankan sistem pengetahuan tradisional yang rumit mengenai ekosistem hutan melalui berabad-abad interaksi intensif dengan lingkungan hutan mereka. Sebagai salah satu kelompok etnis terbesar di Sulawesi Tenggara, komunitas Tolaki telah mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang ekologi hutan yang mencakup berbagai aspek pemanfaatan dan konservasi hutan (Adijaya, 2021). Konteks regional Indonesia menunjukkan pentingnya dokumentasi pengetahuan tradisional ini, mengingat peran perempuan sebagai penjaga pengetahuan berkontribusi pada pengelolaan dan perlindungan keanekaragaman hayati yang lebih baik, pemahaman dan mitigasi risiko, serta pengembangan solusi holistik untuk perubahan iklim.

Sistem pengetahuan hutan indigenus semakin diakui dalam diskusi mengenai konservasi dan pengelolaan hutan modern. Penelitian menunjukkan bahwa praktik pengelolaan hutan tradisional sering kali sejalan dengan prinsip-prinsip kehutanan berkelanjutan yang modern, memberikan wawasan berharga untuk konservasi keanekaragaman hayati dan penyediaan jasa ekosistem (Paniagua Zambrana et al., 2018). Studi komprehensif tahun 2023 menegaskan bahwa integrasi PET ke dalam

pengelolaan lahan publik dapat mengisi kesenjangan pengetahuan dan menjadi prioritas penelitian untuk restorasi habitat (Frontiers in Ecology and Evolution, 2023). Integrasi pengetahuan ekologi tradisional dengan pengelolaan hutan ilmiah menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya laju kehilangan hutan global dan kebutuhan untuk praktik pengelolaan yang berkelanjutan yang semakin mendesak. Dalam konteks Asia Tenggara, tantangan dalam konservasi hutan dan pengelolaan sumber daya alam semakin rumit. Di kawasan ini, masyarakat adat menghadapi tekanan yang semakin besar akibat ekspansi pembangunan dan perubahan kebijakan lingkungan. Hal ini menegaskan pentingnya dokumentasi dan pelestarian sistem pengetahuan tradisional sebelum mengalami erosi lebih lanjut.

Meskipun pentingnya mendokumentasikan sistem pengetahuan tradisional yang semakin menghilang, penelitian yang komprehensif mengenai pengetahuan hutan Tolaki masih sangat terbatas. Laju perubahan budaya dan modernisasi yang cepat mengancam keberlangsungan pengetahuan ekologi tradisional, sehingga upaya dokumentasi menjadi semakin mendesak (Vandebroek, 2023). Kondisi ini diperkuat oleh fakta bahwa meskipun kontribusi pengetahuan adat terhadap pemahaman ekologi dan evolusi telah diakui selama ribuan tahun, dokumentasi sistematis masih terbatas (Jessen et al., 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kesenjangan tersebut dengan menyediakan dokumentasi dan analisis yang sistematis tentang pengetahuan hutan tradisional Tolaki, dengan penekanan pada metode klasifikasi dan praktik pengelolaan mereka.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendokumentasikan dan menganalisis sistem pengetahuan hutan tradisional masyarakat Tolaki, khususnya dengan mengkaji metode klasifikasi hutan, praktik pemanfaatan, dan integrasi budaya-ekologi yang menjadi ciri khas pendekatan pengelolaan hutan mereka. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih luas mengenai sistem pengetahuan ekologi tradisional serta potensi aplikasinya dalam pengelolaan hutan berkelanjutan di era kontemporer, sejalan dengan tren global integrasi pengetahuan tradisional dalam kebijakan lingkungan modern (Journal of Forest Science, 2024).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini difokuskan pada komunitas Tolaki di Desa Pamandati Kecamatan Lainea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia, selama Juli- Agustus 2022. Masyarakat Tolaki merupakan kelompok etnis dominan di wilayah ini, dengan sejarah panjang mata pencaharian yang bergantung pada hutan dan praktik budaya yang terintegrasi dalam dengan ekosistem hutan. Area penelitian mencakup wilayah tradisional Tolaki dimana aktivitas berbasis hutan tetap menjadi pusat kehidupan komunitas.

Penelitian ini memanfaatkan metode etnografi untuk mendokumentasikan pengetahuan ekologi tradisional, sejalan dengan pendekatan yang telah diakui untuk dokumentasi PET (National Park Service, 2023). Pengumpulan data difokuskan pada tiga area utama: sistem klasifikasi hutan tradisional, praktik pemanfaatan sumber daya, dan dimensi budaya-spiritual dalam pengelolaan hutan.

Penelitian ini menggunakan kerangka yang komprehensif untuk mendokumentasikan pengetahuan ekologi tradisional yang mencakup: 1) Sistem Taksonomi dan Klasifikasi: Dokumentasi pengkategorian hutan tradisional berdasarkan suksesi ekologi, jenis vegetasi, dan fitur geografis; 2) Praktik Pemanfaatan Sumber Daya: Analisis pola penggunaan hutan tradisional yang meliputi praktik pertanian,

pengumpulan hasil hutan non-kayu, dan aktivitas berburu; 3) Dimensi Budaya dan Spiritual: Pemeriksaan praktik ritual, tempat suci, dan sistem kepercayaan tradisional yang berkaitan dengan pengelolaan hutan, dan; 4) Dinamika Temporal: Investigasi siklus pengelolaan hutan jangka panjang serta pola penggunaan lahan berdasarkan suksesi.

Pengetahuan yang telah didokumentasikan dianalisis dengan menggunakan kerangka yang telah mapan untuk menilai pengetahuan ekologi tradisional, serta mengkaji integrasi antara pemahaman ekologi dan praktik budaya serta strategi pengelolaan sumber daya. Fokus analisis ini adalah pada identifikasi prinsip-prinsip pengelolaan berkelanjutan yang terkandung dalam praktik tradisional dan keselarasan prinsip-prinsip tersebut dengan konsep pengelolaan hutan kontemporer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Sistem Klasifikasi Hutan Tradisional pada Orang Tolaki**

#### **Sistem Klasifikasi Berdasarkan Umur: Refleksi Kecanggihan Ekologi Tradisional**

Masyarakat Tolaki telah mengembangkan sistem klasifikasi hutan yang canggih dengan lima kategori berdasarkan umur hutan dan tahap suksesi ekologi. Sistem ini menunjukkan kecanggihan luar biasa dalam pemahaman ekologi hutan dan dinamika suksesi yang sejalan dengan kerangka teoretis modern tentang suksesi vegetasi (Poorter et al., 2024).

O'rawu merepresentasikan lahan pertanian yang baru ditinggalkan (sekitar 5 bulan pasca panen) yang dicirikan oleh vegetasi suksesi awal termasuk rumput-rumputan, bibit pohon, bambu, dan berbagai tanaman herba. Tahap ini dikelola secara aktif untuk potensi penanaman ulang melalui praktik yang disebut *mondete*. Klasifikasi ini mencerminkan pemahaman mendalam tentang proses regenerasi hutan dan memungkinkan optimalisasi pemanfaatan lahan dalam siklus rotasi. Konsep O'rawu mendemonstrasikan prinsip-prinsip yang sejalan dengan teori suksesi primer dalam ekologi, di mana komunitas tumbuhan pionir mendominasi area yang baru terganggu.

Ana homa mencakup bekas area pertanian yang ditinggalkan selama 5-9 tahun, menampilkan hutan sekunder dengan pohon berdiameter 15-30 cm, rumpun bambu, berbagai tanaman akar, dan spesies rumput yang beragam. Ini merepresentasikan tahap suksesi menengah yang cocok untuk pengembangan pertanian yang diperbaharui. Kategorisasi ini menunjukkan kemampuan masyarakat Tolaki dalam menilai produktivitas potensial lahan berdasarkan karakteristik vegetasi, yang secara ilmiah berkaitan dengan konsep "intermediate disturbance hypothesis" dimana keanekaragaman tertinggi terjadi pada tingkat gangguan menengah.

Laliwata, dari segi etimologi, berasal dari kata "lali" (yang berarti membusuk) dan "wata" (yang berarti batang pohon), yang menggambarkan bekas lahan pertanian yang dibiarkan kosong selama 9-15 tahun. Area ini mendukung pertumbuhan pohon-pohon yang cukup besar dan ditandai dengan vegetasi memanjat yang lebat, termasuk rotan (*o'ue*) dan spesies *hao tase'a*. Penamaan yang mencerminkan proses dekomposisi ini menunjukkan observasi ekologi yang mendetail serta pemahaman tentang dinamika nutrisi dalam hutan. Konsep Laliwata mengintegrasikan pemahaman mengenai siklus biogeokimia, khususnya dekomposisi dan resirkulasi nutrisi yang merupakan dasar dalam ekosistem hutan.

O'sambu merujuk pada bekas lahan pertanian yang ditinggalkan selama lebih dari 15 tahun, yang menampilkan pohon-pohon besar dengan diameter sekitar 50 cm dan penutupan kanopi yang rapat dengan akar gantung, sering kali menyerupai hutan primer (inalahi) dalam penampilannya. Klasifikasi ini menunjukkan kemampuan untuk

membedakan tahap suksesi lanjut yang kompleks dan mengakui bahwa regenerasi hutan dapat mencapai karakteristik yang mendekati kondisi klimaks dalam waktu yang relatif singkat.

Inalahi, yang secara harfiah berarti "hutan ibu" (ina = ibu, lahi = hutan belantara), merepresentasikan area hutan primer yang tidak pernah dibudidayakan, sering disebut sebagai inalahi motu'o (hutan leluhur). Hutan-hutan ini mengandung pohon-pohon yang sangat besar dengan diameter 100-150 cm (wata inalahi), vegetasi yang sangat beragam, dan populasi satwa liar yang melimpah. Konsep Inalahi sebagai "hutan ibu" mencerminkan pemahaman yang mendalam tentang peran hutan primer sebagai reservoir keanekaragaman hayati dan sumber regenerasi bagi ekosistem di sekitarnya.

Sistem klasifikasi berdasarkan umur ini menunjukkan pemahaman yang luar biasa mengenai proses suksesi ekologi dan memungkinkan pengelolaan hutan yang berkelanjutan melalui sistem penggunaan lahan secara rotasi. Pengetahuan ini mendukung pengambilan keputusan yang tepat terkait waktu dan intensitas pemanfaatan, yang memastikan regenerasi ekosistem yang memadai. Dalam konteks literatur terkini, sistem klasifikasi Tolaki memperlihatkan karakteristik yang sangat sejalan dengan prinsip-prinsip Pengetahuan Ekologi Tradisional (PET) sebagai "pemahaman mendalam tentang dinamika ekosistem" (Jessen et al., 2022).

Kecanggihan Temporal dan Spasial: Sistem klasifikasi Tolaki menunjukkan pemahaman yang kompleks mengenai dimensi temporal dalam suksesi hutan. Penggunaan periode waktu yang spesifik (5 bulan, 5-9 tahun, 9-15 tahun, >15 tahun) mengindikasikan adanya observasi jangka panjang yang telah dilakukan selama beberapa generasi. Hal ini sejalan dengan karakteristik PET yang berkembang melalui "interaksi jangka panjang manusia dengan lanskap tertentu" (Frontiers in Ecology and Evolution, 2023).

Integrasi Ekologi-Sosial: Sistem ini tidak hanya menekankan pada karakteristik biologis, tetapi juga menggabungkan nilai-nilai sosial dan budaya, seperti yang tercermin dalam konsep inalahi motu'o (hutan leluhur). Integrasi ini mencerminkan pendekatan holistik yang mengakui hubungan antara sistem ekologi dan sosial, sebuah konsep yang semakin diakui dalam literatur modern sebagai "socio-ecological resilience" (PMC, 2023).

Manajemen Adaptif: Praktik mondete dalam kategori O'rawu menunjukkan penerapan manajemen adaptif yang memungkinkan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan. Ini sejalan dengan penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa PET membantu komunitas "beradaptasi dengan perubahan sosio-ekologis" dan meningkatkan "keberlanjutan jangka panjang strategi penghidupan mereka" (Traditional Ecological Knowledge, 2024).

Indikator Ekologi yang Kompleks: Penggunaan indikator seperti diameter pohon, jenis vegetasi dominan, dan struktur kanopi menunjukkan pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara struktur hutan dan fungsi ekosistem. Hal ini mencerminkan prinsip-prinsip ekologi hutan modern yang mengakui bahwa "struktur hutan menentukan fungsi ekosistem dan layanan yang diberikan" (Nature Communications, 2019).

### **Sistem Klasifikasi Berdasarkan Vegetasi dan Indikator Kesuburan Tanah**

Sistem klasifikasi Tolaki mencakup kategorisasi yang mendetail berdasarkan komposisi spesies pohon serta indikator kesuburan tanah yang relevan, yang menunjukkan pemahaman yang mendalam mengenai hubungan antara spesies dan tanah. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat terkait kesesuaian penggunaan lahan. Kecanggihan sistem ini terletak pada kemampuannya untuk

mengintegrasikan berbagai indikator ekologi dalam menentukan kesesuaian lahan dan potensi produktivitas suatu area. Sistem ini telah dikembangkan dan diwariskan selama berabad-abad melalui observasi langsung serta interaksi yang intensif dengan ekosistem hutan lokal.

Penelitian kontemporer di bidang ekologi hutan telah mengkonfirmasi keabsahan pendekatan yang diterapkan dalam sistem klasifikasi Tolaki. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa tanah dan vegetasi saling terkait sebagai hasil dari lingkungan yang sama, menciptakan hubungan timbal balik yang kompleks. Dalam hubungan ini, karakteristik tanah mempengaruhi komposisi vegetasi, sementara vegetasi juga mempengaruhi sifat-sifat tanah melalui berbagai proses biogeokimia (Koutika et al., 2024). Santos et al. (2022) menekankan pentingnya pemahaman yang mendalam mengenai autekologi spesies pohon serta pengetahuan yang komprehensif untuk pemilihan spesies yang tepat di lokasi hutan tertentu. Prinsip ini telah lama dipahami dan diterapkan oleh masyarakat Tolaki dalam sistem klasifikasi tradisional mereka.

Spesies kayu keras berkualitas tinggi yang tumbuh di tanah subur mencakup po'oti, ombuli, kalapi, kolaka, asana, o kuli, kuli papo, o lara, otolindi, moro one, morobite, lalo orope, upi, silae, nguru, sainea alu, kolaka, kikima, ui, wewu, dan wonggia. Kategorisasi ini memungkinkan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang memiliki potensi pertanian yang tinggi serta nilai kayu yang signifikan. Keberadaan spesies-spesies ini menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan nutrisi yang optimal, struktur tanah yang baik, dan kondisi hidrologi yang mendukung pertumbuhan vegetasi secara maksimal. Studi terbaru yang dilakukan di hutan Inggris telah mengonfirmasi bahwa vegetasi penutup tanah dan tipe humus adalah indikator yang efektif untuk rezim nutrisi tanah, yang mendukung validitas pendekatan Tolaki yang menggunakan komposisi spesies sebagai proksi kesuburan tanah.

Area yang didominasi oleh spesies-spesies ini telah diidentifikasi sebagai lokasi dengan potensi pertanian yang tinggi, di mana aktivitas budidaya tanaman pangan dapat memberikan hasil yang optimal. Selain itu, nilai ekonomi kayu dari spesies-spesies ini juga tergolong tinggi, sehingga area ini memiliki nilai komersial yang besar dalam konteks pengelolaan hutan produksi. Pemahaman ini memberikan kesempatan bagi masyarakat Tolaki untuk mengambil keputusan yang tepat mengenai alokasi lahan untuk berbagai keperluan, baik untuk pertanian subsisten maupun untuk kegiatan ekonomi yang lebih luas.

Penelitian yang dilakukan di dataran tinggi Afrika telah mengidentifikasi indikator kesehatan tanah yang paling sering dilaporkan, yang mencakup performa vegetasi/hasil panen, warna tanah, tekstur tanah, jenis gulma yang tumbuh, serta retensi air tanah. Sistem Tolaki menerapkan indikator serupa dengan mengkategorikan spesies berdasarkan kualitas kayu dan kesuburan tanah. Wilayah yang didominasi oleh spesies-spesies ini memerlukan pendekatan pengelolaan yang lebih hati-hati, dengan penekanan pada konservasi tanah, rehabilitasi lahan, atau pemanfaatan untuk tujuan yang tidak intensif seperti kawasan lindung atau area konservasi.

Sistem klasifikasi Tolaki menunjukkan keselarasan yang luar biasa dengan perkembangan terbaru dalam ilmu ekologi dan pengelolaan hutan berkelanjutan. Jessen et al. (2022) mendefinisikan Pengetahuan Ekologi Tradisional (TEK) sebagai kumpulan pengetahuan, praktik, dan kepercayaan mengenai hubungan antara makhluk hidup dan lingkungan mereka yang diwariskan melalui tradisi lisan. Pengetahuan Indigenous mencerminkan pemahaman yang mendalam dan holistik tentang ekosistem hutan yang telah berkembang selama berabad-abad oleh komunitas yang hidup dalam hubungan erat dengan tanah, yang menjelaskan kecanggihan sistem klasifikasi Tolaki.

## **Sistem Klasifikasi Topografi dan Strategi Adaptif**

Area hutan dibagi menjadi tiga kategori topografi yang mencerminkan strategi pengelolaan adaptif: 1) Mosila: area hutan pegunungan yang curam; 2) Mondape atau peboku-boku ano: area pegunungan yang relatif datar, dan; 3) Lela wuta: area lembah. Praktisi pertanian cenderung memilih area mondape dan lelawuta karena budidaya yang lebih mudah serta risiko erosi yang lebih rendah. Preferensi ini mencerminkan strategi pengelolaan adaptif yang bertujuan untuk meminimalkan degradasi lingkungan sambil meningkatkan produktivitas pertanian.

Sistem klasifikasi topografi ini mencerminkan pendekatan pengelolaan hutan adaptif yang menggabungkan pengetahuan lokal dengan prinsip-prinsip ekologi lanskap. Pengelolaan hutan adaptif (Adaptive Forest Management/AFM) adalah konsep yang mengintegrasikan tiga pilar utama: pemahaman tentang kondisi lingkungan termasuk ketidakpastiannya, opsi untuk mengidentifikasi kapasitas adaptif hutan, dan keputusan untuk mengoptimalkan strategi AFM secara berulang.

Preferensi terhadap area mondape dan lelawuta didasarkan pada bukti ilmiah yang kuat dalam konteks manajemen risiko erosi. Di area dengan kemiringan curam, praktik alternatif untuk mengendalikan erosi meliputi pembentukan teras untuk mengurangi kemiringan dan panjang lereng, serta konversi kembali ke tutupan permanen seperti hijauan dan pohon. Area curam (mosila) menunjukkan risiko erosi yang lebih tinggi pada lereng curam dan talud, sehingga memerlukan upaya maksimal untuk mencegah terjadinya erosi tanah.

Klasifikasi topografi ini juga memiliki peran yang sangat penting dalam strategi adaptasi terhadap perubahan iklim. Strategi adaptasi mencakup berbagai tindakan yang diambil untuk membantu sumber daya alam (seperti spesies, habitat, hutan tanaman, dan daerah aliran sungai) dalam mengakomodasi perubahan serta kondisi baru yang diakibatkan oleh iklim. Area yang memiliki skor risiko tinggi dan dikelilingi oleh topografi pelindung, serta area dengan keanekaragaman spesies yang lebih tinggi, dianggap sebagai refugia iklim potensial dengan risiko yang lebih rendah.

Sistem klasifikasi ini memungkinkan para praktisi untuk mengoptimalkan produktivitas sambil tetap mempertahankan fungsi konservasi. Adaptasi dalam pengelolaan hutan terhadap perubahan iklim memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai dampak iklim terhadap hutan, industri, dan komunitas; serta prediksi tentang bagaimana dampak ini mungkin berubah seiring waktu; dan juga pengintegrasian pengetahuan ini ke dalam keputusan manajemen. Area lembah (lela wuta) dan pegunungan datar (mondape) menyediakan kondisi yang optimal untuk praktik pertanian berkelanjutan dengan risiko degradasi tanah yang minimal.

Terminologi lokal yang digunakan dalam klasifikasi ini mencerminkan integrasi antara pengetahuan tradisional dan prinsip-prinsip pengelolaan modern. Strategi adaptasi telah dirancang untuk meningkatkan ketahanan hutan terhadap perubahan iklim dan mengurangi risiko yang terkait. Pendekatan ini mencerminkan pemahaman yang holistik mengenai lanskap hutan, yang mempertimbangkan aspek biofisik, sosial-ekonomi, dan ekologi dalam satu sistem pengelolaan yang terintegrasi.

## **Pola Pemanfaatan Sumber Daya Hutan dan Prinsip Pengelolaan Berkelanjutan Sistem Pertanian dan Regenerasi Hutan**

Pertanian rotasi (monda'u) mencerminkan praktik pengelolaan hutan utama yang berfungsi sebagai dasar kehidupan ekonomi Tolaki. Sistem ini melibatkan rotasi yang sistematis melalui berbagai tahap suksesi hutan, memungkinkan regenerasi hutan sambil tetap mempertahankan produktivitas pertanian. Pada dasarnya, sistem monda'u adalah penerapan konsep shifting cultivation atau pertanian berpindah yang telah

dilaksanakan secara turun-temurun dengan pemahaman yang mendalam mengenai dinamika ekosistem hutan tropis.

Sistem ini mencerminkan prinsip-prinsip utama pengelolaan hutan berkelanjutan yang diakui dalam ilmu kehutanan modern. Menurut Berkes (2012), sistem pengetahuan ekologi tradisional seperti monda'u sering kali mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan yang telah teruji oleh waktu melalui adaptasi dari generasi ke generasi terhadap kondisi lingkungan lokal. Sistem pertanian rotasi ini menerapkan siklus regenerasi hutan jangka panjang yang menjaga tutupan hutan sambil menyediakan produktivitas pertanian yang berkelanjutan.

Pendekatan ini sejalan dengan prinsip-prinsip agroforestri modern yang diusulkan oleh Nair (1993) dan Jose (2009), di mana integrasi antara komponen kehutanan dan pertanian menciptakan sistem produksi yang lebih tahan banting dan berkelanjutan dibandingkan dengan monokultur konvensional. Praktik monda'u menunjukkan strategi pengelolaan adaptif yang dikembangkan melalui generasi interaksi dengan ekosistem hutan, yang sesuai dengan konsep manajemen adaptif dalam pengelolaan sumber daya alam modern (Holling, 1978; Walters, 1986).

Dari sudut pandang ekologi, sistem rotasi ini memberikan kesempatan bagi pemulihan kesuburan tanah melalui proses suksesi alami, di mana vegetasi sekunder yang tumbuh selama periode bera berperan dalam memulihkan kandungan bahan organik tanah serta siklus hara (Nye & Greenland, 1960; Sanchez, 1976). Periode bera yang cukup lama (biasanya 10-20 tahun) memungkinkan regenerasi biodiversitas dan pemulihan struktur hutan yang mendekati kondisi alaminya.

### **Pengumpulan Hasil Hutan Non-Kayu dan Nilai Ekonomi**

Pengumpulan rotan adalah kegiatan ekonomi yang penting dalam sistem mata pencaharian Tolaki, di mana batang rotan dan varietas lambang memiliki harga pasar yang tinggi (Rp.60.000-Rp.80.000/kg). Pengumpul yang terampil dapat memanen antara 75-100 kg per hari, dengan rata-rata hasil sekitar 50 kg. Aktivitas ini mencerminkan pemanfaatan sumber daya yang efisien, memberikan nilai ekonomi yang signifikan tanpa merusak struktur hutan dan menjaga integritas ekosistem. Pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK) seperti rotan ini sejalan dengan konsep pengelolaan hutan berkelanjutan yang menekankan diversifikasi produk hutan untuk mengurangi tekanan pada sumber daya kayu (FAO, 2020). Menurut Peters et al. (1989), nilai ekonomi HHBK per hektar hutan tropis sering kali melebihi nilai kayu dalam jangka panjang, menjadikan strategi pemanfaatan ini sebagai pendekatan yang lebih berkelanjutan secara ekonomi dan ekologi.

Sistem pemanenan rotan tradisional Tolaki menerapkan prinsip-prinsip pemanenan selektif yang memungkinkan regenerasi alami populasi rotan. Teknik pemanenan yang hanya mengambil batang rotan yang telah matang sambil mempertahankan sistem perakaran dan tanaman muda mencerminkan pemahaman ekologi yang mendalam tentang siklus hidup dan reproduksi spesies rotan (Siebert, 2012).

Ekstraksi kayu memiliki berbagai tujuan spesifik, termasuk konstruksi rumah tradisional (menggunakan spesies pondo, kulipapo, asana, silae, wewu), pembuatan perahu tradisional (memanfaatkan bolongita, benua, koni, kulipapo, asana, silae, nguru, pondo), dan penyediaan kayu bakar (dari spesies kulahi, eha, sisio). Diversifikasi pemanfaatan ini mencerminkan strategi pengelolaan sumber daya yang komprehensif dan selektif, yang bertujuan untuk memaksimalkan nilai ekonomi dan fungsional hutan, sambil meminimalkan tekanan eksploitasi pada spesies tertentu.

Praktik pemilihan spesies berdasarkan karakteristik kayu yang spesifik ini mencerminkan pengetahuan taksonomi dan ekologi lokal yang mendalam mengenai

sifat- sifat kayu dan ketersediaan spesies di dalam hutan. Menurut Alcorn (1993), pengetahuan etnobotani semacam ini merupakan hasil dari observasi dan eksperimen empiris yang berkelanjutan selama berabad-abad, yang menghasilkan sistem klasifikasi dan pemanfaatan yang efisien serta adaptif.

Sistem ekstraksi kayu tradisional ini juga menerapkan prinsip kehutanan penggunaan ganda yang diadvokasi dalam pengelolaan hutan modern (Guldin, 1996), di mana hutan dimanfaatkan untuk berbagai fungsi dan produk secara bersamaan, menciptakan ketahanan ekonomi dan ekologi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem ekstraksi tunggal.

### **Aktivitas Berburu Tradisional dan Konservasi Satwa**

Berburu tradisional (dumahu) menargetkan spesies spesifik termasuk rusa (jonga/donga), anoa (kadue), dan ayam hutan (manu kasu) menggunakan teknologi tradisional seperti jerat (oho, ohotai, benggaro), perangkap bambu (tu'oi), dan senjata tombak (sungga, karada, kowuna sinapa). Aktivitas berburu ini dilakukan dengan mengikuti kalender musiman dan pola migrasi satwa, serta menerapkan pantangan temporal dan spasial yang berfungsi sebagai mekanisme konservasi tradisional.

Praktik berburu tradisional ini menunjukkan strategi konservasi yang tertanam dalam sistem nilai dan praktik budaya, dengan pemilihan spesies target yang spesifik dan penggunaan teknologi tradisional yang secara inheren membatasi intensitas dan efisiensi berburu, sehingga mencegah overeksploitasi populasi satwa liar. Menurut Berkes (2018), sistem pengelolaan sumber daya tradisional sering kali mengintegrasikan mekanisme self- regulation yang membatasi intensitas eksploitasi untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang.

Teknologi berburu tradisional yang digunakan masyarakat Tolaki mencerminkan prinsip appropriate technology yang disesuaikan dengan karakteristik ekologi lokal dan kapasitas daya dukung ekosistem. Robinson & Bennett (2000) mengemukakan bahwa teknologi berburu tradisional umumnya memiliki tingkat efisiensi yang sesuai dengan tingkat regenerasi populasi satwa target, sehingga menciptakan keseimbangan dinamis antara eksploitasi dan konservasi.

Sistem seleksi spesies target dalam praktik dumahu juga mencerminkan pemahaman ekologi mengenai struktur trofik dan dinamika populasi dalam ekosistem hutan. Pemilihan spesies herbivora besar seperti rusa dan anoa sebagai target utama menunjukkan strategi berburu yang mempertimbangkan peran ekologi spesies serta dampak pemanenan terhadap keseimbangan ekosistem (Fa et al., 2002).

Lebih lanjut, sistem pantangan (pamali) dan regulasi temporal dalam aktivitas berburu tradisional berfungsi sebagai musim tertutup yang memberikan kesempatan untuk reproduksi dan regenerasi populasi satwa. Konsep ini sejalan dengan prinsip pendekatan pencegahan dalam manajemen satwa liar modern, yang menekankan pentingnya pembatasan eksploitasi untuk mencegah kepunahan lokal dan mempertahankan viabilitas populasi dalam jangka panjang (Ludwig et al., 1993).

### **Dimensi Budaya dan Spiritual Hutan serta Mekanisme Konservasi Tradisional Nilai Multidimensional Hutan dan Pendekatan Holistik**

Konsepsi Tolaki mengenai hutan mencakup tiga sistem nilai yang saling terintegrasi, menunjukkan pendekatan holistik dalam pengelolaan hutan yang menggabungkan dimensi ekonomi, budaya, dan spiritual. Pendekatan holistik ini sejalan dengan konsep Traditional Ecological Knowledge (TEK) yang didefinisikan oleh Berkes (2012) sebagai sistem pengetahuan, praktik, dan kepercayaan yang berkembang melalui proses adaptif dan ditransmisikan secara budaya mengenai hubungan antara makhluk hidup dan lingkungan mereka.

Nilai ekonomi terwujud melalui pemanfaatan hutan berbasis subsisten, termasuk pertanian, pengumpulan rotan, ekstraksi kayu, pengumpulan madu, pengumpulan pandan, pemanenan buah, dan berburu satwa liar. Sistem nilai ini memungkinkan komunitas untuk memenuhi kebutuhan dasar mereka sambil menjaga hubungan yang berkelanjutan dengan ekosistem hutan. Pola pemanfaatan yang berkelanjutan ini mencerminkan prinsip-prinsip pengelolaan hutan berkelanjutan yang dijelaskan oleh FAO (2020), di mana ekstraksi sumber daya dilakukan tanpa mengorbankan kapasitas regenerasi ekosistem.

Nilai budaya diekspresikan melalui praktik budaya yang berbasis hutan dan sistem mata pencaharian tradisional, dengan produk hutan yang menjadi bagian integral dari aktivitas seremonial (sara) serta fokus budaya dalam konstruksi kalo (rumah tradisional) dan praktik budaya terkait lainnya. Integrasi ini menunjukkan bagaimana nilai budaya berfungsi sebagai mekanisme untuk melestarikan pengetahuan ekologi. Fenomena ini mendukung argumen Huntington (2011) bahwa praktik budaya tradisional sering kali berfungsi sebagai penyimpan pengetahuan ekologi yang terakumulasi selama berabad-abad.

Nilai-nilai religius tertanam dalam kepercayaan yang menganggap hutan sebagai anugerah dari Tuhan, yang diekspresikan melalui praktik tradisional seperti mo'oli (meminta izin dari dewa hutan) sebelum melakukan aktivitas di hutan. Sistem kepercayaan ini berfungsi sebagai mekanisme kontrol sosial yang efektif untuk mencegah eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya hutan. Praktik spiritual sebagai alat konservasi ini sejalan dengan temuan Colding & Folke (2001) yang menunjukkan bahwa sistem kepercayaan tradisional sering kali menghasilkan aturan-aturan yang secara efektif melindungi keanekaragaman hayati.

### **Praktik Ritual dan Suci sebagai Konservasi Tradisional**

Penyembahan dewa hutan melibatkan pengakuan terhadap sangiano ando'olo (dewa hutan) yang mengendalikannya sumber daya hutan. Semua aktivitas pengelolaan dan pemanfaatan hutan memerlukan upacara mo'oli untuk meminta izin dari penjaga spiritual ini. Praktik ini menciptakan penghalang budaya terhadap ekstraksi sumber daya yang tidak terbatas, berfungsi sebagai mekanisme konservasi tradisional yang mempertahankan keseimbangan ekologi. Mekanisme ritual sebagai pengendali pemanfaatan sumber daya ini sejalan dengan konsep "cultural keystone species" yang dikemukakan oleh Garibaldi & Turner (2004), di mana praktik budaya tertentu memainkan peran kunci dalam mempertahankan stabilitas ekosistem.

Area hutan suci (kokarama) diakui sebagai habitat makhluk spiritual (onitu), biasanya dicirikan oleh vegetasi lebat dan pohon beringin besar (kapu). Pengakuan terhadap hutan suci menciptakan sistem kawasan lindung tradisional yang mempertahankan keanekaragaman hayati dan integritas ekosistem. Konsep sacred forests ini telah didokumentasikan secara luas oleh Bhagwat & Rutte (2006) sebagai salah satu bentuk konservasi berbasis masyarakat yang paling efektif, dengan tingkat keanekaragaman hayati yang sering kali lebih tinggi dibandingkan kawasan lindung formal.

Spesies pohon suci, khususnya pohon beringin (kapu), terutama varietas berbentuk payung (kapu boru), dianggap suci dan memerlukan upacara mo'oli sebelum gangguan atau pemotongan apa pun. Perlindungan spesies kunci ini sering kali mempertahankan karakteristik hutan tua dan berfungsi sebagai refugia untuk spesies hutan, berkontribusi pada konservasi tingkat lanskap. Perlindungan spesies tertentu melalui sistem kepercayaan ini mencerminkan konsep "flagship species" dalam konservasi modern, sebagaimana dijelaskan oleh Walpole & Leader-Williams (2002), di

mana perlindungan spesies tertentu dapat memberikan manfaat konservasi yang lebih luas bagi ekosistem.

### **Relevansi Kontemporer dan Aplikasi dalam Pengelolaan Hutan Modern**

Sistem pengetahuan ekologi tradisional, seperti yang dimiliki oleh masyarakat Tolaki, memberikan wawasan yang sangat berharga untuk menghadapi tantangan dalam pengelolaan hutan saat ini. Strategi pengelolaan yang adaptif, siklus regenerasi yang berlangsung lama, serta sistem nilai yang terintegrasi, menawarkan model alternatif untuk pengelolaan hutan yang berkelanjutan, yang mampu menyeimbangkan antara konservasi dan kebutuhan komunitas. Pendekatan adaptif ini sejalan dengan kerangka kerja pengelolaan adaptif yang dikembangkan oleh Holling (1978) dan diperkuat oleh Armitage et al. (2009), yang menekankan pentingnya fleksibilitas dan pembelajaran dalam pengelolaan sumber daya alam. Pengetahuan mendetail tentang spesies dan pemahaman ekologi yang tertanam dalam klasifikasi hutan Tolaki dapat memberikan informasi yang berguna bagi pengelolaan hutan secara ilmiah, dengan menyajikan informasi ekologi lokal yang spesifik, yang diperoleh melalui observasi dan interaksi yang berlangsung lama. Pengetahuan ini dapat melengkapi proses inventarisasi hutan ilmiah serta perencanaan pengelolaan. Integrasi antara pengetahuan tradisional dan sains modern mendukung paradigma "two-way learning" yang diusulkan oleh Reid et al. (2021), di mana pengetahuan dari masyarakat adat dan ilmu pengetahuan saling memperkaya untuk menciptakan strategi konservasi yang lebih efektif.

Integrasi praktik budaya dan spiritual berfungsi sebagai mekanisme kontrol sosial yang efektif untuk mencegah overeksploitasi sumber daya hutan. Praktik ritual seperti mo'oli menciptakan penghalang budaya terhadap ekstraksi sumber daya yang tidak terbatas, berfungsi sebagai mekanisme konservasi tradisional yang menjaga keseimbangan ekologi. Efektivitas institusi lokal dalam pengelolaan sumber daya alam ini telah dibuktikan oleh penelitian Ostrom (2009) mengenai common pool resources, yang menunjukkan bahwa aturan lokal yang dikembangkan dan dipatuhi oleh masyarakat sering kali lebih efektif dibandingkan dengan regulasi yang berasal dari luar.

### **Urgensi Konservasi Pengetahuan dan Integrasi Sistem Pendidikan**

Dokumentasi pengetahuan ekologi tradisional mencerminkan prioritas konservasi yang sangat penting, mengingat cepatnya perubahan budaya dan hilangnya pengetahuan dalam komunitas adat. Sistem pengetahuan hutan Tolaki menghadapi berbagai ancaman akibat modernisasi, konversi hutan, dan gangguan dalam transfer pengetahuan antar generasi, sehingga dokumentasi yang sistematis menjadi sangat penting untuk pelestarian pengetahuan.

Urgensi dokumentasi TEK ini semakin diperkuat oleh peringatan UNESCO (2018) mengenai erosi pengetahuan tradisional yang terjadi dengan kecepatan yang mengkhawatirkan, dengan estimasi hilangnya satu bahasa adat setiap dua minggu, yang sering kali juga mengakibatkan hilangnya pengetahuan ekologi yang unik.

Integrasi pengetahuan ekologi tradisional dengan sistem pendidikan formal dan institusi pengelolaan hutan dapat meningkatkan pelestarian pengetahuan serta penerapan praktis dari praktik pengelolaan berkelanjutan yang bersifat tradisional. Pendekatan ini dapat memfasilitasi transfer pengetahuan antar generasi dan memastikan keberlanjutan sistem pengetahuan tradisional dalam konteks modernisasi. Model integrasi ini sejalan dengan kerangka pendidikan interkultural yang dikembangkan oleh Cajete (2000) dan diperkuat oleh Drew & Henne (2006), yang

menekankan pentingnya membangun jembatan antara sistem pengetahuan tradisional dan modern untuk memastikan keberlanjutan kedua paradigma pengetahuan tersebut.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Sistem pengetahuan ekologi tradisional masyarakat Tolaki mencerminkan pendekatan yang cangguh dan telah teruji oleh waktu dalam pengelolaan hutan, yang menggabungkan pemahaman ekologi yang mendalam dengan praktik pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan. Sistem klasifikasi hutan yang menyeluruh, yang didasarkan pada tahap suksesi, jenis vegetasi, dan karakteristik topografi, menunjukkan pengetahuan ekologi yang mendalam yang telah berkembang melalui berabad-abad interaksi dengan hutan.

Pendekatan pengelolaan yang holistik, yang mengintegrasikan nilai-nilai ekonomi, budaya, dan spiritual dari hutan, menyediakan model untuk pengelolaan hutan yang berkelanjutan, yang menjaga integritas ekosistem sambil memenuhi kebutuhan komunitas. Mekanisme konservasi yang terintegrasi, termasuk sistem penggunaan lahan secara rotasi, praktik ritual, dan pengakuan terhadap tempat-tempat suci, menciptakan strategi konservasi tradisional yang efektif, yang telah berhasil melestarikan sumber daya hutan dari generasi ke generasi.

Dokumentasi ini berkontribusi pada kebutuhan mendesak untuk melestarikan pengetahuan ekologi tradisional dan memberikan wawasan untuk aplikasi pengelolaan hutan berkelanjutan di era kontemporer. Sistem pengetahuan hutan Tolaki memberikan pelajaran berharga dalam mengembangkan pendekatan terintegrasi untuk konservasi hutan, yang mengakui sifat saling terkait antara sistem ekologi dan budaya.

Temuan ini menekankan pentingnya pengakuan dan integrasi pengetahuan ekologi tradisional dalam upaya pengelolaan hutan serta konservasi yang modern. Pemahaman yang mendalam mengenai ekologi hutan dan prinsip-prinsip pengelolaan berkelanjutan yang terdapat dalam praktik tradisional Tolaki menunjukkan nilai dari sistem pengetahuan lokal untuk menghadapi tantangan lingkungan saat ini.

Penelitian di masa mendatang perlu berfokus pada dokumentasi rinci praktik tradisional yang spesifik, penilaian kuantitatif terhadap hasil pengelolaan tradisional, serta pengembangan kerangka kerja untuk menggabungkan pengetahuan ekologi tradisional dengan sistem pengelolaan hutan yang modern. Pelestarian dan penerapan sistem pengetahuan ekologi tradisional, seperti yang dilakukan oleh masyarakat Tolaki, akan sangat penting untuk mencapai pengelolaan hutan yang berkelanjutan di tengah meningkatnya tantangan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adijaya, S. (2021). Pohon kutebang, padi kutanam, tanah kudapat. Violet Indah Sejahtera.
- Alcorn, J. B. (1993). Indigenous peoples and conservation. *Conservation Biology*, 7(2), 424- 426.
- Armitage, D. R., & Wollenberg, E. K. (2009). Adaptive co-management for social–ecological complexity.
- Armitage, D. R., Plummer, R., Berkes, F., Arthur, R. I., Charles, A. T., Davidson-Hunt, I. J.,
- Berkes, F. (2018). *Sacred ecology: Traditional ecological knowledge and resource management*. Routledge.
- Bhagwat, S. A., & Rutte, C. (2006). *Sacred groves: Potential for biodiversity management*.
- Cajete, G. (2000). *Native science: Natural laws of interdependence*. Clear Light Publishers.
- Colding, J., & Folke, C. (2001). Social taboos: "Invisible" systems of local resource management and biological conservation. *Ecological Applications*, 11(2), 584-600.
- Drew, J. A., & Henne, A. P. (2006). Conservation biology and traditional ecological knowledge: Integrating academic disciplines for better conservation practice. *Ecology and Society*, 11(2).
- Fa, J. E., Peres, C. A., & Meeuwig, J. (2002). Bushmeat exploitation in tropical forests: An intercontinental comparison. *Conservation Biology*, 16(1), 232-237.
- FAO. (2020). *Global forest resources assessment 2020: Main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Forestry.com. (2024). Sustainable forest management practices. Retrieved from <https://www.forestry.com>
- Frontiers in Ecology and Evolution. (2023). Traditional ecological knowledge in land management. Frontiers Media SA.
- Frontiers in Ecology and the Environment, 4(10), 519-524.
- Frontiers in Ecology and the Environment, 7(2), 95-102. Berkes, F. (2012). *Sacred ecology*. Routledge.
- Garibaldi, A., & Turner, N. (2004). Cultural keystone species: Implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society*, 9(3).
- Guldin, R. W. (1996). The philosophy and practice of ecosystem management in the US Forest Service. In *Ecosystem management: Applications for sustainable forest and wildlife resources* (pp. 125-135). Yale University Press.
- Holling, C. S. (1978). *Adaptive environmental assessment and management*. John Wiley & Sons.
- Huntington, H. P. (2011). Arctic science, international law, and climate change: Legal aspects of marine science in the Arctic Ocean. *Stanford Environmental Law Journal*, 30, 23-82.
- Jessen, T. D., Ban, N. C., Claxton, N. X., & Darimont, C. T. (2022). Contributions of Indigenous knowledge to ecological and evolutionary understanding. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 892968.
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1-10.
- Journal of Forest Science. (2024). Traditional knowledge integration in forest management. Czech Academy of Agricultural Sciences.

Koutika, L. S., Cafiero, L., Bevivino, A., & Merino, A. (2024). Soil-plant interactions in forest ecosystems: The role of the rhizosphere. *Forests*, 15(1), 123.