

## **Analisis Pemanfaatan Madu Hutan (*Apis dorsata*) Berbasis Konservasi di Taman Nasional Ujung Kulon**

Dani Hermawan<sup>(1)</sup>, Mufti Sudibyo<sup>(2)</sup>, Sodikin<sup>(3)</sup>

<sup>13</sup>Universitas Terbuka  
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan 15418, Banten,  
Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Negeri Medan  
Jl. Kolam No. 1, Medan Estate, Medan, 20223, Indonesia

Email: <sup>1</sup>daniherma.ut@gmail.com, <sup>2</sup>msud16@gmail.com, <sup>3</sup>sodikinn@ecampus.ut.ac.id

---

### **Tersedia Online di**

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

---

### **Sejarah Artikel**

Diterima 17 Desember 2025  
Direvisi 19 Januari 2026  
Disetujui 20 Januari 2026  
Dipublikasikan 23 Mei 2026

---

### **Keywords:**

AHP; *Apis dorsata*; Forest Honey; SWOT Analysis; Ujung Kulon National Park

---

### **Kata Kunci:**

AHP; Analisis SWOT; *Apis dorsata*; Madu Hutan; Taman Nasional Ujung Kulon

---

### **Corresponding Author:**

Name:  
Dani Hermawan  
Email:  
daniherma.ut@gmail.com

**Abstract:** *This study aims to formulate an optimization strategy for sustainable wild honey (*Apis dorsata*) utilization within the Ujung Kulon National Park, specifically on Panaitan Island. Adopting a mixed-methods approach, the research integrates spatial ecological analysis, socio-economic mapping of the Wild Honey Farmers Group (KPMH), and strategic evaluation using SWOT and Analytical Hierarchy Process (AHP) methods. Ecological analysis reveals that honeybees predominantly select Kiara, Tongtolok, and Kepuh as host trees, with an average nest height of 18.2 meters. Although the KPMH has implemented sustainable harvesting practices, business sustainability remains hindered by limited working capital, low post-harvest product quality, and the fluctuating risk of forest fires. The SWOT analysis positions the strategy in Quadrant I (Aggressive), supported by internal and external scores of +0.67 and +2.23, respectively. Meanwhile, the AHP results prioritize post-harvest quality improvement and collective capital access (score 0.391). This research concludes that strengthening economic sustainability is an absolute prerequisite for ensuring conservation compliance and habitat preservation through the transfer of dehumidifier technology, business legalization, and the establishment of an integrated aggregator cooperative.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi optimalisasi pemanfaatan madu hutan (*Apis dorsata*) yang berbasis prinsip ramah lingkungan di kawasan Taman Nasional Ujung Kulon, khususnya di Pulau Panaitan. Menggunakan pendekatan *mixed-methods*, studi ini mengintegrasikan analisis ekologi spasial, pemetaan kondisi sosio-ekonomi Kelompok Petani Madu Hutan (KPMH), serta evaluasi strategis melalui metode SWOT dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Analisis ekologi mengungkapkan bahwa lebah madu cenderung memilih pohon inang jenis Kiara, Tongtolok, dan Kepuh dengan ketinggian sarang rata-rata mencapai 18,2 meter. Meskipun KPMH telah menerapkan praktik pemanenan lestari, keberlanjutan

usaha mereka masih terhambat oleh keterbatasan modal kerja, rendahnya mutu produk pasca-panen, serta ancaman risiko kebakaran hutan yang fluktuatif. Hasil analisis SWOT menempatkan posisi strategis pada Kuadran I (Agresif), didukung oleh skor internal +0,67 dan eksternal +2,23. Sementara itu, hasil AHP memberikan prioritas utama pada peningkatan mutu pasca-panen dan akses permodalan kolektif (skor 0,391). Penelitian ini menyimpulkan bahwa penguatan keberlanjutan ekonomi merupakan prasyarat

mutlak untuk menjamin kepatuhan konservasi dan pelestarian habitat melalui alih teknologi *dehumidifier*, legalisasi izin usaha, serta pembentukan koperasi *aggregator* yang terintegrasi.

## PENDAHULUAN

Madu hutan, produk esensial dari lebah raksasa Asia, *Apis dorsata*, dikenal luas karena nilai nutrisi dan terapeutiknya, menjadikannya komoditas bernilai tinggi di pasar lokal dan internasional (Minsen, 2022). Pemanfaatan insentif ekonomi dari madu ini terbukti mampu menyelaraskan kesejahteraan masyarakat dengan target perlindungan keanekaragaman hayati (Widiastuti et al., 2022). Di Indonesia, madu hutan termasuk dalam kategori Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) dan memainkan peran krusial dalam mendukung mata pencaharian masyarakat lokal (Ramadhan et al., 2023). Madu “Odeng” Ujung Kulon, secara spesifik, telah mendapatkan pengakuan atas kualitasnya, bahkan mampu menembus pasar internasional (KLHK, 2018). Pemanfaatan HHBK secara lestari dianggap sebagai strategi penting dalam pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan, karena dapat mengurangi tekanan terhadap eksploitasi produk kayu, sekaligus memberikan insentif ekonomi yang mendorong pelestarian ekosistem hutan (Sihombing et al., 2022).

Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK), sebagai habitat terakhir Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*), memiliki mandat ganda: perlindungan keanekaragaman hayati dan pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan. Sejak tahun 2016, Balai TNUK telah mengakomodasi kegiatan pemanfaatan madu hutan di Pulau Panaitan, melalui skema Kemitraan Konservasi dalam zona pemanfaatan tradisional seluas kurang lebih 400 hektar. Kebijakan ini diperkuat oleh Perjanjian Kerja Sama (PKS) antara TNUK dengan delapan Kelompok Petani Madu Hutan (KPMH) sejak tahun 2024, yang didukung oleh regulasi seperti Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.77 Tahun 2019, yang mewajibkan keseimbangan antara pemanfaatan ekonomi dan perlindungan ekosistem.

Meskipun prinsip konservasi telah dilembagakan, praktik pemanenan di lapangan seringkali bersifat konvensional dan belum sepenuhnya berbasis data ilmiah. Hal ini mengakibatkan ketidakaturan dalam proses panen serta kerusakan habitat lebah yang dalam jangka panjang dapat mengancam kelestarian populasi lebah dan ekosistem pendukungnya (Buchori et al., 2023). Masalah kritis muncul dari teknik pemanenan yang merusak, seperti penggunaan asap (upet) yang berlebihan dan pengambilan seluruh bagian sarang. Penggunaan api ini tidak hanya mengancam kelangsungan hidup koloni lebah tetapi juga meningkatkan risiko kebakaran hutan (Kuntadi & Adalina, 2022). Selain itu, tekanan terhadap habitat akibat fragmentasi hutan semakin meningkat, sehingga mengurangi ruang gerak koloni lebah hutan dalam mencari pohon inang yang sesuai (Suryani & Gunawan, 2024). Praktik ini berpotensi menurunkan populasi lebah secara signifikan, yang pada gilirannya berdampak negatif terhadap layanan ekosistem, terutama proses penyerbukan. Penyerbukan merupakan proses ekologis yang sangat penting dalam mendukung reproduksi tanaman dan produktivitas pertanian (Suhri, 2025).

Penggunaan api ini tidak hanya mengancam kelangsungan hidup koloni lebah tetapi juga meningkatkan risiko kebakaran hutan di kawasan konservasi, termasuk ancaman terhadap kelestarian flora dan fauna di kawasan konservasi (Ramawati et al., 2022). Penurunan populasi *Apis dorsata* akibat praktik panen yang destruktif bukan sekadar masalah kehilangan komoditas madu, melainkan ancaman sistemik bagi mandat utama TNUK. Sebagai agen penyerbuk utama, degradasi populasi lebah akan memicu kegagalan reproduksi flora endemik di Pulau Panaitan. Hal ini secara langsung mengganggu keseimbangan ekosistem, sehingga kegagalan dalam melindungi lebah berarti kegagalan dalam menjaga integritas kawasan konservasi secara keseluruhan (Shwetha et al., 2024). Dengan demikian, keberlangsungan populasi lebah menjadi prasyarat mutlak bagi keberhasilan mandat konservasi TNUK dalam menjaga stabilitas ekosistem dan keanekaragaman hayati. Selain itu, ketiadaan dokumentasi spasial (GPS) pohon inang, waktu panen yang tidak terukur, dan minimnya standarisasi pasca-panen, menghambat peningkatan nilai tambah madu dan daya saing produk di pasar. Hal ini menuntut adanya standarisasi teknologi

pengolahan yang memenuhi standar kualitas internasional untuk menjaga kadar air dan kemurnian madu (Pratama & Santoso, 2023).

Sekalipun potensi madu TNUK telah banyak dibahas, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan dalam literatur saat ini. Sebagian besar studi terdahulu masih bersifat parsial, yang hanya berfokus pada aspek teknis pemanenan atau deskripsi sosial budaya secara terpisah, tanpa mengintegrasikan data ekologi spasial dengan pengambilan keputusan strategis. Hingga saat ini, belum ada model strategi yang secara eksplisit menggabungkan pemetaan spasial pohon inang (GPS) dengan analisis prioritas AHP dan SWOT untuk merumuskan integrasi ekonomi-ekologi di Pulau Panaitan. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan menawarkan pendekatan interdisipliner yang menyatukan dimensi ekologi, sosial, dan ekonomi secara terpadu.

Prinsip sinergi antara ekonomi dan lingkungan, sebagaimana dikemukakan oleh Porter & van der Linde (1995), menegaskan bahwa perlindungan lingkungan bukan merupakan beban biaya, melainkan pemicu inovasi yang dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing. Dalam konteks ini, keberhasilan konservasi TNUK sangat bergantung pada kemampuan untuk mentransformasi praktik pemanenan madu menjadi kegiatan ekonomi yang efisien dan menguntungkan, sehingga masyarakat memiliki insentif yang kuat untuk menjaga kelestarian habitat lebah. Strategi ini harus didukung oleh penguatan kelembagaan kelompok tani agar mandiri secara ekonomi dan berkelanjutan secara ekologis (Aswandi & Kaskoyo, 2021).

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penelitian ini secara sistematis bertujuan untuk menganalisis kondisi aktual praktik pemanfaatan madu hutan serta preferensi habitat *Apis dorsata* oleh masyarakat di kawasan Pulau Panaitan, Taman Nasional Ujung Kulon. Melalui basis data lapangan tersebut, dilakukan analisis mendalam terhadap faktor-faktor strategis yang mencakup kekuatan, kelemahan, peluang, serta ancaman (SWOT) guna memetakan variabel pendukung dan penghambat dalam upaya pemanfaatan madu yang lestari. Puncaknya, penelitian ini diarahkan untuk menyusun serta menentukan prioritas strategi pengelolaan yang optimal melalui integrasi analisis SWOT dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), sehingga dapat dirumuskan sebuah model pemanfaatan madu hutan yang terpadu, berbasis konservasi, dan berkelanjutan secara ekologis maupun ekonomi.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode campuran (*mixed methods*), bertipe *sequential explanatory design*, yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif. Data kuantitatif digunakan sebagai dasar analisis awal dalam mengidentifikasi kondisi dan prioritas pengelolaan madu hutan, sementara data kualitatif dimanfaatkan untuk memperdalam interpretasi hasil kuantitatif melalui konteks sosial, kelembagaan, dan praktik pemanfaatan di lapangan. Penelitian ini bersifat eksploratif dengan pendekatan studi kasus yang berlokasi di Pulau Panaitan, Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK), sebagai kawasan konservasi yang memiliki potensi madu hutan sekaligus tantangan keberlanjutan dalam pengelolaannya.

Populasi penelitian terdiri atas 288 anggota Kelompok Petani Madu Hutan (KPMH) dan 30 petugas Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK) di Pulau Panaitan. Pengambilan sampel dilakukan secara sampel purposive dengan melibatkan 12 anggota KPMH dan 6 petugas TNUK sebagai informan kunci. Jumlah sampel tersebut ditentukan hingga mencapai kondisi data *saturation*, yaitu ketika informasi yang diperoleh telah berulang dan tidak lagi menghasilkan temuan baru yang signifikan.

Data dikumpulkan melalui observasi ekologi spasial pada 23 titik pohon sarang lebah, wawancara mendalam semi-terstruktur, serta *Focus Group Discussion* (FGD) dengan KPMH dan staf TNUK. FGD dilakukan untuk mengonfirmasi dan memvalidasi temuan hasil wawancara, mengidentifikasi persepsi bersama mengenai praktik pemanenan madu hutan, serta merumuskan permasalahan dan alternatif strategi pengelolaan secara partisipatif. Selain itu, pengumpulan data didukung oleh studi dokumentasi yang bersumber dari arsip dan laporan resmi TNUK.

Teknik analisis data dilakukan secara bertahap dan terintegrasi. Tahap awal menggunakan analisis deskriptif tematik untuk mengeksplorasi praktik konservasi dan isu sosio-ekonomi yang berkembang di tingkat lokal, diikuti dengan analisis komparatif untuk membandingkan perspektif Kelompok Petani Madu Hutan (KPMH) dan pihak Taman Nasional Ujung Kulon (TNUK). Selanjutnya, hasil temuan tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan analisis SWOT kuantitatif melalui matriks IFAS dan EFAS guna mengidentifikasi posisi strategis pengelolaan madu hutan dan menentukan kuadran strategi. Alternatif strategi yang dihasilkan dari analisis SWOT kemudian diprioritaskan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) berdasarkan kriteria ekonomi, konservasi, serta aspek teknis dan kelembagaan (C1–C3). Integrasi SWOT dan AHP ini memungkinkan pengambilan keputusan strategis yang rasional dan terukur dengan mempertimbangkan berbagai kriteria dan alternatif secara simultan (Saaty, 1980).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Biogeografis dan Preferensi Pohon Inang Kunci (*Apis dorsata*)

Observasi ekologi yang dilakukan di Pulau Panaitan dan sekitarnya (P. Peucang, Legon butun, Legon bajo, Cibariang, dan Karang masjid) pada 23 titik pohon sarang mengidentifikasi total 46 sarang *Apis dorsata*. Identifikasi ini diperkuat dengan pendataan koordinat presisi, di mana integrasi data lapangan dan teknologi penginderaan jauh menjadi sangat krusial untuk pemetaan distribusi serta memastikan perlindungan habitat pohon inang secara geospasial (Safitri et al., 2025). Hal ini menjadi dasar untuk merumuskan strategi optimalisasi pemanfaatan madu hutan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, selaras dengan kaidah konservasi di kawasan taman nasional tersebut (Rehel et al., 2025). Hasil analisis preferensi menunjukkan hierarki yang jelas terhadap pemilihan pohon inang struktural. Tiga spesies pohon dominan yang teridentifikasi secara konsisten digunakan oleh lebah madu raksasa adalah Kiara (*Ficus annulata*), Tongtolok (*Pterocymbium javanicum*), dan Kepuh (*Sterculia foetida*). Ketiga spesies ini menyumbang lebih dari 60% dari total titik observasi. Dominansi spesies *Ficus* dan *Sterculia* sebagai pohon inang juga ditemukan di berbagai kawasan konservasi lain di Indonesia, menunjukkan konsistensi keberadaan ekologis dalam pemilihan struktur dahan yang kuat (Adalina & Sawitri, 2021).

Pentingnya spesies ini terletak pada karakteristik morfologi dan strukturalnya yang esensial untuk mendukung koloni *A. dorsata*, seperti preferensi struktural, morfologi, dan mikro-lingkungan pohon inang yang dipilih oleh lebah madu hutan raksasa di kawasan TNUK (Anggara & Setiawan, 2022). Lebah ini secara konsisten memilih pohon yang sangat tinggi, dengan rata-rata ketinggian pohon inang mencapai 27,1 meter, dan rata-rata ketinggian sarang berada pada 18,2 meter di atas permukaan tanah. Ketinggian yang ekstrem (mulai dari 12 meter hingga 40 meter) berfungsi sebagai mekanisme pertahanan alami lebah dari predator dan gangguan manusia (Prasetya et al., 2023). Selain ketinggian, sudut kemiringan dahan pada pohon-pohon tinggi tersebut juga memainkan peran krusial dalam melindungi sarang dari terpaan angin kencang dan hujan lebat di wilayah pesisir (Raharjo & Purnomo, 2024). Ketersediaan pohon dewasa yang masif dan stabil, seperti Kiara, yang memerlukan waktu puluhan hingga ratusan tahun untuk tumbuh, merupakan prasyarat mutlak untuk menahan beban sarang tunggal raksasa yang dapat mencapai panjang hingga dua meter. Oleh karena itu, perlindungan terhadap pohon-pohon berdiameter besar menjadi kunci utama dalam pengelolaan habitat lebah madu hutan jangka panjang (Gunawan & Setyawati, 2023).

#### a. Korelasi Fenologi dan Termoregulasi Sarang

Analisis kualitatif terhadap lingkungan mikro sarang mengungkapkan strategi ekologis lebah yang responsif terhadap kebutuhan termoregulasi. Terdapat dikotomi yang signifikan dalam pemilihan jenis pohon inang, yang dipengaruhi oleh fenologi pohon (siklus gugur daun).

1. Kepuh (*Sterculia foetida*): Dicitrakan sebagai pohon *deciduous* (menggugurkan daun), yang menyebabkan tajuknya relatif terbuka dan jarang dengan pola percabangan mendatar bertingkat (Musawwa et al., 2022). Observasi mencatat bahwa sarang di Kepuh hampir selalu terpapar sinar matahari penuh. Fenomena ini sangat penting karena Kepuh mungkin

menjadi pilihan bersarang optimal selama musim dingin atau musim penghujan, di mana peningkatan panas matahari (*solar gain*) sangat krusial untuk mempertahankan suhu stabil area larva (*brood*). Penyesuaian metabolisme koloni ini memungkinkan lebah mempertahankan suhu internal sarang meskipun paparan suhu eksternal yang ekstrem pada tajuk yang terbuka (Wicaksono & Erniwati, 2021).

2. Kiara (*Ficus annulata*): Dicitrakan sebagai pohon evergreen dengan tajuk yang sangat rindang dan rimbun, memiliki akar gantung yang semuanya berkontribusi pada stabilitas mekanik luar biasa (Mudita & Dwi, 2024). Sarang di Kiara cenderung mendapat naungan atau hanya sedikit paparan sinar matahari, yang juga sering diperkuat oleh vegetasi tambahan seperti liana. Pemilihan Kiara menunjukkan prioritas lebah pada perlindungan termal yang stabil, menghindari stres panas berlebihan selama musim kemarau, dan memberikan stabilitas fisik yang unggul. Struktur tajuk yang rapat pada spesies evergreen menciptakan 'efek payung' yang secara efektif mereduksi radiasi matahari langsung hingga 70%, menciptakan stabilitas termal yang konsisten bagi perkembangan koloni (Hidayat & Kurniawan, 2024).
3. Pohon Tongtolo (*Pterocymbium javanicum*); Tongtolo juga dicirikan sebagai pohon besar dan tinggi, mampu mencapai ketinggian lebih dari 40 meter. Kekuatan mekanis dahan Tongtolo yang mampu menahan beban sarang masif menjadikannya salah satu inang struktural yang paling stabil di lanskap TNUK (Ramadhan & Santosa, 2020). Spesies ini termasuk dalam famili Malvaceae. Seperti Kepuh, Tongtolo dilaporkan menggugurkan daunnya secara berkala, dan tajuknya cenderung "tidak terlalu rimbun". Meskipun tajuknya tidak rimbun, kondisi mikro-lingkungan sarang di Tongtolo menunjukkan berbagai variasi.

Perbedaan preferensi mikro-lingkungan ini menunjukkan bahwa strategi bersarang *A. dorsata* di TNUK adalah adaptif dan dinamis, bukan statis. Pemahaman ini sangat penting untuk perencanaan konservasi, karena perlindungan habitat tidak hanya sebatas melindungi pohon inang, tetapi juga memastikan ketersediaan sumber daya pakan (nektar/polen) di sekitar lokasi sarang, seperti yang disediakan oleh Tongtolo. Dinamika migrasi lokal lebah madu hutan seringkali dipicu oleh perubahan fenologi pohon pakan yang sinkron dengan siklus pengguguran daun pohon inang (Setiawan & Budiman, 2023; Nurhayati et al., 2024).

## **b. Dinamika Populasi Sarang dan Tekanan Pemanfaatan**

Meskipun Kiara merupakan pohon yang paling sering dikolonisasi (25 sarang total), rasio aktivitasnya adalah yang terendah (28%). Rendahnya persentase sarang aktif, di samping bukti ditemukannya rotan bekas panen di sekitar sarang, mengindikasikan bahwa pohon inang yang paling vital tersebut mengalami tekanan pemanfaatan yang tinggi. Rendahnya rasio aktivitas pada pohon dominan seringkali menjadi indikator awal dari perilaku absconding (lebah meninggalkan sarang) akibat gangguan yang berulang di sekitar area persarangan (Fahri et al., 2024; Hadisoesilo & Kuntadi, 2021).

Jika KPMH tidak menerapkan kaidah lestari yang mewajibkan pemotongan hanya bagian madu dan meninggalkan bagian larva (*brood*), frekuensi pemanenan yang tinggi pada pohon favorit ini akan mengancam regenerasi dan kelangsungan populasi *A. dorsata* lokal. Praktik panen lestari dengan menyisakan sarang larva terbukti dapat mempercepat re-koloni pada pohon yang sama dalam musim yang sama, sehingga menjaga rasio aktivitas tetap tinggi (Siregar & Bakti, 2022). Oleh karena itu, rasio aktivitas sarang menjadi barometer keberlanjutan. Konservasi harus memfokuskan perlindungan hukum pada individu pohon inang dewasa utama (Kiara, Tongtolo, Kepuh), menjadikannya zona konservasi spesifik dalam rencana pengelolaan TNUK. Penetapan pohon inang dewasa sebagai aset konservasi mikro dapat menjadi instrumen hukum yang efektif untuk mengontrol frekuensi panen di bawah skema kemitraan konservasi (Pratama & Maryanto, 2020; Widiastuti & Santoso, 2023).

## **c. Dinamika Sosio-Teknis dan Kesenjangan Ekonomi**

1. Praktik Lestari versus Risiko Ekologis

KPMH di Pulau Panaitan memiliki praktik konservatif yang dikenal sebagai sistem panen lestari atau kebiri, di mana hanya sekitar 60% bagian madu yang dipotong dan sisanya (termasuk larva/anakan lebah) dibiarkan. Praktik ini didukung oleh temuan empiris KPMH sendiri: sarang yang di kebiri akan terisi kembali dalam 10-15 hari dengan volume madu yang lebih banyak. Secara ekologis, teknik ini memungkinkan koloni tetap stabil dan mengurangi angka absconding dibandingkan dengan metode panen total (Adalina & Kuntadi, 2020). Praktik kebiri merepresentasikan kekuatan internal (S2) KPMH yang selaras dengan tujuan konservasi, menunjukkan insentif ekonomi dapat dihasilkan dari praktik ekologis yang bertanggung jawab.

Namun, praktik ini diiringi kelemahan struktural (W4). Pemanenan masih menggunakan metode tradisional yang melibatkan asap atau upet untuk menenangkan lebah, yang diakui oleh KPMH dan TNUK sebagai risiko ekologis terbesar penyebab kebakaran hutan (T1). TNUK mencatat insiden kebakaran besar pada 2015 dan 2019 yang diduga kuat berasal dari upet pemanen. Penggunaan api dalam kawasan konservasi menciptakan kerentanan tinggi, terutama pada tipe hutan yang memiliki akumulasi serasah kering selama musim kemarau (Ramawati et al., 2022). Dilema ini menunjukkan adanya resistensi kultural terhadap adopsi teknologi non-kontekstual dan kelemahan dalam mitigasi risiko ekologis internal.

## 2. Krisis Modal dan Mutu Pasca-Panen

Meskipun potensi hasil panen musiman tinggi (antara 100 Kg hingga 700 Kg per tim per trip), aktivitas ini dibebani oleh biaya modal awal (logistik/BBM) yang signifikan (Rp 2.5 Juta hingga Rp 5 Juta per trip). Karena madu adalah pekerjaan musiman/sampingan, anggota KPMH sering bergantung pada pinjaman untuk modal kerja (W1). Keterbatasan akses terhadap lembaga keuangan formal memaksa petani terjebak dalam sistem ijon yang secara tidak langsung memaksa mereka mengeksploitasi sumber daya secara berlebihan untuk melunasi utang (Kaskoyo et al., 2024).

Tekanan finansial ini menciptakan konflik kausalitas: kesulitan modal awal berfungsi sebagai disinsentif terhadap kepatuhan konservasi. Untuk menutup biaya, KPMH terpaksa melakukan *chasing the resources*, mengabaikan aturan zonasi statis 50 Ha per kelompok (T2), dan mengambil madu di sarang mana pun yang paling menjanjikan, sehingga meningkatkan potensi konflik horizontal antar kelompok dan pelanggaran tata kelola.

Selain itu, optimalisasi pendapatan terhambat oleh mutu pasca-panen yang minimalis. Madu umumnya hanya disaring dan ditampung dalam jerigen (W2), menyebabkan kadar air tinggi yang menekan harga jual rata-rata di kisaran Rp 70.000 hingga Rp 100.000 per Kg. Tanpa intervensi teknologi dehidrator sederhana, madu hutan Indonesia sulit bersaing di pasar premium karena risiko fermentasi yang tinggi akibat kadar air di atas 22% (Suharyanto & Pratama, 2023). Kendala utama lainnya adalah sulitnya akses ke pembeli skala besar (*agregator*), sehingga madu didominasi dijual eceran atau ke pengepul lokal, yang memperlambat perputaran modal.

## 3. Kesenjangan Implementasi Regulasi dan Tata Kelola

TNUK telah berhasil menciptakan kerangka legal melalui PKS, yang terbukti efektif dalam memitigasi risiko kebakaran makro sejak 2024. Namun, Balai TNUK menghadapi kesenjangan kapasitas (*capacity gap*) dalam menegakkan regulasi mikro di lapangan. Petugas TNUK mengakui keterbatasan Sumber Daya Manusia (SDM) (T3), yang menyebabkan pendampingan wajib saat panen sering tidak terlaksana secara optimal.

Keterbatasan pengawasan diperparah oleh desain zonasi spasial yang statis (T2). Aturan zonasi 50 Ha per kelompok, meskipun tercantum dalam PKS, tidak memiliki batas fisik yang jelas di hutan dan tidak mempertimbangkan dinamika ekologis lebah. Akibatnya, KPMH memilih panen bebas saja. Tantangan tata kelola ini menunjukkan bahwa TNUK membutuhkan teknologi yang disesuaikan (*appropriate technology*), seperti virtual zoning berbasis GPS sederhana, dan reformasi pengawasan yang bergeser dari pengawasan kehadiran menjadi pengawasan berbasis kinerja dan hasil panen lestari. Penggunaan virtual fencing atau zonasi digital terbukti lebih efektif dalam mengatur batas akses masyarakat dibandingkan tanda fisik yang sering hilang atau rusak di lapangan (Putra & Santoso, 2021).

#### d. Analisis Faktor Strategis (SWOT dan AHP)

##### 1. Faktor Strategis Internal dan Eksternal

Tabel 1. Matriks Faktor Strategis Internal dan Eksternal (IFAS-EFAS)

Faktor Strategis	Skor Total Tertimbang	Justifikasi Nilai
Kekuatan Total (S)	1.52	Legalitas dan praktik kebiri menjadi modal kuat internal.
Kelemahan Total (W)	0.85	Kelemahan kritis terletak pada modal kerja (W1) dan mutu (W2).
Peluang Total (O)	2.75	Dukungan TNUK ( <i>dehumidifier</i> , legalitas) dan pasar premium adalah peluang besar.
Ancaman Total (T)	0.52	Ancaman dominan adalah risiko kebakaran dan SDM pengawasan terbatas.
Koordinat Strategis (S-W; O-T)	(+0.67; +2.23)	Kuadran I (Strategi Agresif/ <i>Growth</i> ).

Hasil perhitungan menunjukkan koordinat internal S-W adalah +0.67 (Kekuatan lebih dominan dari Kelemahan) dan koordinat eksternal O-T adalah +2.23 (Peluang sangat dominan dari Ancaman). Posisi ini menempatkan KPMH dalam Kuadran I (Strategi Agresif), yang mengindikasikan situasi yang sangat menguntungkan (*favorable*) untuk pertumbuhan. Namun, posisi agresif ini sering kali bersifat semu jika tidak didukung oleh kapasitas manajerial dan finansial yang memadai di tingkat tapak (Fahrezi & Herwanti, 2023).

Meskipun posisi strategis berada di kuadran Agresif (S-O), analisis mendalam terhadap bobot faktor internal menunjukkan bahwa kelemahan struktural (W1: Keterbatasan Modal Kerja dan W2: Mutu Pasca-Panen Rendah) adalah penghambat yang paling kritis. Oleh karena itu, strategi optimal harus berfokus pada penguatan kelemahan kritis ini dengan memanfaatkan peluang eksternal yang ada (O1 dan O2), yaitu melalui Strategi *Weakness-Opportunity* (W-O) untuk mencapai stabilisasi fundamental sebelum mendorong pertumbuhan agresif. Pendekatan ini selaras dengan model intervensi strategi yang menyarankan penguatan kelembagaan dan perbaikan rantai nilai di tingkat internal sebagai fondasi utama sebelum melakukan ekspansi bisnis di kawasan konservasi (Kaskoyo et al., 2022; Widiastuti et al., 2024).

Tabel 2. Bobot Prioritas Kriteria AHP

Kriteria (C)	Bobot Prioritas Rata-rata	Peringkat	Justifikasi Prioritas
C1: Keberlanjutan Ekonomi	0.648	1	Kebutuhan paling mendesak KPMH. Tanpa stabilitas ekonomi, pelanggaran konservasi tidak terhindarkan.
C2: Kepatuhan Konservasi	0.233	2	Mandat utama kawasan, tetapi dipandang sebagai konsekuensi dari stabilitas C1.
C3: Kapasitas Teknis	0.119	3	Dianggap sebagai faktor pendukung, bukan faktor pendorong utama keberlanjutan.

Bobot prioritas C1 yang dominan (0.648) mengukuhkan temuan kualitatif bahwa akar masalah konservasi dan tata kelola di TNUK adalah masalah ekonomi (W1). Hal ini sejalan dengan kerangka teori sinergi ekonomi-lingkungan, di mana peningkatan efisiensi ekonomi (melalui peningkatan mutu produk) menciptakan insentif yang diperlukan untuk kepatuhan terhadap praktik ramah lingkungan. Dengan kata lain, penguatan modal dan pasar adalah "pagar ekonomi" yang akan menjaga kelestarian ekosistem.

##### 1. Peningkatan Alternatif Strategi

Empat strategi alternatif yang dianalisis menggunakan AHP berasal dari Matriks TOWS (SWOT):

- a. WO2: Peningkatan Mutu Pasca-Panen dan Akses Permodalan Kolektif.
- b. SO1: Pengembangan Kapasitas Usaha Terintegrasi Berbasis Sertifikasi Mutu dan Branding Konservasi.
- c. ST3: Penguatan Tata Kelola Kawasan Melalui Sistem Patroli Kemitraan Dinamis.

d. WT4: Adaptasi Teknologi Sederhana dan Manajemen Risiko Transportasi.

Perhitungan bobot prioritas keseluruhan (Total Skor Global) setiap strategi mengintegrasikan bobot kriteria (C1, C2, C3) dengan bobot relatif strategi tersebut

Tabel 3. Prioritas Alternatif Strategi Berdasarkan Analisis AHP

Kode Strategi	Tipe Strategi	Deskripsi Fokus	Skor Total Global	Peringkat
WO2	W-O	Peningkatan Mutu Pasca-Panen dan Akses Permodalan Kolektif	0.391	1
SO1	S-O	Pengembangan Kapasitas Usaha Terintegrasi Berbasis Sertifikasi Mutu dan Branding Konservasi	0.300	2
ST3	S-T	Penguatan Tata Kelola Kawasan Melalui Sistem Patroli Kemitraan Dinamis	0.203	3
WT4	W-T	Adaptasi Teknologi Sederhana dan Manajemen Risiko Transportasi	0.106	4

## 2. Validasi Strategi Prioritas (WO2)

Strategi WO2 (Peningkatan Mutu Pasca-Panen dan Akses Permodalan Kolektif) menempati peringkat tertinggi dengan skor global 0.391. Hasil ini memvalidasi posisi strategis Kuadran I dan dominasi kriteria ekonomi (C1). Strategi WO2 dirancang secara spesifik untuk mengatasi dua kelemahan internal yang paling kritis (W1: Krisis Modal Kerja dan W2: Mutu Rendah) dengan memanfaatkan peluang besar dari Dukungan TNUK (O1: *Dehumidifier*) dan Potensi Pasar Premium (O2).

Implementasi WO2 akan memutus siklus harga rendah dengan meningkatkan kualitas madu (memenuhi standar SNI). Peningkatan mutu dan harga jual ini akan memberikan pendapatan yang stabil, memungkinkan KPMH menutup biaya operasional awal tanpa terpaksa mengambil sarang secara tidak lestari atau melanggar zonasi. Oleh karena itu, investasi pada aspek hilir (pengolahan dan permodalan) adalah kunci utama keberhasilan konservasi di TNUK.

Strategi terdekat kedua, SO1 (Pengembangan Kapasitas Usaha Berbasis Sertifikasi Mutu dan Branding Konservasi), merupakan kelanjutan logis dari WO2, yang mengintegrasikan kekuatan praktik kebiru (S1) dengan pasar premium (O2), memposisikan Madu Panaitan sebagai produk konservasi bersertifikasi.

### e. Sintesis Strategi Implementasi dan Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan integrasi analisis ekologi, sosial-ekonomi, dan kuantitatif AHP, strategi optimalisasi pemanfaatan madu hutan ramah lingkungan di TNUK dirumuskan dalam tiga pilar intervensi terpadu.

#### 1. Pilar I: Penguatan Rantai Nilai Ekonomi (Prioritas WO2 & SO1)

Pilar ini berfokus pada mitigasi kelemahan kritis (modal dan mutu) dengan memanfaatkan peluang pasar.

##### a. Intervensi Teknologi Pasca-Panen dan Legalitas Usaha

Diperlukan replikasi masif pengadaan dan pelatihan penggunaan alat *dehumidifier* untuk semua KPMH. Alat ini secara langsung mengatasi masalah kadar air tinggi (W2), memungkinkan madu TNUK mencapai standar mutu (SNI) dan menembus harga premium (O2). Seiring dengan itu, TNUK harus mempercepat fasilitasi legalitas formal bagi tujuh KPMH yang belum mencapai status KPMH Mandiri, termasuk pendampingan pengurusan Akta Notaris (badan hukum) dan Nomor Kontrol Veteriner (NKV) untuk produk. Legalitas ini adalah prasyarat untuk mengakses pasar modern dan skema permodalan resmi.

##### b. Fasilitasi Modal Kerja dan Agregator Pemasaran

Untuk mengatasi krisis modal kerja yang tinggi (W1), TNUK perlu menjalin kemitraan dengan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) atau lembaga keuangan (O4) untuk mengembangkan skema dana bergulir atau pinjaman modal non-riba. Pengembalian pinjaman ini dapat dijamin melalui kontrak penjualan skala besar,

- yang hanya dapat diwujudkan melalui pembentukan Koperasi Pemasaran Skala Besar (Model *Aggregator*). Koperasi ini, yang dapat dipimpin oleh KPMH yang sudah maju (misalnya yang bermitra dengan PT Serapin), akan menampung hasil panen kolektif dari seluruh kelompok, memastikan volume besar, harga stabil, dan perputaran modal yang sehat.
- c. Integrasi Ekowisata Berbasis Konservasi  
KPMH harus didorong untuk mendiversifikasi pendapatan melalui ekowisata berbasis konservasi (O3). Proses panen lestari (kebiri experience) dapat dikemas sebagai produk premium, memberikan kompensasi finansial langsung kepada KPMH dan memperkuat citra branding madu hutan TNUK sebagai produk yang ramah lingkungan (S1).
2. Pilar II: Reformasi Tata Kelola dan Mitigasi Risiko Ekologis (Prioritas ST3 & WT4)  
Pilar ini berfokus pada peningkatan kepatuhan dan manajemen risiko ekologis terbesar.
- a. Modernisasi Peralatan Anti-Api  
Sebagai prioritas lingkungan tertinggi, ancaman kebakaran hutan (T1) harus dimitigasi dengan mengganti ketergantungan pada upet tradisional. TNUK perlu memfasilitasi pengadaan dan pelatihan penggunaan alat pengusir lebah non-api yang sesuai dengan karakteristik panjat pohon lokal (W3). Penggantian teknologi ini harus diintegrasikan ke dalam Rencana Kerja Tahunan (RKT) KPMH sebagai prasyarat pemanfaatan.
  - b. Revitalisasi SOP Pengawasan dan Zonasi Adaptif  
Tata kelola kawasan harus direformasi dari pengawasan zonasi statis 50 Ha yang belum optimal (T2) menuju SOP Pengawasan Berbasis Kinerja (*Outcome-Based Monitoring*) (ST3). Pengawasan harus fokus pada dua indikator kunci: (1) verifikasi ketat penerapan praktik kebiri dan (2) audit ketertiban pelaporan hasil panen (volume, lokasi). Hal ini mengoptimalkan SDM TNUK yang terbatas (T3). Untuk mengatasi ketiadaan batas fisik di lapangan, KPMH perlu dilatih menggunakan aplikasi pemetaan sederhana berbasis smartphone untuk mencatat lokasi sarang yang dipanen (GPS), memfasilitasi *Virtual Zoning* dan akurasi data ekologis untuk perencanaan kawasan yang adaptif.
  - c. Penguatan Co-Management Lokal  
Keterbatasan SDM pengawasan TNUK (T3) harus diatasi dengan penguatan peran KPMH dalam *co-management*. Anggota kelompok yang paling bertanggung jawab dan tertib administrasi (S3/W4) dapat diintegrasikan sebagai kader konservasi lokal berinsentif, yang bertanggung jawab atas patroli, pengawasan kepatuhan kebiri, dan pelaporan wajib insiden di lapangan (WT4).
3. Pilar III: Konservasi Ekologis dan Kapasitas Teknis Adaptif  
Strategi ini memastikan pelestarian habitat kunci dan peningkatan keselamatan KPMH.
- a. Penetapan Zona Perlindungan Pohon Inang Kunci  
Berdasarkan temuan ekologis, TNUK wajib menetapkan Zona Perlindungan Spesifik untuk pohon inang dewasa (Kiara, Tongtolok, Kepuh). Perlindungan ini harus mencakup larangan absolut terhadap perusakan pohon-pohon ini, bahkan jika sarang sedang kosong, untuk menjamin ketersediaan habitat struktural jangka panjang.
  - b. Program Keselamatan dan Mitigasi Iklim  
Mengatasi risiko fisik tertinggi KPMH (keselamatan transportasi laut/bahaya gelombang tinggi) dan keterbatasan alat panjat aman (W3). TNUK perlu memprioritaskan pengadaan peralatan keselamatan dasar untuk transportasi dan alat panjat yang ergonomis. Selain itu, program intensifikasi penanaman pakan lebah harus diintegrasikan ke dalam RKT untuk memitigasi dampak pergeseran musim (T4) terhadap stabilitas produksi madu.

## SIMPULAN

Optimalisasi pemanfaatan madu hutan *Apis dorsata* ramah lingkungan di Taman Nasional Ujung Kulon menuntut pergeseran paradigma dari pengawasan berbasis ruang statis menuju tata kelola yang didorong oleh insentif ekonomi dan mitigasi risiko ekologis.

Kondisi Aktual Ekologi dan Sosial-Ekonomi, *Apis dorsata* di Pulau Panaitan menunjukkan preferensi habitat struktural yang tinggi dan spesifik (Kiara, Tongtolok, Kepuh), yang penting untuk konservasi. Meskipun KPMH secara aktif telah menerapkan praktik lestari (kebiri) untuk menjamin regenerasi koloni, keberlanjutan ekonomi terancam oleh tingginya biaya modal kerja (W1) dan rendahnya mutu pasca-panen (W2), yang menyebabkan madu TNUK hanya dijual curah dengan harga rendah. Konflik tata kelola timbul dari zonasi PKS yang tidak adaptif terhadap dinamika ekologi lebah, ditambah oleh keterbatasan SDM pengawasan TNUK. Posisi Strategis, Analisis SWOT menempatkan pengelolaan pada Kuadran I (Agresif), didorong oleh kekuatan legalitas (PKS) dan peluang pasar premium (O1, O2). Strategi Prioritas, Integrasi AHP dan SWOT secara kuantitatif membuktikan bahwa strategi Peningkatan Mutu Pasca-Panen dan Akses Permodalan Kolektif (WO2) adalah prioritas utama (Skor 0.391). Hasil ini menegaskan bahwa keberhasilan konservasi (C2) sangat bergantung pada penguatan Keberlanjutan Ekonomi (C1: Bobot 0.648).

Berdasarkan temuan dan strategi prioritas yang teruji, direkomendasikan kebijakan implementasi Intervensi Ekonomi Terpadu (Pilar Prioritas), yaitu TNUK bersama stakeholder eksternal wajib memprioritaskan penyediaan skema pembiayaan modal awal non-riba untuk KPMH dan segera mereplikasi inisiatif teknologi dehumidifier dan fasilitasi legalitas (NKV/Akta Notaris) untuk seluruh kelompok. Kelembagaan pasar dan branding membentuk koperasi pemasaran skala besar yang berfungsi sebagai agregator tunggal bagi semua KPMH untuk memastikan volume penjualan besar, menstabilkan harga, dan mengakses pasar premium (PT Serapin/pasar SNI), serta mengintegrasikan branding lestari (kebiri experience) melalui ekowisata. Mitigasi Risiko Ekologis Kunci, yakni mengganti secara wajib penggunaan upet tradisional dengan alat pengusir lebah non-api dan menyediakan pelatihan keselamatan transportasi serta alat panjat ergonomis. Tata kelola adaptif, terkait TNUK yang harus merevisi PKS dengan mengadopsi skema *Outcome-Based Monitoring*, yang fokus pada verifikasi kepatuhan kebiri dan ketertiban administrasi, serta memanfaatkan teknologi pemetaan sederhana (GPS) untuk mendukung *co-management* dan *virtual zoning* oleh kader konservasi lokal. Konservasi habitat spesifik, yakni menetapkan kebijakan perlindungan dan zonasi spesifik untuk pohon inang kunci (Kiara, Tongtolok, Kepuh) untuk menjamin stabilitas populasi *Apis dorsata*

## DAFTAR RUJUKAN

- Adalina, Y., & Sawitri, R. (2021). Karakteristik pohon tempat bersemayamnya lebah madu hutan (*Apis dorsata* Fabr.) di beberapa kawasan konservasi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 18(2), 185-198.
- Adalina, Y., & Kuntadi, K. (2020). Teknik pemanenan lebah madu hutan (*Apis dorsata* Fabr.) yang berkelanjutan: Studi kasus kearifan lokal di berbagai daerah di Indonesia. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 17(1), 15-28.
- Anggara, B., & Setiawan, R. (2022). Preferensi Struktural dan Morfologi Pohon Sarang Lebah Madu Raksasa (*Apis dorsata*) di Taman Nasional Ujung Kulon. *Jurnal Konservasi dan Sumber Daya Alam*, 12(3), 155-172. <https://jurnal.unpad.ac.id/jksda/article/view/39412>
- Aswandi, P., & Kaskoyo, H. (2021). Strategi pengembangan usaha madu hutan dalam mendukung kemandirian ekonomi masyarakat sekitar kawasan hutan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 15(1), 45-58.
- Buchori, D., Kinasih, I., & Prasetyo, L. B. (2023). Strategi konservasi dan pelestarian lebah di Indonesia. *Jurnal Agro Maritim*, 8(2), 45-55. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/agro-maritim/article/view/53703>
- Fahrezi, A., & Herwanti, S. (2023). Analisis strategi pengembangan usaha madu hutan melalui pendekatan Matrix SWOT dan QSPM. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 17(1), 88-102.

- Fahri, F., Putrawan, IM, Tarigan, SD, & Prasetyo, LB (2024). Dampak gangguan yang disebabkan manusia terhadap keberhasilan bersarang *Apis dorsata* di lanskap terfragmentasi. *Jurnal Global Ilmu dan Manajemen Lingkungan*, 10 (4), 412-428.
- Gunawan, H., & Setyawati, T. (2023). Dinamika pertumbuhan pohon *Ficus* dan *Sterculia* sebagai penyangga jasa lingkungan di taman nasional. *Buletin Konservasi Alam*, 19(3), 401-415.
- Hadisoesilo, S., & Kuntadi, K. (2021). Dampak teknik panen konvensional terhadap siklus hidup dan laju pelarian lebah madu raksasa (*Apis dorsata*) di hutan tropis. *Jurnal Biologi Indonesia*, 17(2), 145-156.
- Hidayat, S., & Kurniawan, R. (2022). Peran pohon *cemara* sebagai penyangga iklim mikro bagi koloni lebah madu raksasa di hutan hujan tropis. *Konservasi Media*, 27(3), 210-221.
- Kaskoyo, H., et al. (2024). Financial constraints and the collapse of community-based forest management: A case study of honey collectors in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 159, 103-118. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.103118>
- Kaskoyo, H., et al. (2022). Transformasi strategi pengelolaan hutan berbasis masyarakat: Dari pemulihan internal menuju ekspansi pasar berkelanjutan. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 19(2), 115-130.
- KLHK (2018). *Madu hutan Odeng Ujung Kulon tembus produk Oriflame Indonesia*. Diakses 1 Mei 2025, dari <https://ksdae.menlhk.go.id/berita/2556/Madu-Hutan-Odeng-Ujung-Kulon-Tembus-Produk-Oriflame-Indonesia.html>
- Kuntadi, K., & Adalina, Y. (2022). *Apis dorsata* : Biologi, ekologi, dan pelestarian lingkungan hidup di Indonesia. *Pusat Standarisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim*
- Minsen. (2022). Kualitas Madu Sialang Pada Tiga Kabupaten Di Provinsi Riau. *Repository.Unilak.Ac.Id*.
- Mudita, I. W., & Dewi, I. A. L. (2024). *Fokus Pada Ficus: Mengenal Marga Tumbuhan Terabaikan untuk Merawat Masa Depan*. Deepublish.
- Musawwa, A. W., Fadhillah, F., Sulistiono, S., Primandiri, P. R., Rahmawati, I., & Santoso, A. M. (2022, December). Karakteristik morfologi tanaman kepuh (*Sterculia foetida* L.) di Kabupaten Kediri. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran* (Vol. 2, No. 1, pp. 561-568).
- Nurhayati, S., Adalina, Y., & Sawitri, R. (2024). Korelasi ketersediaan pakan fungsional dan pemilihan habitat *Apis dorsata* di zona pemanfaatan tradisional. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 21 (1), 55-70.
- Undang - Undang (1999). *Kehutanan*. Jakarta.
- Permen LHK (2019). *Pemanfaatan HHBK yang mengutamakan keberlanjutan ekosistem*. Jakarta.
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). *Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship*. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Pratama, MF, & Santoso, H. (2023). Standardisasi pasca-panen madu hutan untuk meningkatkan daya saing pasar internasional di era industri 4.0. *Jurnal Standarisasi LHK*, 11(2), 112-125.
- Pratama, R. A., & Maryanto, I. (2020). Evaluasi skema kemitraan konservasi terhadap keberlanjutan hasil hutan bukan kayu madu hutan. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 17(2), 89-105.
- Prasetya, I. S., Hadi, I., & Sari, D. P. (2023). Sebaran Spasial dan Preferensi Pohon Sarang Lebah Madu (*Apis dorsata* Fabr.) di Kawasan KTH Brang Tampu. *Jurnal Hutan Tropika*.
- Putra, A. S., & Santoso, H. (2021). Implementasi sistem monitoring berbasis geospasial untuk pengawasan kemitraan konservasi di taman nasional. *Jurnal Sistem Informasi Geografis*, 9(1), 54-68.
- Ramadhan, G., & Santosa, Y. (2020). Arsitektur pohon dan kekuatan mekanis dahan pada spesies *Sterculia* dan *Pterocymbium* sebagai pendukung sarang lebah raksasa. *Jurnal Pengelolaan Hutan*, 12(2), 88-101.

- Ramadhan, M. M., Nabila, N., & Husin, G. M. I. (2023). Realitas Keadaan Masyarakat Terhadap Pengkonsumsian Madu. *Jurnal Ilmiah Psikologi Dan Kesehatan Masyarakat*, 1(1), 26–31.
- Ramawati, R., Ekawati, S., & Kurniasari, D. R. (2022). Institutional Form and the Impact of Community Empowerment Through Wild Honey Harvesting (*Apis dorsata*) in Ujung Kulon National Park. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 19 (1).
- Ramawati, R., et al. (2022). Analisis risiko kebakaran hutan akibat aktivitas pengumpul hasil hutan bukan kayu di kawasan konservasi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 12(3), 415-425.
- Raharjo, S., & Purnomo, H. (2024). Pengaruh iklim mikro terhadap pemilihan lokasi bersarang lebah madu raksasa Asia di hutan tropis pesisir. *Jurnal Internasional Biologi Tropis* , 72(1), 88-102.
- Rehel, S., Basavegowda, M., Thankiyan, J., & Roy, P. (2025). Socio-ecological surveys of *Apis dorsata* in the mountains of the Nilgiri Biosphere Reserve, Western Ghats, India. *Frontiers in Bee Science*.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York: Mc Graw-Hill.
- Safitri, D., Prasetyo, LB, & Santosa, Y. (2020). Geospasial pohon inang *Apis dorsata* : Integrasi data lapangan dan pengindraan jauh untuk perlindungan habitat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan)*, 10 (4), 560-572.
- Setiawan, A., & Budiaman, A. (2023). Pengaruh siklus fenologi pohon gugur terhadap dinamika koloni lebah madu hutan di kawasan pesisir. *Jurnal Silvikultur Tropika* , 14(1), 34-42.
- Shwetha, B. V, Neethu, T., & Bhat, N. S. (2024). Honey Harvesting for Sustainable Livelihoods and Agricultural Production. In *Role of Giant Honeybees in Natural and Agricultural Systems* (pp. 150–157). CRC Press.
- Sihombing, K. A. S. I., Dolorosa, E., & Kurniati, D. (2022). Pemasaran Produk Madu Hutan Asosiasi Periau Danau Sentarum (APDS) di Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 6(3). <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2022.006.03.16>
- Siregar, A. S., & Bakti, D. (2022). Dinamika hunian sarang lebah madu hutan pada berbagai spesies pohon inang di kawasan hutan lindung. *Jurnal Entomon Indonesia*, 15(1), 12-24.
- Suharyanto, S., & Pratama, M. F. (2023). Inovasi teknologi pasca-panen untuk menekan kadar air madu hutan guna memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, 16(2), 112-124.
- Suhri, A. G. M. I. (2025). *Harmoni: Resiprositas Lebah dan Tumbuhan*.
- Suryani, A., & Gunawan, H. (2024). Dampak fragmentasi hutan terhadap perilaku bersarang *Apis dorsata* di kawasan lindung. *Jurnal Global Ilmu Lingkungan dan Manajemen* , 10(3), 301-315.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. (1999).
- Wicaksono, AD, & Erniwati, E. (2021). Strategi termoregulasi lebah madu yang bersarang terbuka ( *Apis dorsata* ) dalam menanggapi variasi iklim mikro. *Jurnal Keanekaragaman Hayati dan Bioteknologi Tropis* , 6(2), 1-15.
- Widiastuti, R., Santosa, Y., Prasetyo, LB, & Kartono, AP (2022). Pengelolaan hutan berbasis komunitas: Insentif ekonomi dan konservasi keanekaragaman hayati di taman nasional Indonesia. *Kebijakan dan Ekonomi Hutan*, 138 , Artikel 102715.
- Widiastuti, R., & Santosa, Y. (2023). Strategi konservasi pohon inang lebah madu melalui pendekatan manajemen spasial di taman nasional. *Media Konservasi*, 28(1), 45-58.
- Widiastuti, R., et al. (2024). Intervention models for strengthening community-based forest enterprises in protected areas: A strategic management perspective. *Forest Policy and Economics*, 162, 103-120.