

ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP PENYADAPAN GETAH PINUS

Subana^{1*)}, Imam Widhiono²⁾

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

*subana004@mhs.unsoed.ac.id

imam.widhiono@unsoed.ac.id

Abstract

Forests play an essential role in maintaining ecosystem balance and supporting human life. However, pressure on forests due to land-use change and unsustainable activities remains high. This study aims to analyze changes in forest cover before and after pine resin tapping in Sumarorong District, Mamasa Regency, West Sulawesi. The research employed a quantitative method using primary data from field observations and secondary data derived from Landsat 8 satellite imagery for the period 2011–2023, analyzed using ArcGIS and Google Earth Engine. The results show that villages engaged in pine resin tapping experienced an increase in forest cover and a reduction in open land, while villages without tapping activities tended to experience degradation. These findings indicate that pine resin tapping can serve as an effective economic incentive mechanism to reduce deforestation rates and support community-based forest conservation. The application of this research can be integrated into community-based forestry policies, the strengthening of local economic institutions, and climate change mitigation efforts through enhanced forest cover.

Keywords: NTFPs – pine resin, forest cover, deforestation.

Abstrak

Hutan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan kehidupan manusia. Namun, tekanan terhadap hutan akibat alih fungsi lahan dan aktivitas tidak berkelanjutan masih tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan tutupan hutan sebelum dan sesudah penyadapan getah pinus di Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan data primer dari observasi, serta data sekunder berupa citra satelit Landsat 8 periode 2011–2023 yang dianalisis menggunakan ArcGIS dan Google Earth Engine. Hasil analisis menunjukkan bahwa desa dengan kegiatan penyadapan mengalami peningkatan tutupan hutan dan penurunan lahan terbuka, sedangkan desa tanpa penyadapan cenderung mengalami degradasi. Temuan ini menunjukkan bahwa penyadapan getah pinus dapat menjadi mekanisme insentif ekonomi yang efektif dalam menekan laju deforestasi serta mendukung konservasi hutan berbasis masyarakat. Aplikasi penelitian ini dapat diterapkan dalam kebijakan kehutanan berbasis masyarakat, penguatan kelembagaan ekonomi lokal, serta upaya mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan tutupan hutan.

Kata kunci: HHBK-getah pinus, tutupan hutan, deforestasi.

PENDAHULUAN

Hutan memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga stabilitas ekosistem global sekaligus mendukung kehidupan manusia, baik melalui fungsi ekologis maupun ekonomi. Selain menjadi penyerap karbon, pengatur iklim, dan penyangga tata air, hutan juga menyediakan nilai ekonomi melalui pemanfaatan hasil kayu dan hasil hutan bukan kayu (HHBK) (FAO, 2020). Di Indonesia, kawasan hutan mencakup sekitar 94 juta hektare atau hampir setengah dari luas daratan (KLHK, 2021). Namun, tekanan terhadap kawasan hutan terus meningkat akibat alih fungsi lahan, pembalakan liar, dan praktik pertanian yang kurang berkelanjutan (Margono et al., 2014). Kondisi tersebut menuntut adanya strategi pengelolaan yang tidak hanya menjaga kelestarian ekosistem, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi langsung bagi masyarakat sekitar hutan.

Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian adalah pemanfaatan HHBK secara berkelanjutan, termasuk getah pinus yang bernilai ekonomi tinggi. Pinus merkusii, yang banyak tumbuh di wilayah-wilayah pegunungan, tidak hanya menghasilkan getah sebagai komoditas komersial, tetapi juga memiliki manfaat ekologis melalui sistem perakaran yang kuat dan kemampuan menjaga stabilitas tanah. Berbagai penelitian menegaskan bahwa pemanfaatan getah pinus dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Martono, 2009; Mulyadi, 2016; Sophian, 2016; Suwaji et al., 2017), sekaligus mendorong masyarakat menjaga tegakan pinus agar tetap produktif (Tajuddin & Suryanto, 2022). Dengan demikian, kegiatan penyadapan getah pinus memiliki potensi memberikan manfaat ganda: keuntungan ekonomi dan perlindungan hutan.

Kecamatan Sumarorong di Kabupaten Mamasa merupakan salah satu wilayah yang didominasi hutan pinus dan memiliki potensi besar dalam pengembangan HHBK, khususnya getah pinus. Aktivitas penyadapan yang dilakukan masyarakat telah berlangsung selama bertahun-tahun dan menjadi salah satu sumber mata pencaharian penting. Namun, hingga kini belum banyak kajian empiris yang secara langsung menghubungkan praktik penyadapan dengan perubahan kondisi tutupan hutan, terutama di wilayah Sulawesi Barat. Padahal, memahami hubungan tersebut menjadi penting mengingat tekanan deforestasi di Mamasa masih tergolong tinggi, dipicu oleh perluasan lahan pertanian, penebangan liar, dan keterbatasan alternatif pendapatan masyarakat.

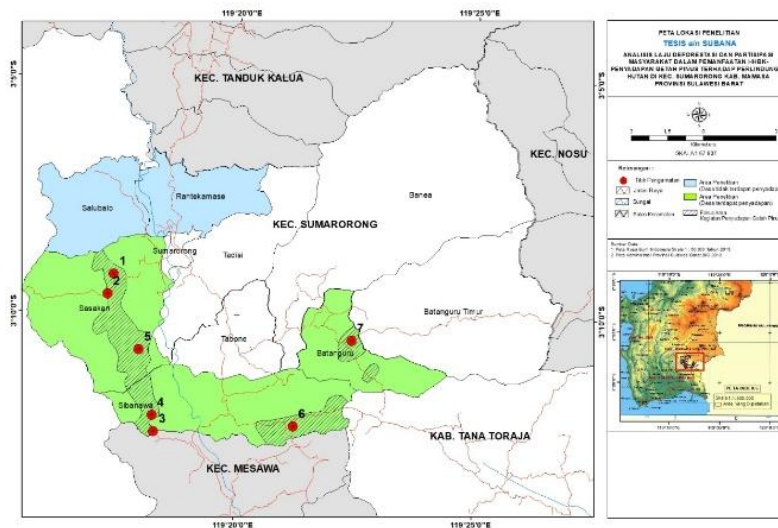
Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menilai bagaimana penyadapan getah pinus dapat menjadi instrumen perlindungan hutan berbasis insentif ekonomi. Pemanfaatan HHBK telah lama dipandang sebagai pendekatan yang mampu menekan deforestasi, karena masyarakat cenderung mempertahankan tegakan yang memberikan manfaat ekonomi (Maimunah, 2017). Di Mamasa, di mana tekanan terhadap hutan cukup signifikan, pendekatan ini berpotensi menjadi strategi yang efektif dalam konservasi berbasis masyarakat.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis spasial tutupan lahan menggunakan citra satelit untuk mengetahui kondisi tutupan lahan sebelum dan sesudah kegiatan penyadapan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih bersifat deskriptif, penelitian ini memberikan gambaran secara langsung perubahan kondisi hutan sebelum dan sesudah penyadapan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menggambarkan perubahan tutupan hutan, tetapi juga menilai kontribusi sosial-ekonomi penyadap dalam menekan laju deforestasi. Temuan yang dihasilkan diharapkan memberikan nilai tambah bagi diskursus mengenai pengelolaan HHBK sebagai strategi konservasi berbasis masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan hutan sebelum dan sesudah adanya kegiatan penyadapan getah pinus. Secara akademis, penelitian ini diharapkan memperkaya penelitian terkait HHBK dan pengelolaan hutan berbasis masyarakat. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi rekomendasi bagi pengambil kebijakan, pengelola hutan, dan masyarakat dalam merumuskan strategi pengelolaan hutan yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian difokuskan pada lima desa di Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat, yaitu Sasakan, Sibanawa, Batanguru, Rantekamase, dan Salubalo. Tiga desa pertama merupakan lokasi utama kegiatan penyadapan getah pinus, sementara dua desa terakhir digunakan sebagai desa pembanding karena tidak terdapat aktivitas penyadapan. Pemilihan lokasi ini dimaksudkan untuk membandingkan perubahan tutupan lahan serta kondisi sosial-ekonomi masyarakat antara wilayah yang memanfaatkan HHBK dan yang tidak. Berikut peta dari lokasi penelitian tersebut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Luas wilayah yang diamati di desa penyadap meliputi 522,97 ha di Desa Sasakan, 487,02 ha di Desa Sibanawa, dan 130,68 ha di Desa Batanguru. Adapun untuk desa pembanding, seluruh wilayah dianalisis secara menyeluruh.

Metode dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil observasi lapangan di beberapa desa di Kecamatan Sumarorong serta informasi dari penyadap getah pinus, dan masyarakat di sekitar hutan. Data primer ini digunakan untuk mengetahui lokasi kegiatan penyadapan, kondisi hutan, serta dinamika sosial ekonomi masyarakat yang terlibat dalam pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK) berupa getah pinus.

Pemetaan wilayah dilakukan dengan menggunakan data sekunder berupa citra satelit Landsat 8 periode 2011–2023 dari Google Earth Engine (GEE). Kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Proses analisis dimulai dengan koreksi citra, klasifikasi tutupan lahan, hingga uji akurasi dengan data lapangan.

Dalam penelitian ini, uji tersebut diterapkan untuk menilai perubahan indikator ekologi seperti luas tutupan hutan dan laju deforestasi antara periode sebelum penyadapan (2011–2016) dan setelah penyadapan (2017–2023), serta membedakan hasilnya antara desa dengan penyadapan dan desa tanpa penyadapan.

Untuk menghitung perubahan luas hutan dihitung dengan menggunakan Uji Paired Samples t-test atau dikenal juga sebagai dependent t-test. Metode ini merupakan salah satu teknik statistik parametrik yang dipakai untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok

data yang saling berkaitan (Shier, 2004). Keterkaitan ini biasanya muncul karena data diperoleh dari subjek yang sama namun diukur pada dua kondisi berbeda, misalnya sebelum dan sesudah perlakuan (before–after). Adapun rumusnya adalah:

rumus uji Paired Sample t-test, yaitu:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$$

Dengan keterangan:

- $\bar{d}$ = rata-rata selisih (post – pre)
- s_d = standar deviasi selisih
- n = jumlah pasangan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menemukan adanya perbedaan yang cukup jelas antara desa-desa yang melakukan penyadapan getah pinus dan desa yang tidak. Desa dengan penyadapan menunjukkan tren pemulihan tutupan hutan sekaligus penurunan lahan terbuka, sementara desa tanpa penyadapan justru mengalami penurunan hutan yang disertai perluasan lahan terbuka. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penyadapan tidak hanya memberi manfaat ekonomi, tetapi juga berperan sebagai instrumen sosial-ekologis yang efektif dalam mengendalikan deforestasi.

a) Desa Perubahan Tutupan Lahan Hutan

Penelitian ini menggunakan pendekatan before-after comparison dengan cara menghitung perbedaan rata-rata luas tutupan lahan antara periode sebelum penyadapan (2011–2016) dan sesudah penyadapan (2018–2023). Analisis ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai sejauh mana aktivitas penyadapan getah pinus berkontribusi terhadap dinamika perubahan tutupan lahan. Dengan demikian, perhitungan ini tidak hanya berfungsi untuk melihat kondisi ekologis, tetapi juga menjadi dasar untuk menilai efektivitas pengelolaan hutan berbasis masyarakat dalam menekan laju deforestasi. Dari rumus diatas maka didapatkan nilai-nilai dibawah ini.

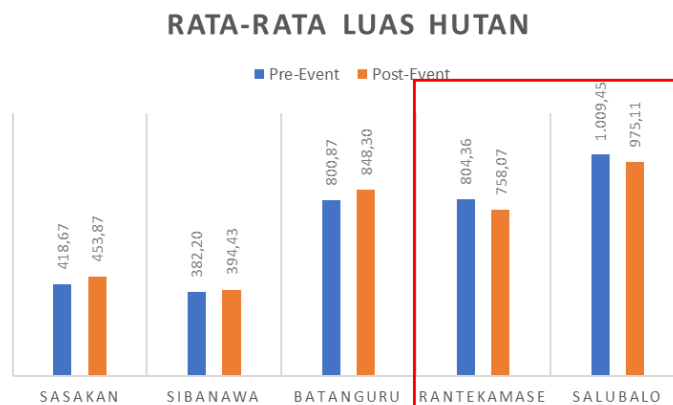
Tabel 1. Tutupan Lahan – Hutan (Sebelum dan Sesudah Penyadapan)

Desa	Luas (Ha)			Standar Deviasi		Nilai t
	Rata-rata Sebelum (2011–2016)	Rata-rata Sesudah (2018–2023)	Perubahan (Sesudah – Sebelum)	Sebelum (2011–2016)	Sesudah (2018–2023)	
Sasakan	418,67	453,87	35,20	21,99	31,43	2,16
Sibanawa	382,20	394,43	12,23	28,75	29,26	0,62
Batanguru	800,87	848,30	47,43	12,98	12,82	0,21
Rantekamse	804,36	758,07	- 46,29	71,47	107,64	-0,58
Salubalo	1.009,45	975,11	- 34,34	44,24	136,46	-0,93

Hasil analisis menunjukkan bahwa desa dengan kegiatan penyadapan memperlihatkan tren positif. Di Desa Sasakan, rata-rata luas hutan meningkat dari 418,67 hektare pada periode sebelum penyadapan menjadi 453,87 hektare setelah penyadapan, atau bertambah sebesar +35,20 hektare. Kondisi serupa terlihat di Desa Sibanawa, dari 382,20 hektare menjadi 394,43 hektare (+12,23 hektare), serta Desa Batanguru, dari 800,87 hektare menjadi 848,30 hektare

(+47,43 hektare). Angka positif ini mengindikasikan adanya kecenderungan pemulihan hutan setelah masyarakat terlibat dalam kegiatan penyadapan secara terstruktur.

Sebaliknya, desa kontrol tanpa penyadapan justru menunjukkan arah yang berbeda. Di Desa Rantekamase, luas hutan rata-rata menurun dari 804,36 hektare menjadi 758,07 hektare (-46,29 hektare), sedangkan di Desa Salubalo turun dari 1009,45 hektare menjadi 975,11 hektare (-34,34 hektare). Angka negatif ini memperlihatkan bahwa tanpa adanya penyadapan, tekanan terhadap hutan cenderung lebih besar, kemungkinan dipengaruhi oleh praktik alih fungsi lahan dan intensitas pemanfaatan hutan tanpa mekanisme pengelolaan yang berkelanjutan. Adapun penjelasan diatas bisa tergambar dalam grafik dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Tutupan Lahan – Hutan (Sebelum dan Sesudah Penyadapan)

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Adalina et al. (2015) yang menyebutkan bahwa pemanfaatan getah pinus mampu meningkatkan pendapatan masyarakat sekaligus mendorong mereka menjaga tegakan agar tetap produktif. Hal ini juga diperkuat oleh Maimunah (2017) yang menegaskan bahwa pemanfaatan HHBK dapat menjadi model perlindungan hutan karena memberikan insentif ekonomi yang menahan laju deforestasi. Selain itu, Zulvianita et al. (2021) menemukan bahwa penyadapan pinus tidak hanya berkontribusi pada kesejahteraan masyarakat, tetapi juga berperan dalam keberlanjutan ekosistem hutan. Dari perspektif yang lebih luas, Santika et al. (2017) menunjukkan bahwa pengelolaan hutan berbasis komunitas secara nyata berkontribusi pada pengurangan deforestasi di Indonesia.

b) Desa Perubahan Tutupan Lahan Terbuka

Data perbandingan luas tutupan lahan – Lahan Terbuka dari sebelum adanya kegiatan penyadapan (2011-2016) dengan setelah adanya kegiatan penyadapan (2018-2023).

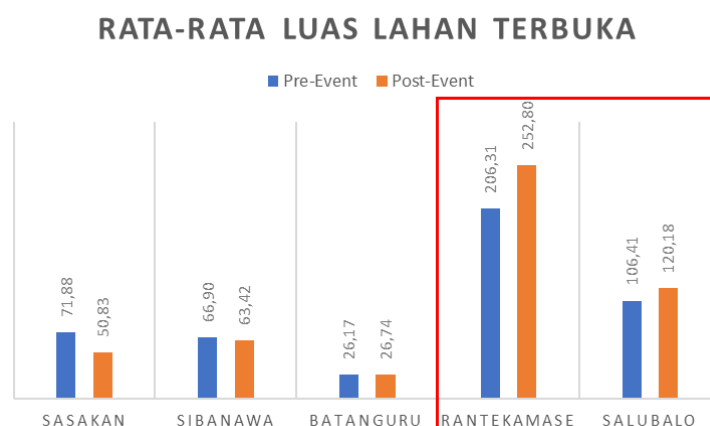
Tabel 2. Tutupan Lahan – Lahan Terbuka (Sebelum dan Sesudah Penyadapan)

Desa	Luas (Ha)			Standar Deviasi		Nilai t
	Rata-rata Sebelum (2011-2016)	Rata-rata Sesudah (2018-2023)	Perubahan (Sesudah – Sebelum)	Sebelum (2011-2016)	Sesudah (2018-2023)	
Sasakan	71,88	50,83	- 21,05	15,80	26,62	- 1,82
Sibanawa	66,90	63,42	- 3,48	31,21	24,46	- 0,21
Batanguru	26,17	26,74	0,57	14,42	12,37	0,07
Rantekamse	206,31	252,80	46,49	75,84	94,82	1,12
Salubalo	106,41	120,18	13,77	38,19	67,95	0,48

Pola serupa juga tampak pada dinamika lahan terbuka. Pada desa dengan kegiatan penyadapan, dua dari tiga desa memperlihatkan penurunan luas lahan terbuka. Di Desa Sasakan, luas lahan terbuka turun dari 71,88 hektare menjadi 50,83 hektare (−21,05 hektare), sedangkan di Desa Sibanawa berkurang dari 66,90 hektare menjadi 63,42 hektare (−3,48 hektare). Satu pengecualian terlihat di Desa Batanguru, yang justru mengalami sedikit peningkatan dari 26,17 hektare menjadi 26,74 hektare (+0,56 hektare). Namun, angka ini relatif kecil dan dapat dipahami karena di Batanguru kegiatan penyadapan baru dimulai pada tahun 2019, berbeda dengan Sasakan dan Sibanawa yang sudah berjalan sejak 2017. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa penyadapan cenderung menekan laju ekspansi lahan terbuka.

Sebaliknya, di desa kontrol yang tidak melakukan penyadapan, lahan terbuka justru bertambah cukup signifikan. Di Desa Rantekamase, luas lahan terbuka meningkat dari 206,31 hektare menjadi 252,80 hektare (+46,48 hektare), sedangkan di Desa Salubalo bertambah dari 106,41 hektare menjadi 120,18 hektare (+13,77 hektare). Angka positif ini memperlihatkan adanya tekanan konversi lahan yang lebih kuat di desa tanpa penyadapan, ketika masyarakat tidak memiliki insentif ekonomi yang terkait langsung dengan keberadaan hutan. Adapun penjelasan diatas bisa tergambar dalam grafik dibawah ini.

Fenomena ini selaras dengan temuan Adalina et al. (2015) yang menegaskan bahwa hasil hutan bukan kayu (HHBK) seperti getah pinus memberikan insentif nyata bagi masyarakat untuk menjaga tegakan agar tetap produktif. Belcher (2005) juga menjelaskan bahwa akses pasar terhadap produk hutan bukan kayu dapat menjadi pendorong utama dalam mengurangi deforestasi, karena masyarakat melihat hutan sebagai sumber penghidupan jangka panjang. Sebaliknya, ketika insentif ekonomi tidak tersedia, praktik konversi lahan untuk pertanian atau perladangan berpindah lebih sering terjadi, sebagaimana dijelaskan oleh Nawir et al. (2008) dalam kajiannya tentang rehabilitasi dan tantangan pengelolaan hutan di Indonesia.



Gambar 3. Grafik Tutupan Lahan – Lahan Terbuka (Sebelum dan Sesudah Penyadapan)

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan hasil hutan bukan kayu melalui penyadapan getah pinus berperan nyata dalam memperlambat laju deforestasi dan mendorong pemulihan tutupan hutan di Kecamatan Sumarorong. Analisis citra satelit Landsat 8 periode

2011–2023 memperlihatkan bahwa desa-desa yang menerapkan penyadapan secara terstruktur seperti Desa Sasakan, Sibanawa, dan Batanguru mengalami peningkatan luas hutan yang konsisten, sedangkan desa yang tidak melakukan penyadapan justru menunjukkan penurunan tutupan hutan secara signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberadaan insentif ekonomi dari penyadapan mampu membentuk perilaku kolektif masyarakat untuk menjaga kelestarian tegakan pinus, sehingga penyadapan tidak hanya berfungsi sebagai sumber pendapatan, tetapi juga sebagai mekanisme konservasi berbasis masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa penguatan program HHBK, khususnya penyadapan getah pinus, memiliki potensi besar sebagai strategi perlindungan hutan yang berkelanjutan, dan perlu dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian berikutnya untuk memperdalam model pengelolaan yang paling efektif.

SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyadapan getah pinus memberikan dampak positif bagi lingkungan dan ekonomi masyarakat, sehingga layak terus dikembangkan sebagai bagian dari upaya perlindungan hutan berbasis masyarakat. Pemerintah daerah dan pengelola hutan perlu memperkuat kelompok penyadap melalui pelatihan dan akses pasar agar kegiatan ini berjalan lebih optimal dan berkelanjutan. Integrasi penyadapan ke dalam skema perhutanan sosial juga penting untuk memberikan kepastian hak kelola dan mendorong keterlibatan masyarakat dalam menjaga hutan. Pemantauan tutupan hutan hendaknya dilakukan secara rutin dengan dukungan teknologi citra satelit. Selain itu, masyarakat perlu diarahkan untuk mengembangkan HHBK lain sebagai tambahan sumber pendapatan. Bagi desa tanpa penyadapan yang mengalami penurunan tutupan hutan, diperlukan pendampingan dan alternatif mata pencaharian yang lebih ramah lingkungan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi lebih jauh dampak ekonomi penyadapan serta faktor-faktor yang memengaruhi dinamika perubahan hutan agar strategi konservasi yang diterapkan lebih tepat sasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang tulus kepada PT. Kencana Hijau Binalestari beserta seluruh pihak yang turut membantu di lokasi penelitian atas dukungan, kerja sama, dan fasilitas yang diberikan selama proses pengumpulan data. Penulis juga berterima kasih kepada Prof. Dr.rer.nat. Imam Widhiono M.Z., M.S., yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti dalam penyelesaian penelitian dan penulisan naskah ini. Bantuan dan kontribusi dari semua pihak menjadi bagian penting yang memungkinkan penelitian ini terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adalina, Y., Martono, E., & Suwaji, W. (2015). Pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK) untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan kelestarian hutan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 12(1), 15–27.
- Belcher, B. (2005). Forest product markets, forests and poverty reduction. *International Forestry Review*, 7(2), 82–89.

- Chakravarty, S., Ghosh, S. K., Suresh, C. P., Dey, A. N., & Shukla, G. (2012). Deforestation: Causes, effects and control strategies. In *Global Perspectives on Sustainable Forest Management* (pp. 1–28). InTech.
- FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020 – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Indrajaya, Y. (2016). Potensi hutan pinus dalam penyerapan karbon di Indonesia. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 13(2), 105–114.
- KLHK. (2021). *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2021*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Lempang, M. (2017). Teknik penyadapan getah pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) yang efisien dan berkelanjutan. *Info Teknis Eboni*, 14(2), 63–76.
- Maimunah, S. (2017). Peran hasil hutan bukan kayu (HHBK) dalam menurunkan laju deforestasi dan degradasi hutan. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 14(3), 213–226.
- Margono, B. A., Potapov, P. V., Turubanova, S., Stolle, F., & Hansen, M. C. (2014). Primary forest cover loss in Indonesia over 2000–2012. *Nature Climate Change*, 4(8), 730–735.
- Martono, E. (2009). Hubungan antara pemanfaatan hasil hutan bukan kayu dan pelestarian hutan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 6(4), 273–285.
- Mulyadi, M. (2016). Peranan hasil hutan bukan kayu dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat di sekitar hutan pinus. *Jurnal Hutan Lestari*, 4(3), 465–474.
- Nawir, A. A., Murniati, & Rumboko, L. (2008). *Rehabilitasi hutan di Indonesia: Akan ke mana?* CIFOR. Bogor, Indonesia.
- Santika, T., Meijaard, E., Wilson, K. A., Budiharta, S., Law, E. A., Sabri, M., ... & Struebig, M. J. (2017). Community forest management in Indonesia: Avoided deforestation in the context of anthropogenic and climate complexities. *Global Environmental Change*, 46, 60–71.
- Shier, R. (2004). *Statistics: Paired t-test*. Mathematics Learning Support Centre. Loughborough University.
- Sophian, A. (2016). Analisis kontribusi hasil hutan bukan kayu terhadap pendapatan masyarakat sekitar hutan pinus. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 10(1), 34–42.
- Suwaji, W., Adalina, Y., & Martono, E. (2017). Pemberdayaan masyarakat melalui pengelolaan hasil hutan bukan kayu (HHBK) berkelanjutan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 14(1), 45–58.
- Tajuddin, A., & Suryanto, P. (2022). Penyadapan getah pinus sebagai sumber ekonomi dan konservasi lingkungan di Sulawesi Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(3), 123–134.
- Zulvianita, L., Hapsari, R., & Rahmad, A. (2021). Peran hasil hutan bukan kayu (HHBK) dalam peningkatan ekonomi masyarakat dan konservasi hutan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 11(2), 225–236.