

Faktor-Faktor Penentu Produktivitas Penyadapan Getah Pinus pada Praktik Pemanenan Hutan Tingkat Lanjut: Studi Kasus Hutan Pinus Cangkurawok, Kabupaten Bogor

(Determinants of Pine Resin Tapping Productivity in Advanced Forest Harvesting Practices: A Case Study of Cangkurawok Pine Forest, Bogor Regency)

Muamar Kadafin^{1*}, Imam Syaukani², Akbar Al Imam³

¹Magister Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Jl. Lingkar Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia.

²Program Studi Teknik Sistem Energi, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa.

³Master of Science in Environmental Technology, University Teknologi Mara, Malaysias

Article history

Received: 18 Desember 2024

Revised: 18 September 2025

Accepted: 31 Oktober 2025

*Corresponding Author: Muamar Kadafin, email:

muamarkadafin23@apps.ipb.ac.id

Abstract. Forests are a unified ecosystem that provides various important benefits for human life, both in the form of timber and non-timber forest products (NTFPs). One of the NTFPs that has high economic value and development prospects in Indonesia is pine resin. Pine resin (oleoresin) is used as a raw material for various industries, such as chemical, pharmaceutical, and food, so optimizing its production is important. Pine resin production is influenced by various factors, both internal to the tree and external to the environment, including the tapping technique and direction applied. Therefore, a study is needed to understand the variation in resin production based on the location of the tapping wound on the pine tree trunk. This study aims to measure pine resin production in various tapping wound directions (north, south, east, and west), identify production variations between trees with different characteristics, and analyze tree and environmental factors that affect resin productivity. The research method was carried out through field practicums in the Cangkurawok Pine Forest area, Bogor Regency. Tapping was carried out using a drilling method on several sample trees with different characteristics without the use of stimulants. Each tree was made with four tapping wounds in different cardinal directions. The sap was harvested after one week, then weighed using an analytical balance and analyzed descriptively. The results showed variation in pine resin production both between tapping directions and among tree characteristics. The north tapping direction produced the highest average production, while the east tapping direction produced the lowest. Trees with low crowns showed the highest sap production, while dense crowns produced the lowest. This variation was influenced by internal factors such as crown condition and trunk shape, as well as external factors such as tapping direction and the growing environment. These findings indicate that tapping technique and direction play a significant role in increasing pine resin productivity.

Keywords: Pine resin; Non-Timber Forest Products (NTFPs); Drilling method; Tapping direction; Sap productivity

Abstrak. Hutan merupakan suatu kesatuan ekosistem yang menyediakan berbagai manfaat penting bagi kehidupan manusia, baik berupa hasil hutan kayu maupun hasil hutan bukan kayu (HHBK). Salah satu HHBK yang memiliki nilai ekonomi dan prospek pengembangan yang tinggi di Indonesia adalah getah pinus. Getah pinus (oleoresin) dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai industri, seperti kimia, farmasi, dan pangan, sehingga optimalisasi produksinya menjadi penting. Produksi getah pinus dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal pohon maupun eksternal lingkungan, termasuk teknik dan arah penyadapan yang diterapkan. Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk memahami variasi produksi getah berdasarkan lokasi luka sadap pada batang pohon pinus. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur produksi getah pinus pada berbagai arah luka sadap (utara, selatan, timur, dan barat), mengidentifikasi

variasi produksi antar pohon dengan karakteristik berbeda, serta menganalisis faktor-faktor pohon dan lingkungan yang mempengaruhi produktivitas getah. Metode penelitian dilakukan melalui penelitian lapangan di kawasan Hutan Pinus Cangkurawok, Kabupaten Bogor. Penyadapan dilakukan menggunakan metode bor pada beberapa pohon contoh dengan karakteristik berbeda tanpa penggunaan stimulan. Setiap pohon dibuat empat luka sadap pada arah mata angin yang berbeda. Getah dipanen setelah satu minggu, kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi produksi getah pinus baik antar arah penyadapan maupun antar karakteristik pohon. Arah sadap utara menghasilkan rata-rata produksi tertinggi, sedangkan arah timur terendah. Pohon dengan tajuk rendah menunjukkan produksi getah paling besar, sementara tajuk lebat menghasilkan produksi terendah. Variasi ini dipengaruhi oleh faktor internal seperti kondisi tajuk dan bentuk batang, serta faktor eksternal seperti arah sadapan dan lingkungan tempat tumbuh. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaturan teknik dan arah penyadapan berperan penting dalam meningkatkan produktivitas getah pinus.

Kata kunci: Getah pinus; Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK); Metode bor; Arah penyadapan; Produktivitas getah

PENDAHULUAN

Hutan merupakan suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan yang berisi sumber daya hayati, didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan (UU Nomor 41 tahun 1999). Fungsi hutan tidak hanya sebagai penyangga keseimbangan ekologis, tetapi juga sebagai penyedia berbagai manfaat bagi kehidupan manusia, termasuk hasil hutan kayu dan hasil hutan bukan kayu (Putri 2019). Hasil hutan kayu dapat diolah menjadi produk bernilai tinggi seperti kayu bulat, kayu lapis, kayu gergaji, serta pulp dan kertas (Erwinsyah et al., 2017). Sedangkan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu diarahkan untuk mendukung kelestarian hutan sekaligus meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat sekitar hutan (Waluyo et al., 2012).

Salah satu Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang memiliki prospek ekonomis tinggi adalah getah pinus. Getah pinus memiliki peran penting dalam bidang kehutanan dan industri, karena dapat diolah menjadi berbagai produk bernilai tambah (Tarigan, 2012; Pandiangan et al., 2019). Secara kimia, getah pinus termasuk oleoresin,

yang mengandung sekitar 60% gondorukem, 17% terpentin, dan 23% air. Proses pengolahan oleoresin menghasilkan terpentin sebagai destilat dan gondorukem sebagai residu, yang banyak digunakan dalam industri kimia dan farmasi (Lempang, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan getah pinus memiliki nilai strategis baik secara ekonomi maupun industri.

Getah pinus diperoleh melalui proses penyadapan, yaitu melukai batang pohon pinus sehingga getah keluar. Mekanisme keluarnya getah melibatkan saluran getah yang dikelilingi jaringan parenkim dan keseimbangan osmotik di antara sel-sel parenkim, sehingga ketika batang dilukai, tekanan dalam saluran getah menyebabkan keluarnya cairan (Lateka et al., 2019). Beberapa faktor mempengaruhi produktivitas penyadapan, antara lain bentuk dan arah sadapan, arah pembaharuan, waktu penyimpanan, upaya stimulasi, jumlah penyadap, dan waktu kerja penyadap (Lateka et al., 2019). Selain itu, karakteristik pohon seperti jenis, diameter, dan umur tegakan juga berpengaruh terhadap produksi getah (Audina 2021; Evayanti et al., 2019).

Teknik penyadapan juga sangat menentukan hasil produksi getah. Salah satu teknik yang umum digunakan adalah sistem bor, yang memanfaatkan bor listrik dan genset. Luka sadap dibuat dari pangkal batang ke arah atas dengan diameter 2,2 cm dan kedalaman 4–8 cm (Lateka et al., 2019). Namun, dalam praktiknya, banyak faktor yang saling berinteraksi sehingga produktivitas getah pinus sering tidak optimal. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi hasil sadapan di lapangan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi produksi getah pinus, termasuk pengaruh diameter dan umur pohon, teknik sadap, serta karakteristik tegakan (Evayanti et al., 2019; Audina 2021). Meski demikian, sebagian besar studi masih bersifat umum dan belum menyelidiki interaksi spesifik antara lokasi luka sadap, karakteristik pohon, dan kondisi lingkungan pada kawasan tertentu. Di kawasan Hutan Pinus Cangkurawok, Kabupaten Bogor, data empiris mengenai hubungan antara teknik sadap, lokasi luka, dan produktivitas getah masih terbatas.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini memiliki novelty pada pemetaan hubungan antara lokasi luka sadap batang, karakteristik pohon, dan kondisi lingkungan dengan produktivitas getah pinus di tingkat lokal. Pendekatan ini diharapkan memberikan informasi spesifik yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemanenan getah dan mendukung pengelolaan hutan pinus secara berkelanjutan.

Penelitian ini penting karena dapat memberikan kontribusi langsung terhadap praktik pengelolaan hutan pinus dan produksi HHBK. Dengan mengetahui faktor-faktor yang paling menentukan produktivitas getah, kegiatan pemanenan dapat dioptimalkan sehingga nilai ekonomi HHBK meningkat tanpa merusak hutan. Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung kebijakan pemanfaatan hutan yang berkelanjutan dan kesejahteraan masyarakat lokal melalui pengelolaan sumber daya alam secara bijak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur produksi getah pada berbagai lokasi luka sadap pada batang pohon pinus serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas getah, termasuk karakteristik pohon dan lingkungan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan teknik penyadapan yang lebih efektif dan berkelanjutan, serta meningkatkan pemahaman tentang pengelolaan HHBK di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada tanggal 25 Mei 2023 dalam kawasan Hutan Pinus Cangkurawok, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penyadapan getah pinus

No.	Alat/perlengkapan	Fungsi
1.	Bor Listrik	Digunakan untuk melukai batang pohon pinus
2.	Laptop	Mengimput dan mengolah data
3.	Pipa kecil, tali rafi'ah, plastik	Sebagai alat bantu untuk menampung getah pinus

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penyadapan getah pinus

No	Bahan	Fungsi
1.	Pohon pinus (<i>Pinus merkusii</i> Jungh. Et deVries)	Sampel pengambilan data penelitian
2.	Stimulansia atau zat pengatur tumbuh (ZPT)	Cairan untuk merangsang keluarnya getah pinus

Prosedur Kerja

Tahapan Persiapan dan Pengeboran

Tahapan-tahapan pengeboran pohon pinus dilakukan dengan cara:

1. Menentukan 4 pohon contoh yang mempunyai karakteristik berbeda (misal: bentuk batang, tebal alur, kondisi tajuk dll).
2. Buatlah 4 sadapan getah pinus metode bor (tanpa stimulansia) pada masing masing pohon contoh, yaitu pada arah utara, selatan, barat dan timur.
3. Setelah satu minggu lakukan pemanenan getah pinus dan timbang produksi getah. menyusun data produksi getah dan melihat apakah terjadi variasi produksi pada batang pohon dan variasi produksi antar pohon.
4. Memperhatikan kondisi lingkungan, kondisi pohon dan kondisi batang pada masing masing pohon contoh.
5. Kemukakan argumen yang menyebabkan terjadinya variasi produksi tersebut.

Penyadapan Getah

Dalam melakukan penyadapan getah pinus hal-hal yang perlu dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penyadapan seperti mesin bor sadap dan wadah getah (pipa dan plastik), menentukan pohon yang akan di sadap dan letak luka sadap yang akan dibuat pada tiap arah mata angin, menyalakan mesin bor sadap dan arahkan mata bor ke lokasi yang akan dibuat luka sadap, menekan mata bor yang sedang berputar dengan sudut kurang lebih 20 derajat dan kedalaman 3-4 cm, kemudian

memasukkan pipa yang akan menjadi saluran keluar getah yang diikat dengan plastik ujungnya sebagai wadah getah dan melakukan pengeboran pada 4 arah mata angin untuk membandingkan produksi getah tiap arahnya serta melakukan pengamatan lingkungan lokasi pohon berada.

Tahapan Penimbangan

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat timbang untuk getah yang dihasilkan berupa neraca analitik, menekan tombol zero untuk mengatur neraca dalam posisi netral atau angka nol, menimbang hasil getah untuk arah utara, selatan, timur, dan barat secara bergantian, dan catat hasil berat yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Penyadapan Getah Pinus

Hutan pinus, khususnya *Pinus merkusii* Jungh.et de Vriese, adalah penghasil kayu dan getah. Getah tumbuhan (*resin*) merupakan bahan yang mempunyai susunan yang kompleks, dihasilkan oleh kelenjar tertentu yang membentuk saluran getah (*resin ducts*) yang dikelilingi oleh sekelompok sel-sel parenkim (*parenkym cells*). Getah yang dihasilkan pohon pinus digolongkan sebagai oleoresin yang merupakan cairan asam-asam resin dalam terpentin yang menetes keluar apabila saluran resin pada kayu atau kulit pohon tersayat atau pecah. Getah pinus memiliki banyak kegunaan, yaitu digunakan sebagai bahan baku pada industri kimia, makanan, dan farmasi (Rodrigues et al., 2012).



Gambar 1. Proses penyadapan getah pinus

Penyadapan tegakan pinus (*P. merkusii*) di kawasan hutan pinus cangkrawok dilakukan berdasarkan karakteristik pohon seperti batang pohon aksial, radial, miring, pertumbuhan diameter serta pohon yang memiliki tajuk rendah, sedang dan lebat. Hal ini dilakukan untuk melihat perbedaan hasil getah yang di produksi dengan mempertimbangkan faktor internal dan eksternal. Faktor internal pohon yaitu jenis pohon, persen kayu gubal, kesehatan pohon, sistem perakaran, persen tajuk sedangkan Faktor eksternal terdiri dari jarak tanam, iklim dan tempat tumbuh, bonita, umur pohon dan luas tempat tumbuh (Lateka, 2019).

Proses penyadapan getah pinus ini menggunakan sistem atau metode bor. Metode bor merupakan metode penyadapan getah pinus dengan cara membuat lubang kecil pada batang pohon menggunakan bor manual telah dilakukan di Indonesia (Sukadaryati 2014). Kedalaman bor yaitu sedalam 7–8 cm dengan arah lubang menyamping ke atas dengan kemiringan sudut lubang antara 30°– 45° untuk mempermudah aliran getah dari atas ke bawah dan diameter mata bor $\frac{1}{2}$ s/d $\frac{3}{4}$ inchi (Perhutani 2017). Metode bor ini memiliki berbagai keuntungan yang tentunya sangat efisien untuk diterapkan dalam pengambilan getah. Metode ini meminimalisir luasnya perlukaan akibat sadapan karena ukuran bidang sadap yang kecil dan proses pemulihan

pohon pun relatif cepat sehingga tidak mengganggu proses fisiologis. Keuntungan yang bisa didapatkan dengan metode bor adalah hasil getah baik jumlah maupun mutunya lebih baik daripada metode quarre, menghemat bidang sadapan dan meminimalisir kerusakan pada tegakan pinus, pemulihan luka yang dialami pohon lebih cepat, kedalaman penyadapan lebih mudah dikontrol yaitu dengan memberikan tanda tertentu di bagian mata bor, hasil getah yang diperoleh bersih dan berkualitas (Purnawati, 2014).

Hasil Sadapan Getah Pinus

Berdasarkan hasil sadap yang dilakukan pada pohon pinus yang memiliki karakteristik berbeda didapatkan total getah pinus pada setiap arah mata angin selama satu minggu.

Dari hasil produksi getah pinus yang dihasilkan selama satu minggu menunjukkan hasil yang berbeda. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa produksi getah pinus pada batang pohon bertajuk rendah memiliki nilai paling tinggi dari semua arah (utara, barat, timur, selatan) sebesar 158.81 gr/pohon/minggu dan produksi getah pinus yang paling kecil yaitu batang pohon bertajuk lebat sebesar 65.98 gr/pohon/minggu. Hal ini diketahui bahwa kedua pohon memiliki karakteristik umur dan diameter yang berbeda, namun pada penelitian

ini tidak diukur diameter dan tidak diketahui umur masing-masing pohon karena keterbatasan alat dan waktu sehingga tidak dapat dilakukan perbandingan. Menurut Listyandari (2009) produksi getah pinus selain dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh juga dipengaruhi oleh umur pohon. Sedangkan

Hutabalian et al., (2015), menjelaskan bahwa semakin besar diameter atau keliling pohon maka semakin besar produksi getah yang dihasilkan, sebaliknya semakin kecil diameter maka semakin sedikit produksi getah yang dihasilkan.

Tabel 3. Data produksi getah pinus berdasarkan karakteristik pohon

Pohon	Arah Penyadapan				Total (gr)
	Utara	Barat	Timur	Selatan	
Batang Pohon Aksial	51.34	22.32	36.82	34.8	145.28
Batang Pohon Radial	27.8	14.6	19.62	30.98	93
Batang Pohon Miring	35.40	22.98	37.64	53.4	149.42
Batang Pohon Pertumbuhan Diameter	35.38	22.04	28.66	25.54	111.62
Batang Pohon Tajuk Rendah	71.74	45.4	14.15	27.52	158.81
Batang Pohon Tajuk Sedang	57.68	41.8	14.52	7	121
Batang Pohon Tajuk Lebat	15.4	24.50	23.48	2.60	65.98

Sementara Sukarno et al., (2012) menjelaskan bahwa pohon dengan tajuk lebat memiliki produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tajuk yang rendah. Doan (2007) juga mengatakan bahwa pohon dengan tajuk besar relatif menerima cahaya lebih banyak dibandingkan dengan pohon bertajuk kecil, hal ini dapat dikarenakan faktor umur pohon yang disadap. Pohon pinus yang disadap pada penelitian ini memiliki umur 60 tahun. Menurut Sudarajat et al., (2002) bahwa semakin tinggi umur pohon, getah yang dihasilkan cenderung lebih sedikit.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan, batang pohon memiliki bentuk tegak lurus (Radial) dengan 1 batang utama yang dimana dalam keadaan sehat dengan kualitas getah yang normal. Dalam pengamatan pengukuran produksi getah pohon pinus dibuat beberapa sampel atau arah sadap dalam 1 pohon, dimana arah sadap yang menghadap, utara, selatan, barat, dan timur. Hasil produksi getah pohon pinus mendapatkan rata-rata dari semua arah penyadapan 30.1825 gram. Arah penyadapan yang memiliki produksi paling besar yaitu

penyadapan arah Utara dimana rata-rata produksi sebesar 42.11 gram, dan paling sedikit rata-rata produksi getah pinus di arah penyadapan Timur sebesar 24.98 gram. Warna getah pinus yang di lakukan pengamatan setelah beberapa hasil memiliki warna bening ke kuningan dimana getahnya tercampur oleh air. Produksi getah pinus pada arah yang berbeda dikarenakan arah pembaharuan luka dapat mempengaruhi banyak mulut saluran getah aksial dan radial yang terbuka sehingga mempengaruhi produksi getah.

Produksi getah pinus dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal berasal dari sifat dasar pohon itu sendiri seperti jenis pohon, diameter batang dan keadaan tajuk. Faktor eksternal berasal dari lingkungan dan perlakuan sadapan yang dilakukan. Faktor eksternal yang mempengaruhi produksi getah adalah kondisi tempat tumbuh, kerapatan tegakan, arah sadapan dan kondisi tumbuhan bawah (Woesono, 2022). Selain itu berbagai faktor dapat mempengaruhi produktivitas pinus dalam menghasilkan getah. Darmastuti et al., (2016) dan Lempang (2017) menyebut

luas bidang penyadapan, Rodrigues & Neto, (2009) menyebut faktor cuaca.

Getah Pinus memiliki karakteristik hydrophobic (tidak suka air), dapat larut dalam pelarut netral atau pelarut organik non-polar (etil eter, hexan, dan pelarut minyak) (Kencanawati et al., 2017). Getah Pinus termasuk jenis oleoresin (perpaduan resin dan minyak pohon) yang mengandung senyawa terpenoid, hidrokarbon dan senyawa netral bila didestilasikan akan menghasilkan 15-25 % terpenin ($C_{10}H_{16}$) dan 70-80 % gondorukem dan 5-10 % kotoran (Riwayati 2015). Warna getah pucat, jernih dan lengket serta apabila diuapkan berubah menjadi rapuh. Sugiyono et al., (2011), menyatakan getah pinus tersusun atas 66 % asam resin (resin), 25 % terpenin (monoterpene), 7 % bahan netral yang tidak mudah menguap dan 2% air.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi getah Pinus merkusii dipengaruhi oleh karakteristik pohon dan faktor lingkungan, serta arah penyadapan. Batang pohon bertajuk rendah menghasilkan getah tertinggi (158,81 g/pohon/minggu), sedangkan tajuk lebat paling rendah (65,98 g/pohon/minggu), meskipun umur pohon sama (60 tahun). Rata-rata produksi per arah sadap adalah 30,18 g, dengan arah utara tertinggi (42,11 g) dan timur terendah (24,98 g), menunjukkan orientasi luka sadap memengaruhi keluarnya getah. Metode bor terbukti efektif karena meminimalkan kerusakan pohon dan mempercepat pemulihan. Secara keseluruhan, produktivitas getah dipengaruhi oleh faktor internal pohon, kondisi lingkungan, dan teknik sadapan yang diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Audina, N., Solihat, R. F., & Purwanto, A. (2021). Pengaruh kelas umur terhadap produktivitas getah pohon Pinus

merkusii di KPH Bandung Utara. Wanamukti: Jurnal Penelitian Kehutanan, 23(1), 10–21.

Departemen Kehutanan Republik Indonesia. (1999). Undang-undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Jakarta: Departemen Kehutanan Republik Indonesia.

Evayanti, D., Wulandari, F. T., & Rini, D. S. (2019). Produktivitas dan kualitas getah pinus Perhutani kelas umur VII di Kesatuan Pengelolaan Hutan Jember. Jurnal Belantara, 2(2), 127–133.

Hutabalian, J. P., Batubara, R., & Dalimunthe, A. (2015). Pengaruh diameter dan konsentrasi stimulasi asam cuka ($C_2H_4O_2$) terhadap produktivitas getah pinus (Pinus merkusii Jungh. et de Vriese). Peronema Forestry Science Journal, 4(3).

Lateka, J. A., Manurung, T., & Prang, J. D. (2019). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi getah pinus di Kabupaten Poso. Jurnal Matematika dan Aplikasi, 8(2), 127–133.

Lempang, M. (2017). Studi penyadapan getah pinus cara bor dengan stimulan H_2SO_4 . Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 35(3), 221–230.

Pandiangan, A., Sihombing, B. H., & Sinaga, P. (2019). Produktivitas penyadapan getah pinus di Desa Parhottingan Aek Nauli KPH III Kabupaten Simalungun. Jurnal Akar, 1(1), 1–12.

Perhutani. (2017). Prosedur kerja penyadapan getah pinus di hutan produksi. Jakarta: Perum Perhutani.

Purnawati, R. R. (2014). Produktivitas penyadapan getah pinus dengan metode bor tanpa pipa [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.

Putri, I. S. (2019). Implementasi penyadapan pohon pinus menggunakan metode bor [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.

- Riwayati, I. (2015). Pengaruh jumlah adsorben karbon aktif dan waktu proses bleaching pada pengolahan gondorukem. Jakarta: Momentum.
- Rodrigues, K. C. S., de Lima, J. C., & Fett, N. A. G. (2012). Pine oleoresin: Tapping green chemicals, biofuels, food protection, and carbon sequestration from multipurpose trees. *Food and Energy Security*, 1(2), 81–93.
- Santosa, G. (2010). Pemanenan hasil hutan bukan kayu: Penjadapan getah pinus. Bogor: IPB Press. Sugiyono, Y. H., Sutjipto, & Nyuwito. (2011). Peningkatan produksi getah pinus. Jakarta: Duta Rimba.
- Sukadaryati. (2014). Pemanenan getah pinus menggunakan tiga cara penjadapan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(1), 62–67.
- Waluyo, T. W., Wahyudi, I., & Santoso, G. (2012). Pengaruh metode dan arah sadap terhadap produksi getah jelutung hutan tanaman industri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(4), 301–313.
- Woesono, H. B., Sushardi, & Pamungkas, M. B. (2022). Pengaruh kelas umur dan metode sadapan terhadap produksi sadapan getah pinus. *Jurnal Wana Tropika*, 12(1), 1–7.