

PENGARUH KONSENTRASI, WAKTU PERENDAMAN, DAN JENIS KAYU PADA PENGAWETAN ALAMI KAYU MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN SAMBILOTO

Influence of Preservative Concentrations, Soaking Times and Wood Species on Preservation of Woods Using Natural Preservative of Sambiloto Leaf Extract

Istihana Nurul Eskani dan I Made Arya Utamaningrat

Balai Besar Kerajinan dan Batik, Jl. Kusumanegara No. 7 Yogyakarta

Korespondensi Penulis

Email : hana.eskani@gmail.com

Naskah Masuk : 27 Maret 2019

Revisi : 13 Mei 2019

Disetujui : 24 Mei 2019

Kata kunci: pengawetan alami, kayu, kerajinan, sambiloto

Keywords: natural preservation, woods, handicrafts, sambiloto

ABSTRAK

Kayu yang digunakan sebagai bahan baku kerajinan biasanya dari jenis kayu yang tergolong kelas awet rendah sehingga diperlukan pengawetan untuk memperpanjang masa pakainya. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengawetan kayu, antara lain metode pengawetan, jenis bahan pengawet, konsentrasi pengawet, waktu pengawetan, dan jenis kayu yang diawetkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bahan pengawet, waktu perendaman, dan jenis kayu pada pengawetan alami kayu menggunakan bahan pengawet ekstrak daun sambiloto (*Andrographis paniculata*). Kayu yang diawetkan adalah kayu matoa (*Pometia pinnata*), kayu mahoni (*Swietenia mahogany*), kayu ketapang (*Terminalia catappa*), dan kayu manggis (*Garcinia mangostana*). Masing-masing kayu diawetkan secara rendaman panas menggunakan ekstrak daun sambiloto dengan variasi konsentrasi 10%, 12,5%, dan 16,67% dan waktu perendaman 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Dilakukan perhitungan nilai retensi dan pengolahan data menggunakan statistik rancangan acak lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan, pada pengawetan alami kayu matoa dan kayu ketapang, konsentrasi berpengaruh nyata terhadap nilai retensi sedangkan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata. Pada pengawetan kayu manggis, konsentrasi dan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap nilai retensi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet dan semakin lama waktu perendaman maka nilai retensi akan semakin besar. Pada pengawetan kayu mahoni, konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai retensi, sedangkan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan karena kayu mahoni mengandung zat ekstraktif tinggi yang menghalangi masuknya bahan pengawet ke dalam kayu. Jenis kayu berpengaruh sangat nyata terhadap nilai retensi, yang menunjukkan bahwa untuk jenis kayu yang berbeda akan memberikan nilai retensi yang berbeda pula.

ABSTRACT

Wood commonly used as raw material for handicrafts is usually from low-durable classes so that preservation is required to extend its life. Many factors influence the results of wood preservation, including the preservation method, the type of preservative used, the concentration of preservatives, the preservation time and the type of wood preserved. This research was conducted to determine the effect of the concentration of preservatives, immersion time and type of wood on natural wood preservation using preservatives of sambiloto (*Andrographis paniculata*) leaf extract. The woods are matoa wood (*Pometia pinnata*), mahoni wood (*Swietenia mahogany*), ketapang wood (*Terminalia*

catappa) and mangosteen wood (*Garcinia mangostana*). Each wood is preserved in a hot bath using sambiloto leaf extract with variations in concentrations of 10%, 12.5% and 16.67% and immersion time of 1 hour, 2 hours and 3 hours. Calculation of retention values and data processing was performed using complete randomized design (CRD) statistics. The results showed that on natural preservation of matoa and ketapang wood, concentration had a significant effect on retention values while immersion time had a very significant effect. In mangosteen wood preservation, concentration and immersion time have a very significant effect on the value of retention. It means that the higher the concentration of preservatives and the longer the immersion time, the greater the retention value. In preservation of mahogany, concentration did not significantly affect the retention value, while immersion time had a very significant effect. This is because mahogany contains high extractive substances which prevent the entry of preservatives into wood. The type of wood has a very significant effect on the retention value, which shows that for different types of wood it will provide different retention values.

PENDAHULUAN

Kayu sangat dibutuhkan untuk keperluan hidup manusia. Pada tahun 1970an, banyak digunakan kayu-kayu dari hutan alam yang mempunyai ciri diameter besar, batang lurus dan memiliki sifat-sifat kayu yang sangat baik. Jenis-jenis kayu ini disebut sebagai kayu perdagangan (*wood commercial species* atau *common used species*), antara lain kayu meranti (*Shorea spp*) dan keruing (*Dipterocarpus spp*) (Iris, Rachman, & Pasaribu, 2008). Saat ini, dengan semakin menipisnya hutan alam, banyak digunakan kayu-kayu yang berasal dari hutan rakyat maupun hutan tanaman industri. Kayu-kayu tersebut biasanya memiliki kualitas yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan kayu dari hutan alam, antara lain kurang kuat (kelas kuat III-V) dan kurang awet (kelas awet III-V). Kayu yang digunakan sebagai bahan baku kerajinan biasanya dari jenis kayu yang tergolong kelas awet rendah sehingga dibutuhkan pengawetan untuk memperpanjang masa pakainya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bahan pengawet, waktu perendaman dan jenis kayu pada pengawetan alami kayu yang biasa digunakan sebagai bahan baku

kerajinan yaitu kayu matoa (*Pometia pinnata*), kayu mahoni (*Swietenia mahogany*), kayu ketapang (*Terminalia catappa*), dan kayu manggis (*Garcinia mangostana*). Kayu matoa (*Pometia pinnata*) banyak ditemukan di Papua dan telah lama digunakan sebagai bahan baku konstruksi hingga furnitur. Kayu matoa memiliki kerapatan 0,56-0,99, kelas kuat II-III dan kelas awet III. Kayu mahoni (*Swietenia mahogany*) memiliki kerapatan 0,53-0,72, kelas kuat II-III dan kelas awet III, banyak digunakan untuk konstruksi bangunan, kayu lapis, furniture, dan kerajinan (Mindawati & Megawati, 2013). Kayu mahoni banyak disukai oleh pengguna karena memiliki warna dan serat yang indah, kuat, dan mudah dikerjakan. Kayu ketapang (*Terminalia catappa*) memiliki kerapatan 0,46 – 0,75 termasuk kelas kuat II-III dan kelas awet III-IV, banyak digunakan sebagai penutup lantai atau venir, pembuatan perahu, dan komponen rumah (Hadjib, Abdurachman, & Basri, 2014). Kayu manggis (*Garcinia mangostana*) termasuk kelas kuat I-II dan kelas awet III, banyak digunakan sebagai gagang tombak/lembing, penumbuk padi, pembuatan lemari, dan

digunakan dalam konstruksi (Syahidah, 2008).

Pengawetan kayu merupakan proses memasukkan bahan yang bersifat racun ke dalam kayu, untuk melindungi kayu dari serangan organisme perusak, antara lain bakteri, jamur, serangga, dan rayap. Proses pengawetan kayu hendaknya mengikuti kaidah efektif, efisien, murah, dan aman. Pengawetan secara rendaman dingin dan rendaman panas-dingin merupakan proses sederhana yang dianjurkan untuk mengawetkan kayu. Bahan pengawet kayu yang berbasis *arsenat* dan *chromium* telah dilarang penggunaannya di beberapa negara karena berbahaya bagi manusia dan lingkungan (Barly & Lelana, 2010). Oleh karena itu diperlukan alternatif bahan pengawet kayu yang aman.



Gambar 1. Tanaman Sambiloto

(Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Sambiloto>)

Penelitian ini menggunakan daun sambiloto (*Andrographis paniculata*) sebagai bahan pengawet kayu yang akan digunakan untuk membuat barang kerajinan. Sambiloto yang dikenal sebagai "King of Bitters" telah digunakan selama beberapa abad di Asia dalam sistem pengobatan. Daun sambiloto mengandung saponin, alkaloid, dan tanin. Kandungan kimia lain yang terdapat pada daun adalah *lactone*, *paniculin*, dan

kalmegin (Dalimunthe, 2009). Berdasarkan uji klinis, daun sambiloto mengandung senyawa saponin yang dapat berperan sebagai pengawet alami karena bersifat antimikroba yang akan merusak membran sitoplasma dan membunuh sel (Pusung, Hengky, & Tandil, 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kayu matoa, kayu mahoni, kayu ketapang, kayu manggis, daun sambiloto, gas elpiji, dan air. Sedangkan alat-alat yang digunakan: neraca digital, *thermometer*, *moisture meter*, tangki, kompor, gergaji, dan alat gelas laboratorium.

Tahapan Penelitian

Persiapan bahan baku kayu

Masing-masing kayu dipotong dengan ukuran 15 cm x 6 cm x 4 cm kemudian dibiarkan kering di udara terbuka kurang lebih selama 1 bulan, sampai tercapai kadar air sekitar 15%.

Pembuatan bahan pengawet dari daun sambiloto.

Daun sambiloto diekstraksi menggunakan pelarut air pada suhu sekitar 80°C selama ± 3 jam dengan variasi konsentrasi 10%, 12,5%, dan 16,67%.

Proses pengawetan kayu

Sebelum diawetkan, spesimen uji masing-masing kayu diukur kadar airnya menggunakan alat *moisture meter* dan ditimbang beratnya. Selanjutnya spesimen uji dimasukkan ke dalam tangki berisi larutan pengawet sambiloto dengan variasi konsentrasi 10%, 12,5%, dan 16,67%

kemudian dipanaskan pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Jumlah ulangan untuk masing-masing kayu pada setiap perlakuan sebanyak 3 kali. Setelah waktu pengawetan tercapai, spesimen uji diangkat dari tangki dan ditiriskan sampai tidak ada zat pengawet yang menetes. Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar air dan berat spesimen uji setelah pengawetan.

Perhitungan nilai retensi

Salah satu cara untuk mengukur efektivitas pengawetan kayu adalah dengan mengukur nilai retensi bahan pengawet yang digunakan. Retensi adalah banyaknya bahan pengawet yang tertinggal di dalam kayu, dinyatakan dalam kg/m^3 (Djauhari & Rahayu, 2012). Nilai retensi bahan pengawet sambiloto dibandingkan dengan nilai retensi pengawet boric dalam SNI 03.5010-1.1999 yaitu minimal $8 \text{ kg}/\text{m}^3$ untuk penggunaan kayu di bawah atap dan minimal $11 \text{ kg}/\text{m}^3$ untuk penggunaan kayu di luar atap. Sehingga pengawetan kayu yang digunakan untuk bahan baku kerajinan yang biasa diletakkan di dalam rumah minimal mempunyai nilai retensi $8 \text{ kg}/\text{m}^3$. Nilai retensi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{B1-B0}{V} K$$

Keterangan :

R : nilai retensi zat pengawet (kg/m^3)

B1: berat spesimen uji setelah pengawetan (kg)

B0: berat spesimen uji sebelum pengawetan (kg)

V : volume spesimen uji (m^3)

K : konsentrasi larutan pengawet

Pengolahan data

Pengolahan data hasil retensi untuk masing-masing pengawetan kayu dengan

statistik rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor, yaitu faktor A adalah konsentrasi ekstrak daun Sambiloto (10%, 12,5%, dan 16,67%) dan faktor B adalah waktu pengawetan (1 jam, 2 jam, dan 3 jam) dengan ulangan sebanyak 3 kali. Model rancangan statistiknya sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (2)$$

Keterangan :

Y_{ijk} : nilai retensi pada konsentrasi ke-i, waktu pengawetan ke-j, serta ulangan ke-k

μ : rata-rata umum

A_i : pengaruh konsentrasi ke-i

B_j : pengaruh waktu pengawetan ke-j

$(AB)_{ij}$: pengaruh interaksi konsentrasi ke-i serta waktu pengawetan ke-j

ϵ_{ijk} : pengaruh acak dari konsentrasi ke-i, waktu pengawetan ke-j

Selanjutnya dilihat juga pengaruh jenis kayu dan konsentrasi dengan mengambil waktu rendaman selama 2 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini proses pengawetan kayu dilakukan secara rendaman panas. Pengawetan secara rendaman panas lebih efektif apabila dibandingkan dengan rendaman dingin karena pada rendaman panas pori-pori lebih cepat (1) uka sehingga bahan pengawet lebih cepat dan lebih banyak masuk ke dalam kayu (Kurnia, 2009). Nilai retensi dihitung dengan persamaan (1) dan ditunjukkan dalam Tabel 1. Nilai retensi bahan pengawet ekstrak daun sambiloto pada pengawetan kayu mataoa secara rendaman panas tercapai nilai tertinggi $17,133 \text{ kg}/\text{m}^3$ pada konsentrasi ekstrak daun sambiloto 16,67% dan lama perendaman 3 jam. Apabila digunakan

sebagai bahan baku kerajinan yang diletakkan di dalam rumah, SNI 03.5010-1.1999 mensyaratkan nilai retensi minimal sebesar 8 kg/m³, sehingga tercapai pada pengawetan dengan konsentrasi 12,5% dan lama perendaman 2 jam, dengan nilai retensi sebesar 9,359 kg/m³.

Pengawetan kayu mahoni dengan ekstrak daun sambiloto menghasilkan nilai retensi di bawah standar SNI pada semua perlakuan. Hal ini disebabkan karena kandungan zat ekstraktif kayu mahoni yang tergolong tinggi sehingga menghalangi masuknya bahan pengawet ke dalam kayu (Naelufar, 2014). Pengawetan alami kayu ketapang sebagai bahan kerajinan dapat dilakukan dengan konsentrasi ekstrak daun sambiloto 12,5% dan lama perendaman 3 jam dengan nilai retensi sebesar 9,560 kg/m³, sedangkan pengawetan kayu manggis tercapai pada konsentrasi ekstrak sambiloto 10% dan lama perendaman 3 jam dengan nilai retensi sebesar 8,519 kg/m³.

Pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman terhadap nilai retensi dapat diketahui dengan mengolah data sesuai persamaan (2), sehingga diperoleh data pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Analisis keragaman pengawetan alami kayu matoa ditunjukkan pada Tabel 2. Konsentrasi ekstrak daun sambiloto berpengaruh nyata terhadap nilai retensi sedangkan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata. Hal yang sama terjadi pada pengawetan kayu ketapang sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, yang manakonsentrasi berpengaruh nyata dan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap nilai retensi, sedangkan Tabel 5 menunjukkan bahwa

Tabel 1. Nilai retensi pengawetan alami kayu (kg/m³) dengan ekstrak daun sambiloto

Jenis kayu	Konsentrasi (%)	Nilai retensi (kg/m ³) pada waktu perendaman:		
		1 jam	2 jam	3 jam
Matoa	10	1.991	2.194	5.157
	12,5	2.454	9.259	11.968
	16,67	2.335	10.252	17.133
Mahoni	10	0.130	0.991	3.981
	12,5	0.336	1.400	4.780
	16,67	0.649	0.835	2.010
Keta-pang	10	1.278	2.907	7.111
	12,5	1.794	4.340	9.560
	16,67	1.685	2.691	3.711
Manggis	10	1.546	4.380	8.519
	12,5	1.308	2.766	4.398
	16,67	3.819	16.901	18.076

keduanya memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai retensi pada pengawetan alami kayu manggis. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet dan semakin lama waktu perendaman maka nilai retensi akan semakin besar. Abdurrohman & Martawijaya (1987) menyampaikan bahwa konsentrasi larutan berpengaruh terhadap keterawetan kayu karena semakin tinggi konsentrasi larutan, umumnya makin dalam penetrasi dan makin besar retensi bahan pengawet tersebut.

Tabel 2. Analisis keragaman pengawetan alami kayu matoa dengan ekstrak daun sambiloto

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	P- value	F Tabel
Konsentrasi bahan pengawet	219.094	2	109.547	4.396	0.02789*	3.55456
Waktu perendaman	378.476	2	189.238	7.593	0.00406**	3.55456
Interaksi keduanya	113.547	4	28.3867	1.139	0.36983	2.92774

Tabel 3. Analisis keragaman pengawetan alami kayu mahoni dengan ekstrak daun sambiloto

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	P- value	F Tabel
Konsentrasi bahan pengawet	4.5712	2	2.2856	1.3714	0.2790	3.55456
Waktu perendaman	51.5507	2	25.7754	15.4659	0.00012**	3.55456
Interaksi keduanya	8.5480	4	2.1370	1.2823	0.3137	2.92774

Tabel 4. Analisis keragaman pengawetan alami kayu ketapang dengan ekstrak daun sambiloto

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	P- value	F Tabel
Konsentrasi bahan pengawet	29.1712	2	14.5857	3.9687	0.03733*	3.55456
Waktu perendaman	126.690	2	63.3450	17.2359	6.58E-05**	3.55456
Interaksi keduanya	27.8646	4	6.9661	1.89545	0.15503	2.92774

Tabel 5. Analisis keragaman pengawetan alami kayu manggis dengan ekstrak daun sambiloto

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	P- value	F Tabel
Konsentrasi bahan pengawet	516.0867	2	258.0433	28.80001	2.46E-06**	3.55456
Waktu perendaman	313.8369	2	156.9185	17.51355	5.98E-05**	3.55456
Interaksi keduanya	150.0418	4	37.51046	4.186512	0.014343*	2.92774

Keterangan: * : berpengaruh nyata (tingkat kepercayaan 95%)

** : berpengaruh sangat nyata (tingkat kepercayaan 99%)

Tabel 6. Analisis keragaman pengawetan alami kayu manggis, kayu matoa, kayu ketapang dan kayu mahoni dengan ekstrak daun sambiloto

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	P-value	F Tabel
Jenis kayu	290.7617	3	96.92056	11.02041	9.66E-05**	3.008787
Konsentrasi bahan pengawet	157.0561	2	78.52806	8.92908	0.001262**	3.402826
Interaksi keduanya	323.2791	6	53.87986	6.126442	0.000531	2.508189

Keterangan: * : berpengaruh nyata (tingkat kepercayaan 95%)

** : berpengaruh sangat nyata (tingkat kepercayaan 99%)

Sejalan pula dengan penelitian Abdurrohimi & Djarwanto (2000), Sulastiningsih, Jasni, & Sutigno (2000), Barly & Lelana (2010) dan Mariana, Ariyanti & Erniwati (2013).

Nilai retensi pada pengawetan alami kayu mahoni menunjukkan hal yang berbeda, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3. Konsentrasi ekstrak daun sambiloto tidak berpengaruh nyata terhadap nilai retensi, sedangkan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa kayu mahoni mengandung zat ekstraktif tinggi yang menghalangi masuknya bahan pengawet ke dalam kayu sehingga penambahan konsentrasi bahan pengawet tidak mempengaruhi nilai retensi. Sebagaimana halnya yang disampaikan Martawijaya (1996) dalam Jasni & Rulliaty (2015) bahwa salah satu yang mempengaruhi pengawetan kayu adalah kandungan zat ekstraktif dalam kayu tersebut.

Pengaruh jenis kayu terhadap pengawetan alami kayu dengan ekstrak daun sambiloto dianalisa pula dengan persamaan (2), dengan faktor A adalah jenis kayu (matoa, mahoni, ketapang dan manggis) sedangkan faktor B adalah konsentrasi ekstrak daun sambiloto. Hasil analisis keragaman tersebut ditunjukkan

dalam Tabel 6. Jenis kayu dan konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap nilai retensi pada pengawetan alami kayu dengan ekstrak daun sambiloto, dengan demikian untuk jenis kayu yang berbeda akan memberikan nilai retensi yang berbeda pula. Hal ini disebabkan karena kondisi masing-masing kayu yang berbeda, antara lain perbedaan anatomi kayu (Muslich & Jasni, 2004), kandungan zat ekstraktif dalam kayu, umur pohon ketika ditebang, asal pohon, varietas pohon (Jasni & Rulliaty, 2015), tingkat kadar selulosa dan lignin di dalam kayu dan berat jenis kayu. Berat jenis kayu berhubungan langsung dengan porositas atau proporsi volume rongga kosong. Semakin kecil nilai berat jenis kayu maka volume rongga dinding sel akan semakin besar, sehingga larutan bahan pengawet akan semakin mudah untuk masuk jauh ke dalam kayu (Prawira, Oramahi, Setyawati, & Diba, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada pengawetan alami kayu matoa dan kayu ketapang menggunakan bahan pengawet ekstrak daun sambiloto, konsentrasi berpengaruh nyata terhadap nilai retensi sedangkan waktu perendaman

berpengaruh sangat nyata. Pada pengawetan kayu manggis, konsentrasi dan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap nilai retensi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet dan semakin lama waktu perendaman maka nilai retensi akan semakin besar. Pada pengawetan kayu mahoni, konsentrasi ekstrak daun sambiloto tidak berpengaruh nyata terhadap nilai retensi, sedangkan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan karena kayu mahoni mengandung zat ekstraktif tinggi yang menghalangi masuknya bahan pengawet ke dalam kayu. Jenis kayu berpengaruh sangat nyata terhadap nilai retensi pada pengawetan alami kayu dengan ekstrak daun sambiloto, yang menunjukkan bahwa untuk jenis kayu yang berbeda akan memberikan nilai retensi yang berbeda pula.

Saran

Perlu dilakukan penelitian menggunakan bahan pengawet alami lain sebagai alternatif pengawetan kayu.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis pertama merupakan kontributor utama dalam karya tulis Pengaruh Konsentrasi, Waktu Perendaman, dan Jenis Kayu Pada Pengawetan Alami Kayu Menggunakan Ekstrak Daun Sambiloto ini. Sedangkan penulis kedua sebagai kontributor anggota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Kerajinan dan Batik yang telah memberikan dana sehingga penelitian ini dapat dilakukan. Demikian juga bagi

teman-teman tim yang telah banyak membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohman, S., & Djarwanto. (2000). Pengawetan Kayu Mangium (Acacia mangium Willd.) Secara Rendaman Dingin dengan Senyawa Boron. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 18(1), 19–26.
- Abdurrohman, S., & Martawijaya, A. (1987). Pengawetan Dua Puluh jenis Kayu Irian Jaya Secara Rendaman Panas-Dingin. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 4(3), 1–9.
- Barly, & Lelana, N. E. (2010). Pengaruh Ketebalan Kayu, Konsentrasi Larutan dan Lama Perendaman terhadap Hasil Pengawetan Kayu. *Penelitian Hasil Hutan*, 28(1), 1–8.
- Dalimunthe, A. (2009). *Interaksi Sambiloto (Andrographis paniculata)*. Medan.
- Djauhari, D., & Rahayu, I. S. (2012). *Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengawet Boron terhadap Retensi dan Penetrasi pada Kayu Rakyat*. Institut Pertanian Bogor.
- Hadjib, N., Abdurachman, & Basri, E. (2014). Teknologi pembuatan produk lamina.
- Idris, M. mansyur, Rachman, O., & Pasaribu, R. (2008). *Petunjuk Praktis Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia*. (P3HH, Ed.) (Desember 2, Vol. 1). Bogor: PT Pusaka Semesta Persada.
- Jasni, & Rulliaty, S. (2015). Ketahanan 20 Jenis Kayu terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) dan Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(2), 125–133.
- Kurnia, A. (2009). *Sifat Keterawetan dan Keawetan Kayu Durian, Limus dan Duku Terhadap Rayap kayu Kering, Rayap Tanah dan jamur Pelapuk*. Institut Pertanian Bogor.
- Mariana, E., Ariyanti, & Erniwati. (2013). Uji Retensi dan Efektivitas Tanaman Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*) Terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes* sp) Pada Kayu Durian (*Durio zibethinus*). *Warta Rimba*, 1(1).
- Mindawati, N., & Megawati. (2013). *Manual Budidaya Mahoni (Swietenia macrophylla King)*. Jakarta: Badan Penelitian dan

Pengembangan Kehutanan-Kementerian Kehutanan.

- Muslich, M., & Jasni. (2004). Keterawetan dan Ketahanan Enam Jenis Kayu yang Diawetkan dengan CKB terhadap Rayap Tanah dan Bubuk Kayu Kering. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, 2(1), 21–26.
- Naelufar, A. (2014). *Zat Ekstraktif Kayu Mahoni (Swietenia macrophylla King) dan Pengaruhnya terhadap Nilai Kalor*. Institut Pertanian Bogor.
- Prawira, H., Oramahi, H. A., Setyawati, D., & Diba, F. (2013). Aplikasi Asap Cair dari Kayu Laban (*Vitex pubescens* Vahl) untuk Pengawetan Kayu Karet. *Jurnal Hutan Lestari*, 1(1), 16–22.
- Pusung, W. A., Hengky, P., & Tandil, S. (2016). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sambiloto (*A Paniculata* Nees) sebagai Bahan Pengawet Alami Tomat dan Cabai Merah. *Akademika Kimia*, 5(August), 146–152.
- Sulastiningsih, I. M., Jasni, & Sutigno, P. (2000). Pengaruh Jenis Kayu dan Permethrin Terhadap Keteguhan Rekat dan Keawetan kayu lapis. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 18(2), 55–67.
- Syahidah. (2008). *Bioaktivitas Zat Ekstraktif Kayu Manggis (Garcinia mangostana L .) Terhadap Rayap Tanah Coptotermes curvignathus Holmgren*. Institut Pertanian Bogor.

