

KOMPOSISI KIMIA DAN KEAWETAN ALAMI DELAPAN JENIS KAYU DI BAWAH NAUNGAN (*Chemical Composition and Natural Durability of Eight Wood Species Tested Under the Shade*)

Heru S. Wibisono, Jasni & Wa Ode Muliastuty Arsyad

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610 Telp 0251-8633378, Fax 0251-8633413
Email: hewib@yahoo.com

Diterima 13 Desember 2016, Direvisi 20 November 2017, Disetujui 1 Maret 2018

ABSTRACT

*Timber utilization is mostly affected by wood chemical composition and its natural durability in certain condition. This paper studies chemical composition and under shade natural durability of eight wood species originated from Banten and West Java Provinces. Chemical composition was tested based on Norman and Jenkins' methods, SNI 14-0492-1989 and SNI 14-1032-1989 and the wood natural durability test was conducted outdoor under the shade. Result shows that in general wood chemical composition of eight wood species tested is approximately in average of those in broad leaf trees. Among the wood samples studied, the highest holocellulose content was recorded from baros wood (*Michelia champaca* L.) which was about 75.64% and the lowest holocellulose content was recorded from pasang taritih wood (*Lithocarpus elegans* Blume Hatus ex Supadmo) which was about 60.19%. In term of lignin content, the highest percentage was recorded from pasang taritih wood, which was about 35.14% and it is comparable with those of ki hiyang (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) wood, which was about 25.35%. The greatest extractive content was recorded from tarisi wood (*Albizia lebbeck* (L.) Benth), which was about 7.9%, while extractive content nemely tangkalang wood (*Litsea roxburghii* Hassk) falled into 1.54%. Under the shade durability test showed pasang taritih wood performed second class durability (class II), while the other seven wood species of tarisi, ki hiyang, hanja, cerei, tangkalang, baros, and kapinango were extremly non durable (class V).*

Keywords: Chemical composition, natural durability, under the shade, eight species

ABSTRAK

Pemanfaatan kayu dipengaruhi oleh komposisi kimia dan keawetan alaminya pada kondisi tertentu. Penelitian ini mempelajari komposisi kimia dan keawetan alami di bawah naungan delapan jenis kayu yang berasal dari Banten dan Jawa Barat. Komposisi kimia kayu diuji berdasarkan metode Norman dan Jenkins, SNI 14-0492-1989, dan SNI 14-1032-1989. Pengujian keawetan alami kayu dilakukan di lapangan di alam terbuka dengan cara memberi naungan sampel uji. Hasil penelitian menunjukkan komposisi kimia kayu yang dipelajari berada di kisaran rata-rata komposisi kimia kayu daun lebar. Dari seluruh sampel uji kayu yang dipelajari, kadar holoselulosa tertinggi tercatat pada jenis kayu baros (*Michelia champaca* L.) sebesar 75,64% dan terendah pada kayu pasang taritih (*Lithocarpus elegans* Blume Hatus ex Supadmo) sebesar 60,19%. Kayu pasang taritih (*Lithocarpus elegans* Blume Hatus ex Supadmo) memiliki kadar lignin tertinggi (35,14%), sedangkan kayu ki hiyang (*Albizia procera* (Roxb.) Benth) memiliki kadar lignin terendah (25,35%). Kadar zat ekstraktif tertinggi tercatat pada kayu tarisi (*Albizia lebbeck* (L.) Benth) sebesar 7,9% dan terendah pada kayu tangkalang (*Litsea roxburghii*

Hassk) sebesar 1,54%. Uji keawetan alami kayu di bawah naungan menunjukkan kayu pasang taritih tergolong awet (kelas II) dan tujuh jenis kayu lainnya tergolong sangat tidak awet (kelas V) yaitu jenis kayu tarisi, ki hiyang, hanja, cerei, tangkalang, baros, dan kapinango.

Kata kunci: Komposisi kimia, keawetan alami, naungan, delapan jenis

I. PENDAHULUAN

Kayu sudah menjadi bagian penting dalam pemenuhan kebutuhan manusia. Berbagai macam produk yang berbahan kayu antara lain konstruksi bangunan, mebel, dan barang kerajinan. Saat ini, pemanfaatan kayu untuk tujuan tertentu masih berdasarkan kebiasaan yang diperoleh secara turun temurun (Muslich & Rulliaty, 2016). Cara tersebut dianggap kurang tepat karena kayu memiliki karakteristik berbeda yang dapat menyebabkan fungsi kayu menjadi kurang optimal. Salah satu cara dalam penggunaan kayu untuk tujuan tertentu adalah dengan memperhatikan komposisi kimia dan tingkat keawetan kayunya.

Komposisi kimia kayu terdiri dari karbohidrat, selulosa, lignin, dan zat ekstraktif. Selulosa merupakan komponen kayu terbesar dan merupakan komponen struktur utama dinding sel tumbuhan. Ahmadi (1990) menyatakan selulosa merupakan komponen utama dinding sel, senyawa ini juga dijumpai pada tumbuhan rendah seperti paku, lumut, ganggang, jamur, dan selulosa alami yang paling murni yaitu serat kapas (98%). Lignin merupakan bagian terbesar kedua, terletak di antara sel-sel dan di dalam dinding sel. Di antara sel-sel, lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel bersamasama dan dalam dinding sel, lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberikan kekuatan pada sel (Haygreen & Bowyer, 1996). Komponen kimia kayu penting lainnya adalah zat ekstraktif. Zat ekstraktif adalah bahan organik dan anorganik yang pada awalnya merupakan cairan yang terdapat dalam rongga sel (protoplasma) pada waktu sel-sel masih hidup. Setelah sel-sel tua mati cairan menempel pada dinding sel berupa getah, lilin, zat warna, gelatin, gula, dan mineral (Fengel & Wegener, 1995). Roszaini, Hale, dan Salmiah (2016) menyatakan bahwa zat ekstraktif memiliki peranan penting dalam meningkatkan keawetan kayu.

Pengujian keawetan kayu dapat dilakukan dengan beberapa metode. Oey (1990) mengemukakan metode uji keawetan kayu berdasarkan tingkat kelas awet I hingga kelas awet V. Metode ini masih digunakan hingga saat ini, padahal klasifikasinya berdasarkan wawancara. Hal ini memerlukan pengembangan metode agar lebih valid. Sumarni dan Roliadi (2002) melakukan pengujian ketahanan 109 jenis kayu Indonesia terhadap rayap tanah yang dilakukan dalam laboratorium. Cara ini dianggap tidak dapat dilakukan oleh semua orang, sehingga perlu dilakukan metode pengujian keawetan alami kayu yang sederhana.

Pengujian keawetan alami kayu di bawah naungan merupakan salah satu pengujian sederhana. Tsunoda, Byrne, Morris, dan Grace (2004) dan Jasni, Pari, dan Satiti, (2016) telah melakukan uji keawetan alami kayu di bawah naungan. Jasni (2016) melaporkan hasil penelitian kayu sebelumnya di lapangan dengan cara uji di bawah naungan yang dilakukan dari 57 jenis kayu yang diuji, 4 jenis termasuk kelas awet I (7,02%), 16 jenis kelas awet II (28,07%), 15 jenis awet III (26,32%), 3 jenis kelas awet IV (5,26 %) dan 19 jenis awet V (33,33%). Memperhatikan hasil penelitian sebelumnya ternyata masih banyak jenis kayu yang belum diteliti baik komposisi kimia maupun keawetan alaminya dengan cara di bawah naungan. Penelitian perlu dilakukan pada jenis-jenis kayu andalan setempat. Tulisan ini bertujuan mempelajari komposisi kimia dan keawetan alami pada kondisi tertentu.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa delapan jenis kayu (Tabel 1), batako, plastik kasa dan paku. Peralatan yang digunakan yaitu gergaji dan spidol. Pengambilan sampel sebagai contoh uji tidak memperhatikan umur, tempat tumbuh,

Tabel 1. Jenis kayu yang digunakan pada penelitian

Table 1. Studied wood species

Nama lokal (<i>Local names</i>)	Nama Botani (<i>Botanical names</i>)	Suku (<i>Family</i>)	Lokasi (<i>Locations</i>)
Tarisi	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Leguminosaceae	Banten
Ki hiyang	<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth.	Leguminosaceae	Banten
Hanja	<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk) Hassk.	Rubiaceae	Banten
Cerei	<i>Garcinia celebica</i> L.	Clusiaceae	Banten
Pasang taritih	<i>Lithocarpus elegans</i> Blume Hatus ex Supadmo.	Fagaceae	Jabar
Tangkalang	<i>Litsea roxburghii</i> Hassk	Lauraceae	Jabar
Baros	<i>Michelia champaca</i> L.	Magnoliaceae	Jabar
Kapinango	<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L.	Rubiaceae	Banten

Tabel 2. Klasifikasi keawetan kayu

Table 2. Classification of wood durability

Kerusakan kayu (<i>Wood deterioration, %</i>)	Kelas (<i>Classes</i>)	Keawetan (<i>Durability</i>)
≤ 6,94	I	Sangat awet (<i>Very durable</i>)
6,95 – 28,55	II	Awet (<i>Durable</i>)
28,56 – 61,40	III	Agak awet (<i>Fairly durable</i>)
61,41 – 73,85	IV	Tidak awet (<i>Non-durable</i>)
≥ 73,85	V	Sangat tidak awet (<i>Extremely non-durable</i>)

Sumber (*Source*): Jasni (2016)

diameter, struktur kayu (gubal/teras), seperti yang digunakan umum oleh masyarakat.

B. Metode Penelitian

1. Penetapan komponen kimia kayu

Kadar holoselulosa, lignin dan ekstraktif delapan jenis kayu, serta penetapan kadar selulosa, dilakukan menurut metode Norman dan Jenkins (Wise, 1944). Penetapan kadar lignin dilakukan mengacu SNI 14-0492 (1989) dan penetapan ekstraktif mengacu pada SNI 14-1032 (1989).

2. Pengujian keawetan kayu

a. Pembuatan contoh uji

Setiap jenis kayu dipotong menjadi ukuran panjang 20 cm x lebar 10 cm x tebal 2,5 cm, masing-masing jenis memiliki ulangan lima buah (potongan kayu); lalu dibiarkan beberapa waktu di dalam ruang terbuka hingga mencapai kadar

air kering udara. Kadar air kering udara yang dimaksud berkisar antara 12 – 18% (Jasni et al., 2016).

b. Pemasangan contoh uji di lapangan

Pada lantai tanah dipasang batako (40 cm x 20 cm x 10 cm), di atas batako dipasang contoh uji yang jenis kayunya diacak sebanyak 40 buah, kemudian ditutup dengan plastik kasa, cara ini disebut metode di bawah naungan karena ditutupi plastik kasa (Tsunoda, Bryrne, et al., (2004); Tsunoda, Adachi, et al., (2004); Tsunoda, (2005); Jasni, (2016)

c. Pengamatan contoh uji

Pengamatan dilakukan setelah 1 tahun pengujian dan parameter yang diamati meliputi derajat serangan atau kerusakan pada setiap jenis kayu. Derajat serangan atau kerusakan diukur berdasarkan SNI-7207 (2014).

Tabel 3. Komposisi kimia delapan jenis kayu
Table 3. Chemical composition of eight wood species

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Holoseulosa (<i>Holocellulose,%</i>)	Lignin (<i>Lignin,%</i>)	Ekstratif (<i>Extractives,%</i>)
Tarisi (<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.)	70,84	27,59	4,39
Ki hiyang (<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth.)	68,78	25,35	4,17
Hanja (<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk) Hassk.)	70,94	26,24	4,27
Cerei (<i>Garcinia celebica</i> L.)	68,18	27,27	4,47
Pasang taritih (<i>Lithocarpus elegans</i> Blume Hatus ex Supadmo)	60,19	35,14	3,55
Tangkalang (<i>Litsea roxburghii</i> Hassk)	75,15	30,0	1,54
Baros (<i>Michelia champaca</i> L.)	75,64	25,64	4,02
Kapinango (<i>Nauclea orientalis</i> (L.)L.)	70,62	26,31	2,65

C. Analisis Data

Untuk mengetahui perbedaan keawetan setiap jenis kayu pada delapan jenis kayu dilakukan sidik ragam (ANOVA). Data kerusakan kayu dari persen ditransformasi ke $\text{Arcsin}\sqrt{\%}$, dan untuk mengetahui perbedaan dilakukan uji Duncan (Steel & Torrie, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komponen Kimia Kayu

Hasil analisa komponen kimia 8 jenis kayu seperti tercantum pada Tabel 3. Hasil analisa kimia Tabel 3, kadar holoseulosa tertinggi (75,64%) diperoleh pada jenis kayu baros (*M. champaca*) dan terendah (60,19%) pada kayu pasang taritih (*L. elegans*). Secara umum holoseulosa terkandung dalam kayu berkisar 60-80% (Prawirohatmojo, 1977 dalam Junaidi & Yunus, 2009). Kadar holoseulosa pada umumnya berbanding terbalik dengan besarnya lignin. Kadar holoseulosa makin besar dalam kayu maka kadar ligninnya akan semakin kecil dan kadar holoseulosa tinggi baik untuk bahan pulp (Junaidi & Yunus, 2009). Namun untuk keawetan kadar selulosa dan lignin hanya salah satu faktor penentu kawetan kayu, terutama rayap karena selulosa merupakan makanan rayap. Namun, Sumarni & Ismanto (1989) menyatakan bahwa

justru rayap memilih selulosa bercampur lignin sebagai makanan jika dibandingkan selulosa saja yang berdiri sendiri.

Kadar lignin tertinggi (35,14%) pada jenis kayu pasang taritih (*L. elegans*) dan terendah (25,35%) pada jenis kayu ki hiyang (*A. procera*). Berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu Departemen Pertanian (1976) dalam Sokanandi, Pari, Setiawan dan Saepuloh (2014), jenis kayu yang mempunyai kadar lignin >33% masuk ke dalam kelas komponen tinggi, kadar lignin 18-33% termasuk dalam kelas sedang, sedangkan kadar lignin <18% termasuk dalam kelas rendah. Berdasarkan Tabel 3, kelas komponen tertinggi yaitu kelas I hanya ditemukan pada kayu parang teritis, sedangkan tujuh jenis kayu lainnya kadar ligninnya berkisar 25,35 - 30% termasuk kelas rendah.

Senyawa lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa yang berfungsi untuk memberi kekuatan pada sel disebabkan lignin merupakan senyawa penyusun dinding sel kayu atau bahan serat berlignoselulosa dimana lignin dan selulosa pada kayu terdapat pada setiap lapisan dinding sel dan diantara sel dalam dinding sel (Sokanandi et al., 2014; Haygreen & Bowyer, 1996). Sedangkan Junaidi dan Yunus (2009) menyatakan dalam industri pulp dan kertas komponen yang harus dihilangkan adalah lignin agar sel-sel kayu dapat terurai, kayu yang mempunyai kadar lignin yang tinggi kurang baik untuk industri pulp dan kertas.

Tabel 4. Keawetan delapan jenis kayu
Table 4. Durability of eight wood species

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Kerusakan kayu (%) (<i>Wood Deterioration</i>)			Kelas keawetan (<i>Durability class</i>)
	X	±	Sd *	
Tarisi (<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.)	91,2	± 5,45a		V
Ki hiyang (<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth.)	93	± 5,71a		V
Hanja (<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lamk) Hassk.)	100	± 0b		V
Cerei (<i>Garcinia celebica</i> L.)	100	± 0b		V
Pasang taritih (<i>Lithocarpus elegans</i> Blume Hatus ex Supadmo)	9	± 6,52c		II
Tangkalang (<i>Litsea roxburghii</i> Hassk)	100	± 0b		V
Baros (<i>Michelia champaca</i> L.)	92	± 6,71a		V
Kapinango (<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L.)	100	± 0b		V

Keterangan (*Remarks*) : * Nilai rata-rata diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata (*Mean value followed by the same letter means not significant different*). Sd = Simpangan baku (*Standard deviation*)

Kadar ekstraktif tertinggi (4,47%) pada jenis kayu cerei (*G. celebica*) dan terendah (1,54%) pada jenis kayu tangkalang (*L. roxburghii*). Zat ekstraktif merupakan suatu kelompok bahan kimia yang diperoleh sebagai hasil sekresi tanaman. Pada beberapa jenis kayu zat ekstraktif dapat bersifat racun terhadap mikroba dan serangga, jadi keawetan kayu dipengaruhi oleh daya racun dan kandungan zat ekstraktifnya (Achmadi, 1990). Kadar ekstraktif berpengaruh terhadap sifat kayu, pengolahannya, misalnya sifat keawetan alami, warna, pengeringan dan perekatan (Lukmandaru, 2010).

Berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu, jenis kayu yang mempunyai kadar ekstraktif >4% masuk ke dalam kelas komponen tinggi, sedangkan kadar ekstraktif 2 – 4%, masuk dalam kelas sedang dan kadar ekstraktif <2% termasuk ke dalam kelas rendah (Sokanandi et al., 2014). Berdasarkan Tabel 3, jenis kayu tarisi, ki hiyang, hanja, cerei, dan baros termasuk kelas tinggi karena zat ekstraktif >4% (4,02 - 4,47%), jenis kayu pasang tritih dan kapinango termasuk kelas sedang karena zat ekstraktif berkisar antara 2,65 - 3,55%, sedangkan jenis kayu tangkalang termasuk kelas rendah di bawah 2% yaitu 1,5%. Kadar ekstraktif tinggi dalam kayu tidak diinginkan dalam industri pulp, karena pada pembuatan kertas, zat ekstraktif akan menyebabkan terjadinya *pitch*,

foam, dan sel *sizing* (Sutopo, 2005 dalam Junaidi & Yunus, 2009). Sedangkan Martawijaya (1996) menyatakan apabila dalam kayu terkandung ekstraktif tinggi akan meningkatkan keawetan kayu terhadap organisme perusak kayu.

B. Keawetan Alami Kayu

Berdasarkan analisis statistik persentase kerusakan delapan jenis kayu di lapangan, menunjukkan bahwa jenis kayu berpengaruh nyata terhadap persentase kerusakan dengan F hitung (2,6) > F tabel (2,33) dan untuk mengetahui perbedaannya dilakukann uji jarak (Duncan). Hasilnya disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, kerusakan delapan jenis kayu yang diuji di lapangan ternyata hanya satu jenis yang termasuk awet (kelas II) yaitu jenis kayu pasang taritih (*L. elegans*) di mana kerusakan hanya mencapai 9%, sedangkan tujuh jenis lain kerusakannya mencapai 91 – 100%. Hal ini menunjukkan jenis kayu ini termasuk jenis kayu yang sangat tidak awet (kelas awet V) dan jenis kayu tersebut yaitu tarisi (*A. lebbbeck*), ki hiyang (*A. procera*), hanja (*A. chinensis*), cerei (*G. celebica*), tangkalang (*L. roxburghii*), baros (*M. champaca*), dan kapinango (*N. orientalis*). Pada penelitian ini tidak dibedakan jenis organisme yang merusaknya baik serangga maupun jamur. Nandika (2015)

menyatakan bahwa secara umum, kayu paling disukai rayap, terutama rayap tanah dan didominasi jenis rayap *Coptotermes* sp. Sebagaimana diketahui kayu disenangi rayap karena kayu mengandung selulosa, di mana selulosa merupakan makanan utama rayap dan dalam kayu kandungan selulosa berkisar 40-50% (Sumarni, 2004 dalam Jasni & Rulliaty, 2015). Disamping itu lignin dalam kayu berpengaruh dan memperkecil perubahan dimensi sehubungan dengan perubahan kandungan air dan juga bahwa lignin mempertinggi racun kayu yang membuat kayu tahan terhadap serangan jamur dan serangga (Haygreen & Bowyer, 1996). Salah satu faktor yang memengaruhi keawetan kayu, yaitu kandungan selulosa dan lignin. Hasil penelitian menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan lignin dalam kayu, kelas awet kayu semakin baik terutama rayap. Kayu pasang taritih yang tergolong kelas awet II memiliki kandungan lignin tertinggi dibandingkan kayu lainnya, yaitu sebesar 35,14%.

Keawetan kayu secara umum dipengaruhi zat ekstraktif yang terdapat dalam kayu. Martawijaya (1996) menyatakan bahwa keawetan kayu dipengaruhi zat ekstraktif yang ada di dalam kayu yang mempunyai sifat fungisida atau insektisida, disamping itu zat ekstraktif yang ada di dalam kayu menentukan terhadap organisme perusak kayu, apakah jamur, serangga atau binatang laut.

Pada Tabel 7, jenis kayu yang mempunyai kandungan zat ekstraktif tinggi (>4%) ternyata keawetan kayu masih sangat rendah (kelas V), jenis kayu pasang taritih (*L. elegans*) zat ekstraktifnya sedang (3,55%) akan tetapi kelas keawetan cukup tinggi (kelas II). Keawetan kayu terhadap organisme perusak kayu (OPK) terutama di lapangan tidak selalu berkorelasi dengan kandungan kimia dalam kayu, namun dipengaruhi juga umur pohon, lingkungan (iklim, suhu dan kelembapan), predator, serasah, dan tipe tanah (Martawijaya, 1996; Rachman, Rismayadi, & Diba, 2003).

Berdasarkan hasil klasifikasi keawetan alami delapan jenis kayu terhadap organisme perusak kayu, menunjukkan bahwa hanya satu jenis termasuk kelas awet (kelas II), dan tujuh jenis termasuk sangat tidak awet (Kelas V). Jenis kayu yang mempunyai kelas keawetan rendah (III, IV dan V), untuk memperpanjang umur

pemakaiannya perlu diawetkan terlebih dahulu. Pengawetan kayu dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pengawet yang telah diizinkan komisi pestisida (Martawijaya & Barly, 2010)

IV. KESIMPULAN

Kayu baros (*M. champaca*) mengandung holoselulosa tertinggi yaitu 75,64% dan terendah pada kayu pasang taritih (*L. elegans*) yaitu 60,19%. Kandungan lignin tertinggi terdapat pada jenis pasang taritih (*L. elegans*) yaitu 35,14% dan terendah pada jenis kayu ki hiyang (*A. procera*) yaitu 25,35%. Kandungan zat ekstraktif tertinggi terdapat pada jenis kayu cerei (*G. celebica*) yaitu 4,47%, terendah pada jenis kayu tangkalang (*L. roxburghii*) yaitu 1,55%. Uji keawetan delapan jenis kayu di lapangan menunjukkan bahwa hanya 1 jenis termasuk kelas awet II yaitu jenis kayu pasang taritih (*L. elegans*) dan 7 jenis termasuk kelas awet V.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. S. (1990). *Kimia kayu*. Bogor: IPB Press.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1995). Kayu: Kimia, ultrastruktur, reaksi-reaksi. Dalam H. Sastrohamihatmojo (Ed.), *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Haygreen, J., & Bowyer, J. (1996). Hasil hutan dan ilmu kayu: Suatu pengantar. (*Forest Product and Wood Science: An Introduction*). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Jasni. (2016). Keawetan alami 57 jenis kayu Indonesia dengan pengujian di bawah naungan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(3), 179–188. doi : 10.20886/jphh.2016.24.3.179-188.
- Jasni, Pari, G., & Satiti, E. R. (2016). Komposisi kimia dan keawetan alami 20 jenis kayu Indonesia dengan pengujian di bawah naungan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(4), 323–333. doi : 10.20886/jphh.2016.34.4.323–333.

- 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. doi : 10.20886/jphh.2015.33.2.125–133.
- Junaidi, A. B., & Yunus, R. (2009). Kajian potensi tumbuhan gelam (*Melaleuca cajuputi* Powell) untuk bahan baku industri pulp: Aspek kandungan kimia kayu. *Jurnal Hutan Tropis*, 10(28), 248–291.
- Lukmandaru, G. (2010). Sifat kimia kayu jati (*Tectona grandis*) pada laju pertumbuhan berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 8(2), 188–196.
- Martawijaya, A. (1996). *Keawetan kayu dan faktor yang memengaruhinya*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan.
- Martawijaya, A., & Barly. (2010). *Pedoman pengawetan kayu untuk mengatasi jamur dan rayap pada bangunan rumah dan gedung*. Bogor: IPB Press.
- Muslich, M., & Rulliaty, S. (2016). Ketahanan 45 jenis kayu Indonesia terhadap rayap kering dan rayap tanah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(1), 51–59. doi : 10.20886/jphh.2016.34.1.51–59.
- Nandika, D. (2015). *Satu abad perang melawan rayap: Mitigasi bahaya serangan rayap pada bangunan gedung*. Bogor.
- Nandika, D., Rismayadi, Y., & Diba, F. (2003). *Rayap: Biologi dan pengendaliannya*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Oey, D. S. (1990). Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. *Pengumuman Nr. 13*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Roszaini, K., Hale, M., & Salmiah, U. (2016). In-vitro decay resistance of 12 Malaysian broadleaf hardwood trees as a function of wood density and extratives compound. *Journal of Tropical Forest Science*, 28(4), 533–540.
- Sokanandi, A., Pari, G., Setiawan, D., & Saepuloh. (2014). Komponen kimia sepuluh jenis kayu kurang dikenal: Kemungkinan penggunaan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(3), 209–220. doi : 10.60886.2016.32.3.209–220.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) (1989). *Cara uji kadar sari (ekstrak alkohol benzena) dalam kayu dan pulp* (SNI 14-1032-1989). Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) (2014). *Uji derajat kerusakan kayu* (SNI 2702-2014). Badan Standardisasi Nasional
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1993). Prinsip dan prosedur statistika. (*Principles and procedures of statistics*). Jakarta: PT. Gramedia.
- Sumarni, G., & Ismanto, A. (1989). Intensitas serangan dan komunitas rayap tanah di Kecamatan Cikampek. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 5(4), 211–226.
- Sumarni, G., & Roliadi, H. (2002). Daya tahan 109 jenis kayu Indonesia terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 20(3), 177–185.
- Tsunoda, K. (2008). Biological resistance of wood-based composites under protected above ground conditions. Bangalore, India.
- Tsunoda, K., Adachi, A., Yoshimura, T., Byrne, A., Morris, P. I., & Grace, K. (2004). Resistance borate-treated lumber subteranean termites under protected, above-ground condition Kailua-Kona, Hawaii, USA.
- Tsunoda, K., Byrne, A., Morris, P. I., & Grace, K. (2004). Performance of borate-treated lumber in a protected, above-ground fields test in Japan. *The 35th Annual Meeting of International Research Group on Wood Preservation*. Ljubljana. Slovenia.
- Wise, E. L. (1944). *Wood chemistry*. New York: Renhold Publishing Corporation.
- Yadav.S.S, P.K. Galib, P.K. Prajatipati & C.R. Harisha. 2011. Pharmacognical Screening and Phytochemical evaluation of *Albizzia lebbec* Benth. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 1(5), 01-06