

EFFECT OF CCB4 PRESERVATIVE LEACHING AGAINST TENSILE STRENGTH ARE TWO TYPES BAMBOO

PENGARUH *LEACHING* BAHAN PENGAWET CCB4 TERHADAP KUAT TARIK DUA JENIS BAMBU

M. Fauzie Siswanto, Priyosulistyo, Suprpto, dan T.A Prayitno

Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, FT- UGM, Yogyakarta, Indonesia. Email: mfs_ugm@yahoo.com

⁴Fakultas Kehutanan-UGM, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRACT

Bamboo has high enough tensile strength. Constrains of use bamboo easily attacked by fungi, termites, beetles and needs protected weather effects as well as rain and hot sun. The purpose of the study was to determine effect of leaching of preservative CCB4 to tensile strength are two kinds bamboo. Testing is done with preserving *petung* and *legi* bamboo into CCB4 0%, 5%, 10%, and 15% concentration. Each bamboo is cut into 3 part (base, middle, and end), each testing is done 3 time repetitions. Bamboo has been preserved placed in free air (leaching process) long 1, 6 and 12 moon, and then it is done tensile strength test toward parallel of the fibers. Study result show that average tensile strength of bamboo before leaching process is 218,78 MPa, after 6 and 12 moons leaching process is 207 MPa and 198,1 MPa. Decreases of average tensile strength are 5,1% and 9,2% for leaching time 6 and 12 moons, respectively. There are real differences between before and after leaching time 6 and 12 moons.

Keywords: preservative, tensile strength, bamboo

ABSTRAK

Bambu memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi. Pemanfaatan bambu terkendala oleh mudahnya diserang oleh jamur, rayap serta kumbang bubuk dan perlu dilindungi dari pengaruh cuaca seperti hujan dan panas matahari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh leaching bahan pengawet CCB4 terhadap kuat tarik 2 jenis bambu. Pengujian dilakukan dengan mengawetkan bambu *petung* dan *legi* dengan bahan CCB4 konsentrasi 0%, 5%, 10% dan 15%. Tiap batang bambu dibagi menjadi 3 bagian (pangkal, tengah dan ujung), masing-masing pengujian dilakukan 3 kali pengulangan. Bambu yang telah diawetkan diletakkan ditempat terbuka (proses leaching) selama 0, 6 dan 12 bulan, dan dilakukan uji kuat tarik sejajar serat setelahnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik rata-rata bambu sebelum di-leaching 218,70 MPa, setelah di-leaching selama 6 bulan 207 MPa, dan sebesar 198,1 MPa setelah 12 bulan. Terjadi penurunan kuat tarik rata-rata 5,1% dan 9,2% untuk lama leaching selama 6 dan 12 bulan. Terdapat perbedaan yang nyata antara bambu sebelum dan setelah di-leaching selama 6 dan 12 bulan.

Kata-kata kunci: bahan pengawet, kuat tarik, bambu

PENDAHULUAN

Menurut Sarma, di dunia tercatat lebih dari 75 genera dan 1250 spesies bambu, sedang Ucimura menyatakan bahwa bambu yang ada di Asia Selatan dan Asia Tenggara kira-kira 80% dari keseluruhan bambu yang ada di dunia. Genus *Bambusa* mempunyai jumlah spesies paling banyak, dan terutama tersebar di daerah tropis, termasuk Indonesia (Morisco 1999).

Bambu memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi bahkan dapat dipersaingkan dengan baja. Sekalipun bambu memiliki banyak keunggulan, bambu juga memiliki beberapa kendala dalam pemanfaatannya. Kendala pertama adalah bambu mudah diserang jamur, rayap dan terutama kumbang bubuk sehingga bangunan atau perabot yang terbuat dari bambu cenderung tidak awet. Kendala lainnya menyangkut sifatnya yang higroskopis, sehingga sangat dipengaruhi oleh kelembaban di sekelilingnya. Bambu yang tidak terlindung akan mengalami kelunturan atau penurunan (*leaching*) kekuatan maupun bahan pengawetnya api. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelunturan (*leaching*) yang terjadi khususnya kuat tariknya apabila bambu tersebut tidak terlindung, baik yang diawetkan maupun yang tidak.

BAHAN PENGAWET CCB4 DAN LEACHING

Permasalahan utama dalam penggunaan bambu adalah umur pakai bambu yang relatif pendek dan kerentanan terhadap serangan biologis seperti kumbang bubuk, rayap, cendawan, maupun serangan cuaca. Menurut Sulthoni (1989), kumbang bubuk

ini dianggap sebagai penyebab kerugian yang penting sehingga menjadi perhatian para pemakai bambu, termasuk para pengusaha bambu. Agar bambu memiliki umur pakai yang lebih lama serta tahan terhadap serangan biologis maka bambu perlu diawetkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan konstruksi maupun kerajinan.

Bahan pengawet CCB (tembaga-krom-boron) adalah bahan pengawet kayu yang diijinkan pemakaiannya di Indonesia. Proses pengawetannya dapat dilakukan secara rendaman dan sel penuh. Harga bahan pengawet ini relatif mahal (Anonim, 1994 dalam Abdurrohman dan Djarwanto, 2000). CCB4 adalah bahan pengawet yang terdiri dari tembaga sulfat, 32,4%; natrium dikromat, 36%; dan asam borat, 21,6%. Bahan pengawet ini berbentuk pasta 90% dengan bahan aktif berupa garam. Efektif untuk mencegah serangan jamur, kumbang bubuk dan rayap. Metode yang cocok digunakan untuk bahan pengawet ini adalah metode rendaman dingin dan vakum tekan (Departemen Pertanian, 1996 dalam Barly, 1999).

Penggunaan bahan CCB untuk pengawetan kayu *Acacia Mangium Wild* telah dilakukan oleh Karlinsari, Rahmawati dan Mardikanto (2010). Kadar CCB yang diberikan sebesar 4%, 7% dan 10%, dengan metode pengawetan vakum tekan dan rendaman dingin. Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan pengaruh antara penggunaan metode pengawetan vakum tekan dan rendaman dingin terhadap kekuatan kayu. Sebelumnya, Abdurrohman dan Djarwanto (2000) juga telah mengawetkan beberapa jenis kayu dengan bahan CCB. Hasil penelitian menunjukkan bah-

wa kelima jenis kayu yang diteliti dapat diawetkan memakai bahan yang digunakan kecuali kayu meranti merah ukuran kaso dan reng.

Proses *leaching* adalah proses penguapan dan pelunturan bahan pengawet dalam kayu/bambu akibat dari tekanan uap pengawet yang digunakan, aliran udara, tekanan barometer, laju difusi dalam kayu dan kondisi penyimpanan (Nicholas,1988). Beberapa hal yang mempengaruhi terjadinya *leaching* seperti : permeabilitas kayu/bambu dan proses pemasukan bahan pengawet kedalamnya, bahan pengawet dan metode pengawetan yang digunakan, faktor lingkungan, dan lain-lain.

CARA PENELITIAN

Bahan Penelitian

1. Bambu, ada 2 jenis yaitu : 1) Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) dan 2) Bambu Legi (*Bambusa vulgaris*). Semua bambu yang dipakai di dalam penelitian ini didapat dari desa Kemiri (Turgo), Kelurahan Purwobinangun, Kecamatan Pakem, Sleman, Yogyakarta. Umur bambu umumnya lebih dari 3 tahun. Penebangan bambu dilaksanakan pada waktu yang bersamaan.
2. Bahan pengawet CCB4 dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 15%

Metode Penelitian

1. **Persiapan Bahan:** bambu ditebang dan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pangkal, tengah, dan ujung, masing-masing potongan 3 meter. Contoh uji dibuat dari setiap jenis bambu untuk perlakuan kontrol (tanpa proses pengawetan) dengan 3 sampel pada masing-masing bagian.
2. **Pengawetan Bambu:** bambu diawetkan dengan CCB4 konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 15%, dengan metode Boucherie-Morisico, dengan tekanan udara 4 atm.
3. **Perlakuan Leaching:** proses *leaching* dilakukan dengan cara: meletakkan bambu (baik yang diawetkan maupun yang kontrol) di lingkungan terbuka (terkena panas dan hujan), sehingga terjadi proses *leaching* pada bambu. Melakukan pengujian kekuatan bambu akibat proses *leaching* : untuk waktu 0 bulan (tanpa proses *leaching*), 6 dan 12 bulan (lama waktu *leaching*).
4. **Pengujian Bambu:** Sampel untuk uji kuat tarik diambil sebanyak 3 buah pada setiap bagian bambu, dibuat berdasarkan ASTM D 143 – 52 yang dimodifikasi dan ISO N 313 – 315. Rumus kuat tarik:

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{A} \quad (1)$$

Dengan

τ_{ult} : kuat tarik bambu (MPa),

F_{ult} : beban maksimum (N),

A : luas penampang melintang rata-rata (mm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji kuat tarik untuk seluruh variasi konsentrasi kadar CCB4 dan lama waktu *leaching* dapat dilihat pada Tabel 1.

Bambu tanpa di *leaching*

Hasil pengujian kuat tarik rata-rata bambu yang tidak di *leaching* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji kuat tarik rata-rata seluruh bambu dengan konsentrasi kadar CCB4 0%-15% dan lama waktu *leaching* 0-12 bulan.

CCB4	Kuat tarik rata-rata (MPa)			
	0 bl	6 bl	12 bl	Rata-rata
0%	230,87	203,07	197,94	210,63
5%	209,80	193,19	173,79	192,27
10%	226,19	221,48	211,13	219,60
15%	205,55	210,12	195,88	203,85
Rata-rata	218,11	206,96*	194,69*	
	a	ab	b	

*)perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada leve 0,05

Tabel 2. Hasil uji kuat tarik bambu rata-rata dan kadar CCB4 untuk bambu yang tidak di*leaching* .

CCB4	Kuat tarik rata-rata (Mpa)			
	0%	5%	10%	15%
	230,87	209,80	226,19	205,55
	a	a	a	a
	0%	9,13%	2,03%	10,97%

*) perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada level 0,05

Dari Tabel 2 di atas terlihat adanya perbedaan kuat tarik rata-rata bambu antara yang tidak diawetkan (kontrol) dengan yang diawetkan. Kuat tarik rata-rata tertinggi pada bambu yang tidak diawetkan sebesar 230,87 MPa, dan terendah sebesar 205,55 Mpa pada bambu yang diawetkan dengan CCB4 15%. Bambu yang diawetkan mengalami penurunan kuat tarik antara 2,03%-10,97%. Dari analisis varian dan uji Tukey dengan ketelitian $\alpha = 5\%$, didapat bahwa nilai kuat tarik antara bambu yang tidak diawetkan (kontrol/ CCB0%) dengan yang diawetkan (CCB 5%-15%) tidak ada perbedaan yang cukup signifikan. Penurunan kuat tarik ini kemungkinan disebabkan adanya pengaruh tekanan pada saat proses pengawetan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Karlinasari, Rahmawati dan Mardikanto (2010), yang menggunakan CCB untuk mengawetkan kayu *Acacia Mangium* konsentrasi 4%,7% dan 10% dengan metode vakum tekan (10kg/cm²) dan rendaman dingin. Kajian ini memberikan hasil bahwa metode vakum tekan berpengaruh secara nyata menurunkan kekuatan lentur dan tekan sejajar serat kayu. Sedangkan yang menggunakan metode rendaman dingin hanya menurunkan kekuatan lenturnya saja. Jadi penggunaan metode vakum tekan berpengaruh terhadap kekuatan kayu.

Bambu yang tidak diawetkan dan di *leaching* selama 6 dan 12 bulan

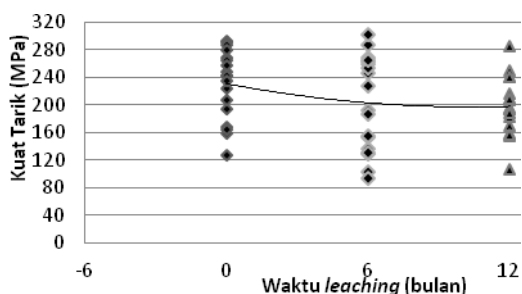
Tabel 3. Hasil uji kuat tarik dan lama waktu *leaching* bambu yang tidak diawetkan (kontrol/CCB 0%).

Kadar CCB4	Kuat tarik rata-rata (Mpa)		
	0 bln	6 bln	12 bln
0%	230,87	203,07	197,94
	a	a	a
%(-)	0%	12,04%	14,3%

*) perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada level 0,05

Dari tabel 3 serta gambar grafik 1 nampak bahwa bambu yang tidak diawetkan dan di*leaching* selama 6 dan 12 bulan mengalami penurunan kuat tarik rata-rata sebesar 12,04% dan 14,3%. Penurunan kuat tarik ini tidak cukup berpengaruh secara signifikan untuk waktu 6 bulan pertama, yaitu sebesar 12,04%. Untuk waktu *leaching* 6 bulan berikutnya terjadi penurunan sebesar 2,22%, yaitu dari 12,04% menjadi 14,3%. Nilai penurunan ini juga tidak cukup berpengaruh secara signifikan, artinya tidak terdapat perbedaan yang nyata antara bambu yang di *leaching* selama 6 dan 12 bulan. Adanya proses *leaching* pada bambu yang

tidak diawetkan memungkinkan terjadi pelapukan, sehingga menyebabkan penurunan kekuatan bambu meskipun tidak berpengaruh secara signifikan.



Gambar 1. Grafik hubungan antara kuat tarik bambu dengan lama waktu *leaching* untuk bambu kontrol/tanpa pengawet (CCB4 0%)

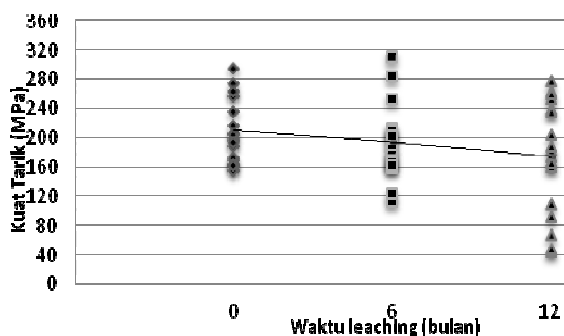
Bambu yang diawetkan dengan CCB4 5%

Hasil pengujian kuat tarik bambu yang diberi bahan pengawet CCB4 5% baik sebelum maupun setelah di *leaching* selama 6 dan 12 bulan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

Tabel 4. Hasil uji kuat tarik bambu dengan bahan pengawet CCB4 5% .

Kadar CCB4	Kuat tarik rata-rata (Mpa)		
	0 bln	6 bln	12 bln
5%	209,80	193,19	173,79
	a	a	a
% (-)	0%	7,9%	17,17%

*) perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada level 0,05



Gambar 2. Grafik hubungan antara kuat tarik bambu dengan lama waktu *leaching* untuk bambu dengan bahan pengawet CCB4 kadar 5%

Dari tabel 4 serta gambar grafik 2 nampak bahwa bambu yang diawetkan dengan CCB4 5% dan *dileaching* selama 6 dan 12 bulan mengalami penurunan kuat tarik rata-rata sebesar 7,9% dan 17,17%. Penurunan kuat tarik ini tidak signifikan untuk waktu 6 bulan pertama dan 6 bulan berikutnya. Artinya tidak terdapat perbedaan yang nyata antara bambu yang tidak dan yang *dileaching* selama 6 dan 12 bulan.

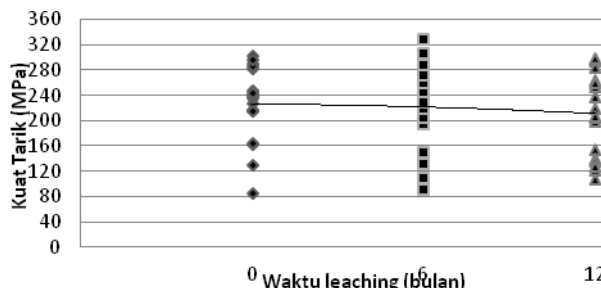
Bambu yang diawetkan dengan CCB4 10%

Hasil pengujian kuat tarik bambu yang diberi bahan pengawet CCB4 10% baik sebelum maupun setelah *dileaching* selama 6 dan 12 bulan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

Tabel 5. Hasil uji kuat tarik bambu dengan bahan pengawet CCB4 10% .

Kadar CCB4	Kuat tarik rata-rata (Mpa)		
	0 bln	6 bln	12 bln
10%	226,19	221,48	211,13
	a	a	a
% (-)	0%	2,1%	6,7%

*) perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada level 0,05



Gambar 3. Grafik hubungan antara kuat tarik bambu dengan lama waktu *leaching* untuk bambu dengan bahan pengawet CCB4 kadar 10%

Dari tabel 5 serta gambar grafik 3 nampak bahwa bambu yang diawetkan dengan CCB4 10% dan *dileaching* selama 6 dan 12 bulan mengalami penurunan kuat tarik rata-rata sebesar 2,1% dan 6,7%. Penurunan kuat tarik ini kurang signifikan untuk waktu *leaching* selama 6 dan 12 bulan. Artinya tidak terdapat perbedaan yang nyata antara bambu yang tidak dan yang di *leaching* selama 6 dan 12 bulan.

Bambu yang diawetkan dengan CCB4 15%

Hasil pengujian kuat tarik bambu yang diberi bahan pengawet CCB4 15% baik sebelum maupun setelah di *leaching* selama 6 dan 12 bulan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini.

Tabel 6. Hasil uji kuat tarik bambu dengan bahan pengawet CCB4 15% .

Kadar CCB4	Kuat tarik rata-rata (Mpa)		
	0 bln	6 bln	12 bln
15%	205,55	210,12	195,88
	a	a	a
% (+/-)	0%	2,2%	1,9%

*) perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada level 0,05

Dari tabel 6 serta nampak bahwa bambu yang diawetkan dengan CCB4 15% dan *dileaching* selama 6 dan 12 bulan mengalami perbedaan kuat tarik rata-rata sebesar 2,2% dan 1,9%. Kenaikan dan penurunan kuat tarik ini kurang signifikan untuk waktu *leaching* selama 6 dan 12 bulan, artinya tidak terdapat perbedaan yang nyata antara bambu yang tidak dan yang *dileaching* selama 6 dan 12 bulan.

Hubungan antara Kuat tarik – kadar CCB4

Untuk mengetahui hubungan antara kuat tarik dan kadar CCB4 yang digunakan dalam pengawetan ini, bisa dilihat pada Tabel 7.

Dari Tabel 7, nampak bahwa terjadi perubahan nilai kuat tarik rata-rata seluruh bambu antara bambu yang diberi bahan pengawet CCB4 dengan yang tidak. Namun dari hasil uji Tukey dengan tingkat signifikansi $\alpha=5\%$, ternyata perbedaan kuat tarik

yang terjadi tidak cukup signifikan. Jadi bisa dikatakan pengawetan bambu dengan variasi kadar CCB4 0%-15% tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik bambu.

Tabel 7. Pengujian Tukey tingkat $\alpha = 5\%$ terhadap faktor konsentrasi CCB4 untuk Kuat Tarik (MPa)

CCB4	Kuat tarik rata-rata (Mpa)			
	0%	5%	10%	15%
	210,63	192,27	219,60	203,85
	a	a	a	a

*)perbedaan mean terhadap kontrol signifikansi pada level 0,05

Hubungan antara kuat tarik–lama waktu *leaching*

Dari Table 1 hasil pengujian di atas, nilai kuat tarik bambu sebelum *dileaching* rata-rata sebesar 218,1 MPa. Hasil ini setara dengan pengujian yang dilakukan oleh Ngurah, G (2003) untuk bambu petung sebelum diawetkan, yaitu rata-rata sebesar 238,77 MPa.

Nilai kuat tarik rata-rata bambu setelah di *leaching* selama 6 bulan sebesar 206,96 MPa dan setelah 12 bulan sebesar 194,69 Mpa. Akibat di *leaching* selama 6 bulan terjadi penurunan kuat tarik sebesar 11,1 Mpa atau 5,1%, dan sebesar 8,9 Mpa atau 9,2% setelah 12 bulan.

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa kuat tarik sejajar serat bambu, baik yang dengan maupun tanpa pengawetan dipengaruhi oleh lama waktu *leaching*. Dari hasil analisis varian dengan tingkat kesalahan α sebesar 5% menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada kuat tarik bambu untuk tingkat lamanya waktu *leaching*, baik sesaat setelah ditebang, 6 bulan setelah di *leaching* maupun setelah 12 bulan untuk semua bambu dengan berbagai tingkat kadar bahan pengawet CCB4 (0%, 5%, 10% dan 15%).

Untuk bambu yang diawetkan dan *dileaching* selama 12 bulan, terjadi penurunan kuat tarik yang cukup signifikan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Gopar dan Sudiyani (2004) tentang perubahan sifat fisik dan mekanik panel zephyr bambu setelah uji pelapukan cuaca selama 12 bulan. Dari kajian tersebut disimpulkan bahwa nilai MOR panel zephyr bambu mengalami penurunan 83,78% (dengan bahan perekat Urea Formaldehide) dan sebesar 48,44% (bahan perekat Penhol Formaldehide) setelah uji pelapukan selama 12 bulan. Meskipun demikian, penurunan kekuatan bambu yang diawetkan dan *dileaching* selama setahun dalam penelitian ini masih lebih rendah jika dibandingkan dengan uji pelapukan panel zephyr bambu.

KESIMPULAN

- Kuat tarik rerata bambu yang tidak diawetkan mengalami penurunan setelah di *leaching* selama 6 dan 12 bulan, namun penurunan ini tidak cukup signifikan
- Kuat tarik rerata seluruh bambu (yang diawetkan maupun yang tidak) sebelum di *leaching* sebesar 218,1 Mpa, setelah di-*leaching* selama 6 bulan sebesar 207 Mpa, dan setelah 12

bulan sebesar 198,1 Mpa. Terjadi penurunan sebesar 5,1% setelah *dileaching* selama 6 bulan dan 9,2% setelah 12 bulan.

- Dari hasil analisis varian dengan tingkat kesalahan α sebesar 5% menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada kuat tarik rerata bambu untuk berbagai variasi kadar bahan pengawet CCB4, antara 0%, 5%, 10% dan 15%.
- Dari hasil analisis varian dengan tingkat kesalahan α sebesar 5% menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada kuat tarik rerata bambu untuk tingkat lamanya waktu *leaching*, yaitu antara bambu sebelum dan setelah di *leaching* selama 6 dan 12 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohm, S. dan Djarwanto. (2000). "Pengawetan Lima Jenis Kayu Bangunan Perumahan Dan Gedung Secara Vakum Tekan Dengan Bahan Pengawet CCB Dan CCF." *Pusat Penelitian Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Departemen Kehutanan dan Perkebunan, Bogor.*
- Barly. (1999). "Pengawetan Bambu untuk Bahan Konstruksi Bangunan dan Mebel." *Petunjuk Teknis, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan.*
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu. Nafiri Offset. Yogyakarta.*
- Mursito, A. (2003). "Pengaruh Pengawetan Dengan Metode Perendaman Solar Terhadap Karakteristik Bambu Ampel (Bambusa Vulgaris Schrad)." Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ngurah, G. (2003). "Pengaruh Pengawetan Dengan Metode Perendaman Dingin Menggunakan Prusi Terhadap Karakteristik Bambu Petung." Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Nicholas, D. D. (1988). *Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya Dengan Perlakuan-Perlakuan Pengawetan. Jilid II, Bahan-bahan Pengawet dan Sistem-sistem Pengawetan.* Airlangga University Press. Surabaya.
- Sulthoni, A. (1989). "Bamboo Preservation Project Phase II (Indonesia)." *Final Report Vol II: Bamboo Preservation.* Faculty of Forestry, Gadjah Mada University. Indonesia.
- Gopar, M dan Sudiyani, Y. (2004). "Perubahan Sifat Fisik dan Mekanik Panel Zephyr bambu setelah Uji Pelapukan Cuaca." *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis Vol. 2• No.2• 2004, Mapeki.*
<http://jurnalmapeki.biomaterial-lipi.org/jurnal/02022004/J.MapekiVol.2No.22004.pdf>
diunduh 8 Desember 2011
- Karlinasari, L. Rachmawati, M, Mardikanto, TR. (2010). "Pengaruh pengawetan terhadap kecepatan gelombang ultrasonik dan sifat mekanis lentur serta tekan sejajar serat kayu *Accacia mangium Wild.*" *Jurnal Teknik Sipil, vol 17 No.3. Desember 2010, ISSN 0853-2982, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.*
<http://www.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/2009/10/2.-Lina-Karlinasari-Vol.17-No.3.pdf>, diunduh 8 Desember 2011