

PENGAWETAN BAMBU DENGAN MENGGUNAKAN LARUTAN BORAKS BORIKS

Naomi Yacob Tumonglo¹, Ridwan², Nar'ainy Yacob³

¹Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

^{2,3}Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

Email : mey_yacob@yahoo.com

Abstrak

Bambu adalah bahan alami yang bersifat organik. Tanpa perlakuan tertentu untuk melindunginya, daya tahan bambu akan kurang dari tiga tahun. Sehubungan dengan masalah tersebut diperlukan adanya cara untuk meningkatkan daya tahan bambu terhadap organisme perusak. Penelitian ini bertujuan mengawetkan bambu untuk memperpanjang masa pakai bambu dengan menggunakan larutan boraks boriks dan menentukan konsentrasi optimum larutan boraks boriks serta menentukan karakteristik bambu hasil pengawetan. Penelitian dilaksanakan dengan merendam bambu petung yang telah dipotong-potong sepanjang 30 cm pada ember berukuran 18 L yang berpenutup. Pada pembuatan larutan pengawet dibuat variasi konsentrasi berat boraks boriks yaitu 5:10, 10:5, 5:7, 7:5 dan 5:5 dengan volume air 10 L. Perendaman bambu dengan bahan pengawet dilakukan selama satu minggu. Setelah direndam dengan bahan pengawet, bambu dikeringkan dengan cara dijemur selama satu minggu, tidak berhubungan langsung dengan tanah dan matahari untuk mencegah bahan pengawet terurai dengan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi optimum larutan boraks boriks adalah dengan perbandingan bahan pengawet 10:5 & 7:5 diperoleh kadar air 6,74% & 8,78%, kadar selulosa 40,59% dan 43,78%

Kata kunci: *Bambu petung, karakteristik, pengawetan, konsentrasi, boraks, bor*

PENDAHULUAN

Bambu adalah bahan alami yang bersifat organik. Tanpa perlakuan tertentu untuk melindunginya, daya tahan bambu akan kurang dari tiga tahun. Ditambah lagi dengan hadirnya unsur zat gula yang banyak terkandung dalam bambu yang mengandung mikroorganisme. Kerusakan biologis bambu dapat mempengaruhi kegunaan, kekuatan dan nilai bambu atau produk bambu. Kerusakan dapat mengakibatkan:

- Pelapukan.
- Retakan atau pecah
- Timbulnya noda dan lobang.

Bambu secara fisik memiliki kelebihan yaitu serat panjang dan rapat, lentur tidak mudah patah, dinding keras dan sebagainya. Sehingga oleh siapapun bambu dapat dibudidayakan dengan peralatan apa adanya, tidak memerlukan pemeliharaan khusus dan tanpa membutuhkan pengetahuan yang tinggi. Bambu memiliki ketahanan yang baik serta dapat hidup kembali sekalipun ditebang atau dibakar habis rumpunnya tetap akan kembali tumbuh.

Di pihak lain, masalah yang sering dihadapi pada pemanfaatan bambu adalah kerentanannya terhadap serangan organisme perusak terutama jamur, bubuk kayu kering dan rayap. Hal ini menyebabkan umur pakai (*service life*) bambu pada umumnya relatif pendek dan nilai

ekonominya sukar ditingkatkan secara maksimum. Padahal bambu mempunyai penampilan dan sifat-sifat estetika yang tinggi.

Frekuensi kerusakan bambu yang disebabkan serangga cukup tinggi yaitu 92.6%. Kerusakan ini disebabkan oleh rayap kayu kering sebesar 51%, bubuk kayukering sebesar 18% dan sisanya 31% disebabkan oleh rayap tanah dan kumbang *Xylocopa sp* (Barly, 2005).

Sehubungan dengan fakta di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang peningkatan ketahanan bambu terhadap organisme perusak sebagai bahan alternatif pengganti kayu. Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

- 1) Menentukan konsentrasi optimum larutan boraks boriks pada pengawetan bambu.
- 2) Menentukan karakteristik dari bambu hasil pengawetan dan larutan boraks boriks.

Nandika *et.al* (1994) menyatakan bahwa dalam pengawetan bambu dikenal dua metode yaitu pengawetan bambu tanpa bahan kimia dan pengawetan bambu dengan bahan kimia. Metode pengawetan tanpa bahan kimia (metode tradisional) dipandang cocok digunakan dalam pengawetan bambu. Metode ini paling sering digunakan, mudah pelaksanaannya, ekonomis serta aman bagi lingkungan meskipun beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa metode

tersebut hanya efektif terhadap serangan bubuk kayu kering.

TINJAUAN PUSTAKA

Perendaman bambu dalam air tergenang, air mengalir dan lumpur merupakan cara yang paling umum dilakukan oleh masyarakat untuk meningkatkan umur pakai bambu karena teknologinya mudah, murah dan akrab lingkungan (tanpa penggunaan bahan pengawet). Lebih lanjut (Andalusia) membuktikan bahwa bambu apus (*Gigantochloa apus*) tanpa perlakuan sangat rentan terhadap serangan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* dengan intensitas serangan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan yang diberi perlakuan perendaman dalam lumpur.

Soedarmadi dan Karim (1959) menyatakan keawetan alami (*natural durability*) dari bambu yang dipakai sebagai konstruksi bangunan kurang dari sepuluh tahun, tetapi setelah diawetkan umur pakainya dapat jauh lebih meningkat.

Prosea Indonesia (1996) menyatakan bahwa daya tahan bambu sangat tergantung dari kadar air dan kandungan patinya. Daya tahan bambu dapat menurun apabila kadar air dan kandungan pati dalam buluh bambu terlalu tinggi. Bambu yang langsung diletakkan ditempat terbuka dan bersentuhan dengan tanah, keawetannya mencapai 1 – 3 tahun. Akan tetapi apabila diawetkan dapat bertahan sampai 7 tahun lebih.

Yap (1967) membagi 2 sistem pengawetan bambu, yaitu:

1. Pengawetan bambu secara tradisional adalah pengawetan bambu dengan cara merendam bambu dalam air mengalir, air terhenti, lumpur atau air asin dengan lama perendaman berkisar antara 1-24 minggu. Cara demikian sering dilakukan oleh rakyat dimana hampir 70% dari perendaman di Pulau Jawa dilakukan di dalam lumpur, lebih lanjut dijelaskan bahwa cara-cara tradisional yang merupakan cara kimia adalah pelaburan tetapi bukan dengan bahan pengawet yang lazim diperdagangkan di pasar. Pelaburan yang sering dilakukan oleh masyarakat adalah:

- a. Dilabur dengan kapur
- b. Dilabur dengan ter
- c. Dilabur dengan kapur dan ter

d. Dilabur dengan ter, ditabur pasir kemudian dilabur kapur

e. Dibalut dengan ijuk dan diberi ter

2. Pengawetan kimiawi adalah suatu tindakan pengawetan dengan menggunakan zat kimia sebagai bahan pengawetnya.

Bagian batang dari bambu juga Sifat komponen kimia lima jenis bambu hasil penelitian Nurhayati (1990) sebagaimana tercantum dalam Tabel. 2.1 menunjukkan bahwa kadar selulosa, lignin dan hemiselulosa berada dalam kisaran komponen kimia kelompok kayu daun jarum dan kayu daun lebar.

Jenis Bambu	Lignin	Selulosa	Pentosan	Abu
Apu (<i>Gigantochloa apus</i>)	25,8	54,7	19,1	2,9
Ulet (<i>Gigantochloa sp.</i>)	26,8	54,7	-	2,0
Andong (<i>Gigantochloa pseudoarundinaceae</i>)	28,0	53,8	-	3,2
	25,6	55,4	-	3,8
Betung (<i>Dendrocalamus asper</i>)	28,2	50,8	-	4,3
Ampel (<i>Bambusa vulgaris</i>)				

Tabel 2.1. Komponen Kimia (%) Lima Jenis Bambu

Berikut ini adalah bahan pengawet kimia yang paling umum digunakan untuk mengawetkan bambu:

1. Senyawa Boron.

Merupakan kombinasi antara *borax* dan *boric acid*. kontak langsung dengan produk makanan. Campuran borax dan boric acid merupakan bahan pengawet yang paling banyak diaplikasikan untuk bambu saat ini dan paling banyak diterima di berbagai tempat.

2. Zinc Chloride / copper Sulphate.

Jenis ini memiliki kadar asam sangat tinggi dan dapat menyebabkan korosi pada baja.

3. Sodium Penta Chloro Phenate (NaPCP).

Adalah fungisida yang biasanya dikombinasikan dengan boraks dan boric acid untuk melindungi bambu yang masih basah saat dikirim dalam container. Namun bahan ini telah

dilarang dibanyak Negara karena sifatnya yang beracun.

4. Copper Chrome Arsenic (CCA) dan Ammoniacal Copper Arsenate (ACA).

Merupakan pengawet yang bersifat permanen dan terbukti ampuh mengawetkan bambu hingga lebih dari 50 tahun, bahkan untuk aplikasi luar ruangan. Tapi karena sifat toksisitasnya yang sangat tinggi bahan ini banyak dihindari dan dilarang.

5. CCB (Copper Chromium Boron).

Dikenal efektif melindungi bambu, selain itu bambu yang diawetkan dengan CCB dapat bertahan cukup lama sekalipun diaplikasikan diluar ruangan. Namun bahan CCB juga sangat sulit ditemukan dan aplikasinya harus menggunakan system tekanan agar bisa efektif.

6. Karosete/ Ter.

Merupakan bahan pengawet berbasis minyak, dapat diaplikasikan untuk penggunaan di luar ruangan, kelemahannya adalah bambu yang diaplikasikan dengan bahan ini tidak cocok untuk furniture atau komponen bangunan yang bersentuhan langsung dengan manusia karena ada unsur minyak, berbau dan lengket. Cocok untuk aplikasi luar ruangan seperti pagar.

2.1 Keawetan Bambu

Keawetan bambu adalah daya tahan alami suatu jenis bambu terhadap organisme. Daya tahan suatu jenis bambu terhadap suatu jenis organisme perusak, belum tentu mempunyai daya tahan yang sama terhadap organisme perusak lainnya.

Salah satu sifat dasar bambu yang berkaitan dengan pengawetan adalah sifat keterawetan. Keterawetan bambu merupakan salah satu sifat yang menentukan mudah tidaknya suatu jenis bambu dimasuki larutan bahan pengawet. Sifat keterawetan tersebut ditentukan oleh beberapa faktor yaitu sifat bambu itu sendiri, teknik pengawetan, kondisi bambu saat diawetkan dan sifat bahan pengawet yang digunakan.

2.2 Pengeringan

Pengeringan bambu dapat dilakukan secara alami (air drying), pengasapan, pengeringan dengan energi tenaga surya (solar collector drying) atau kombinasi dengan energi tungku, dan pengeringan dalam dapur pengering. Penelitian

mengenai metode pengeringan bambu telah dilakukan oleh Basri (1997). Basri menginformasikan bahwa dengan sistem pengasapan dan energi tenaga surya sebaiknya dilakukan setelah kadar air bambu di bawah 50% agar kualitas bambu tetap terjaga. Bambu yang masih sangat basah setelah dipotong sesuai ukuran yang akan dipergunakan, dibersihkan dan ditumpuk berdiri dengan posisi saling menyilang atau ditumpuk secara horisontal selama kurang lebih satu minggu.

Hal ini perlu dilakukan karena bambu mempunyai sifat higroskopis, sehingga bambu yang sudah kering akan tetap menyerap air kembali apabila ditempatkan pada kondisi yang lembab.

2.3 Boriks

Boriks atau Asam borat atau disebut juga asam borasik (*Boric acid*) dengan rumus kimia H_3BO_3 atau $B(OH)_3$ adalah suatu asam lemah dari boron sering digunakan sebagai antiseptic dan insektisida.

Salah satu kegunaan dari asam borat ini adalah sebagai pengawet kayu dan pestisida. Asam borat dan boraks merupakan bahan yang sangat efektif untuk mengontrol dan mengeliminasi serangga dan jamur, dan juga bahan ini tidak berbahaya terhadap mamalia. Bahan ini beracun untuk kecoa, semut, larva dan beberapa jenis lain dari serangga. Asam borat bertindak sebagai racun perut mempengaruhi metabolisme serangga, dan bubuk kering.

2.4 Boraks

Boraks berasal dari bahasa Arab yaitu *Bouraq*. Merupakan suatu zat padat kristal putih, kehijauan/keabuan, mengandung unsur boron, sedikit larut dalam air dingin tetapi sangat larut dalam air panas. Boron termasuk bahan pengawet yang paling banyak digunakan untuk mengawetkan kayu (Duljapar 2001) namun tidak cocok untuk digunakan di lokasi yang berhubungan dengan tanah atau keadaan lembab (hujan) karena fiksasinya rendah (Hunt dan Garratt 1986). Sifat-sifat dari senyawa boron adalah (Hunt dan Garratt 1986):

- Beracun terhadap jamur dan serangga perusak kayu tetapi tidak berbahaya bagi manusia dan ternak.
- Dapat diaplikasikan dengan berbagai metode pengawetan.
- Tidak korosif terhadap logam, tidak berbau dan tidak merubah warna kayu sehingga dapat digunakan untuk mengawetkan alat rumah tangga yang terbuat dari kayu.

d) Kayu yang diawetkan dengan persenyawaan boron dapat dicat, diplitur, atau direkat dengan baik.

. Barly dan Supriana (1999) boron diketahui dapat menghambat aktifitas protozoa dalam perut rayap sehingga dapat menyebabkan rayap mati kelaparan, dilaporkan juga bahan pengawet senyawa boron memiliki banyak keuntungan karena berspektrum luas. Selain dapat mencegah serangan dan jamur, kayu maupun bahan bahan berlignoselulosa lain (bambu dan rotan) yang diawetkan dengan senyawa boron aman dipakai baik terhadap manusia maupun binatang ternak, tidak berbau dan tidak berwarna. Dengan demikian cocok untuk dipakai mengawetkan kayu bangunan yang selalu berhubungan dengan manusia, seperti barang kerajinan dan peralatan rumah tangga. Dengan demikian bahan pengawet senyawa boron ini cukup efektif menahan serangan rayap.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu pelaksanaan bulan Mei - Agustus 2015. Lokasi pengambilan bambu di Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

Bahan penelitian berupa bambu, boraks, boriks dan air. Peralatan penelitian berupa gergaji, timbangan dengan ketelitian 1gram dan ember plastik berpenutup ukuran 18L.

Benda uji penelitian berupa bambu yang dipotong-potong berukuran 25-30cm. Masing-masing benda uji direndam dalam ember yang telah dibuat larutan boraks dan boriks dalam 10L air dengan perbandingan: 1) 5% boraks dan 10% boriks, 2) 10% boraks dan 5% boriks, 3) 5% boraks dan 7% boriks, 4) 7% boraks dan 5% boriks, 5) 7% boraks dan 7% boriks, 6) Tanpa bahan pengawet dan tanpa perendaman.

Langkah berikutnya, yaitu: 1) Pemberian tanda atau kode pada setiap sampel penelitian, 2) Perendaman dilakukan selama 1 minggu, 3) Setelah direndam, bambu dikeluarkan dari ember dan dikeringkan selama 1 minggu, 4) dilakukan uji kadar air dan kadar selulosa bambu.

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan pengamatan dan perhitungan pengujian di laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengawetan bambu menggunakan campuran boraks dan boriks dengan variasi perbandingan 5%:10%, 10%:5%, 5%:7%, 7%:5%, & 7%:7% terhadap volume air. Hasil pengawetan bambu

dengan menggunakan bahan pengawet boraks dan boriks dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Bahan Pengawet		Kadar Air (%)	Kadar Selulosa (%)
Boraks (%)	Boriks (%)		
0	0	18,54	48,95
5	10	14,69	45,89
10	5	6,84	40,59
5	7	15,84	46,67
7	5	8,78	43,78
7	7	10,97	47,63

Berikut terlampir data komposisi kimia kayu sebagai bahan konstruksi:

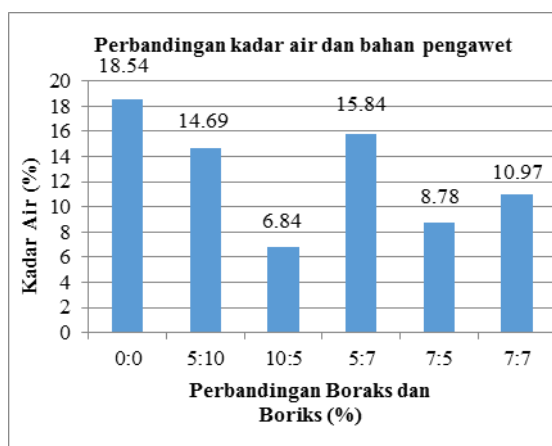
Tabel Komposisi Kimia Kayu		
Komponen Kimia	Kayu daun lebar (%)	Kayu daun jarum (%)
Selulosa	40 – 45	41 – 44
Lignin	18 – 33	28 – 32
Pentosan	21 – 24	8 – 13
Zat ekstraktif	1 – 12	2,03
Abu	0,22 – 6	0,89

(Sumber: www.dephut.go.id)

4.1 Kadar Air

Kadar air bambu adalah nilai yang menunjukkan banyaknya air yang ada dalam bambu. Kadar air bambu mempengaruhi kekuatan bambu, yaitu sangat turun bila kadar air tinggi (Prayitno, 2001).

Ditinjau dari hasil penelitian kadar air dapat dilihat terjadi penurunan setelah diberi bahan pengawet. Kadar air dibawah 12% terlihat pada perlakuan dengan perbandingan boraks boriks 10:5, 7:5 dan 7:7. Penurunan kadar air tersebut dikarenakan kemampuan untuk mengasorbsi tergantung pada luas permukaan rongga sel dan keadaan air dalam bambu yang berupa air bebas (menempati rongga sel) diganti oleh boraks dan boriks yang telah mengering dan mengkristal, sehingga penambahan bahan pengawet boraks boriks berpengaruh terhadap kadar air bambu.

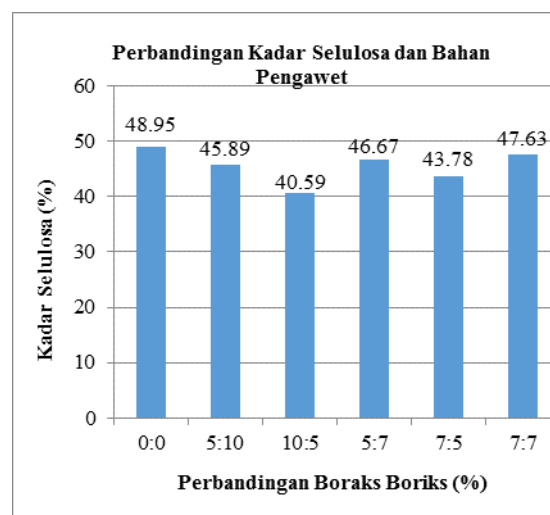


Gambar 4.1 Grafik kadar air

Kadar air yang memungkinkan untuk bisa mempertahankan mutu bambu adalah sekitar 5 – 10 %. Penyerapan air di atas 10 % sudah memungkinkan terjadinya penurunan kekuatan tekan sejajar serat bambu (Fangchun, 2000).

4.2 Kadar Selulosa

Selulosa dan lignin adalah komponen utama dinding sel serat batang bambu. Rayap adalah serangga sosial yang merombak selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana untuk dikonsumsi. Dari hasil penelitian diperoleh setelah penambahan bahan pengawet hasilnya menurun. Jika dibandingkan dengan kadar ekstraktif selulosa pada kayu sebagai bahan konstruksi berkisar 40 – 45%, kadar selulosa setelah pengawetan yang dapat digunakan terdapat pada perlakuan konsentrasi boraks 10% dan boriks 5% kadar selulosa mencapai 40,59% serta perlakuan 7% boraks dan 5% boriks kadar selulosa 43,78%. Dengan menurunnya kadar selulosa bambu dapat membuat serangga dan rayap tidak ingin mendekati bambu karena bahan makanannya telah berkurang dan tergantikan dengan racun yang dibentuk oleh boraks dan boriks. Menurut Supriana (1983) yang dikutip Munawar (2001), bila rayap merasakan adanya racun pada ekstraktif maka rayap akan mencari bagian lain dari makanan tersebut atau pindah ke sumber makanan lain.



Gambar 4.2 Grafik kadar selulosa

Selulosa dapat ditembus oleh cairan, sehingga pengawet berbentuk cairan dapat menembus masuk kedalam sel – sel selulosa. Larutan pengawet tersebut masuk melalui pori-pori bambu, melalui mekanisme mengganti cairan (selulosa) yang disukai oleh kumbang bubuk dan serangga dengan larutan pengawet. Hal ini dapat menyebabkan bambu akan tahan terhadap serangan serangga yang dapat merusak bambu. Maka serangga pemakan bambu tersebut tidak akan menyerang bambu yang sel selulosanya sudah mengandung pengawet. Bambu menjadi lebih tahan lama (Janssen, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengawetan bambu dengan menggunakan bahan pengawet boraks dan boriks, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi pengawetan boraks dan boriks yang baik yaitu 10% boraks dan 5% boriks serta 7% boraks dan 5% boriks.
2. Kadar air yang memenuhi standar sebagai bahan konstruksi diperoleh pada konsentrasi 10% boraks-5% boriks yaitu 6,74% dan konsentrasi 7% boraks-5% boriks yaitu 8,78%. Kadar selulosa yang memenuhi standar sebagai bahan konstruksi diperoleh pada konsentrasi 10% boraks-5% boriks yaitu 40,59% dan konsentrasi 7% boraks-5% boriks yaitu 43,78%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. Anita & Morisco. 2009. *Pengaruh Pengawetan Terhadap Kekuatan dan Keawetan Produk Laminasi Bambu*, Tesis, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Andalusia, T. S. 1984. Pengaruh Perendaman dalam Lumpur terhadap Serangan Rayap Kayu Kering *Cryptotermes Cynocephalus Light* dan Perubahan Komposisi Kimia pada Bambu. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB, Bogor. (Tidak Terbit).
- Becker, H. 1976. Concerning Termites and Woods. *Unsylva* 18 (111):2 – 11.
- Berlian, N dan Rahayu, E. 1995. Jenis Dan Prospek Bisnis Bambu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Barly. 2005. Catatan Penelitian Bambu di Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Perbambuan di Indonesia. Perbindo Yogyakarta.
- Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric.* 32:745–758
- Dransfield, S. dan E. A. Widjaja (Editor). 1995. *Plant Resources of South-East Asia No.7 : Bambus*. Backhuys Publisher. Leyden.
- Darupratomo, MT, Ir. 2008. Pengaruh Proses Pengawetan Bambu Terhadap Karakteristik Bambu Sebagai Bahan Bangunan. Yogyakarta.
- Susanti, Eka. 2001. *Pengawetan Bambu Tali (Gigantochloa apus Kuz) dengan menggunakan metode Boucherie*. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Frick, Heinz. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu Pengantar Konstruksi Bambu*. Yogyakarta. Kanisius
- Garland, Linda. 2003. *Vertical Soak Diffusion – Cara Mengawetkan Bambu*. Environmental Bambu. Fondation: Bali
- Jannsen. 2008. *Bambu as Building Material*. Microsoft Encarta
- Krisdianto, Ginuk Sumarni dan Agus Ismanto. 2004. Sari Hasil Penelitian Bambu. (Online). (<http://www.dephut.go.id/INFORMASI/litbang/teliti/bambu.htm> diakses tanggal 17 Januari 2015)
- McClure, F. 1966. *The Bamboos A Fresh Perspective*. Cambridge : Harvard University Press.
- Nandika, D., J. R. Matagaran dan I. G. K. T. Darma. 1994. Keawetan dan Pengawetan Bambu dalam Widjaya et al.
- Orina, M. M. 2010. Karakteristik Papan Serat Berkerapatan Sedang dari Pulp Bambu Betung Melalui Proses Chemical Mechanical Pulping (CMP). Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- Purwito. 2008. Standarisasi Bambu Sebagai Bahan Bangunan Alternatif Pengganti Kayu. Prosiding PPI Standarisasi.
- Sallata, M. K. 1998. Potensi dan Pola Pengembangan Mangrove di Sualwesi Selatan. *EBONI*, Vol. 3 No. 2. BPK Ujung Pandang.
- Tambunan, B dan D. Nandika. 1989. Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB.
- Taurista, Antonia Yulian dkk. 2004. *Komposit Laminat Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal*. ITS, Surabaya
- Yap, F. 1967. *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*. Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung
- Widya. 2006. “Bambu Indonesia”. Tersedia pada bamboeindonesia. Wordpress.com (diakses pada tanggal 17 Januari 2015)