

PENGARUH PENGAWETAN TERHADAP KEKUATAN DAN KEAWETAN PRODUK LAMINASI BAMBU

Nurul Aini ¹⁾, Morisco ²⁾, Anita ³⁾

¹⁾ Balai Bahan Bangunan Puslitbang Permukiman,
Jl. Panyawungan Cileunyi Wetan Kab. Bandung

²⁾ Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta

³⁾ Peneliti Puslitbang Permukiman Departemen Pekerjaan Umum

ABSTRACT

The need of housing corresponds with the increasing population growth. Such condition affects the demand of timber used for building construction. On the other hand, the government extremely minimizes forest logging to protect the forest from degradation. To solve the problem of increasing need of timber, one of the efforts is by utilizing bamboo as local materials for laminated products. However besides the advantages, bamboo is a susceptible material for organism. Improving the durability of bamboo against organism can be achieved through preservation. This research (study) is aimed to recognize the effect of bamboo preservation to the strength and durability of laminated bamboo.

*In this study, Petung bamboo (*Dendrocalamus sp*) was treated with boron plus 63% preservative with the concentration of 1.57% and 3.15% using Bouherie-Morisco method with 3 kg/cm² and 4kg/cm² air pressure. The glulam bamboos in 25 mm x 30 mm x 2000 mm dimension were made from preserved bamboo with polimer isocyanate adhesive in 50#/MSGGL under 1.2 MPa pressure. Untreated bamboo were used as control for each treatment, 3 applications were applied.*

Results of this research showed that moisture content was affected by the preservation pressure. The preservation treatments were not affected by the density, compressive strength parallel to the grain, tensile strength parallel to the grain, internal bond strength, horizontal bending strength, vertical bending strength, horizontal modulus of elasticity, vertical modulus of elasticity of the tested glulam bamboo as well as retention of preservatives was affected by the concentration of preservatives or the pressure of the treatment. The treatment method affected the termites mortality percentage but not the mass lost percentage. The physical and mechanical properties of treated bamboo was not indifference to the untreated bamboo. There was a tendency that mass lost percentage in untreated bamboo was higher than in treated bamboo while the termite mortality percentage in treated bamboo was lower than untreated bamboo.

Keywords: bamboo preservation, glulam bamboo, strength, durability

PENDAHULUAN

Dalam undang-undang No. 28 tahun 2002, keamanan dan keselamatan bangunan gedung menjadi perhatian utama dalam proses penyelenggaraan bangunan gedung. Bangunan gedung diharapkan memiliki kehandalan yang tinggi dan umur pakai yang lama.

Kebutuhan kayu bangunan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Pemerintah telah memperketat aturan penebangan hutan untuk kayu produksi dalam rangka mencegah kerusakan hutan yang semakin parah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan usaha diversifikasi dengan kayu laminasi yang memanfaatkan bambu. Selain mempunyai keunggulan, bambu mempunyai kelemahan antara lain bentuk bambu tidak simetris, dan dapat diserang organisme perusak. Peningkatan ketahanan terhadap organisme perusak dapat dilakukan dengan pengawetan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengawetan terhadap kekuatan dan keawetan produk laminasi bambu.

TINJAUAN PUSTAKA

Morisco (1999), bambu petung mempunyai kuat tarik bagian dalam bambu sebesar 97 MPa dan bagian luar bambu sebesar 285 MPa. Selain itu kuat tarik bambu petung kering oven tanpa buku sebesar 190 MPa dan dengan buku sebesar 116 MPa. Bambu mempunyai komposisi kimia yang terdiri dari komponen utama selulosa 40%, hemiselulosa 25%, dan lignin 25%. Komponen minor larut air meliputi gula, pati, tanin, wax dan garam inorganik serta kandungan abu 1 – 5% (Liese dan Satish, 2003).

Kayu laminasi atau *glulam* dibuat dengan merekatkan dua atau lebih lapisan atau *lamellae* kayu dengan arah sejajar serat (Tsoumis, 1991)

SNI 03-3233-1998, pengawetan adalah suatu proses memasukkan bahan pengawet ke dalam kayu dengan tujuan untuk memperpanjang masa pakai kayu. Menurut Hunt dan Garratt (1986), pengawetan kayu dapat dilakukan dengan proses tanpa tekanan, menggunakan tekanan dan proses lainnya. Pengawetan bambu dapat dilakukan dengan menggunakan metode Boucherie-Morisco yang prinsip kerjanya memasukkan larutan pengawet ke dalam bambu dengan menggunakan tekanan udara (Morisco, 1999). Bahan pengawet adalah suatu bahan kimia yang bila dimasukkan ke dalam kayu dapat meningkatkan ketahanan kayu dari serangan faktor perusak biologis seperti jamur, serangga dan makhluk perusak kayu lainnya. Bahan pengawet yang berlaku di Indonesia adalah bahan pengawet yang termasuk golongan CCB (*copper, chrome, boron*) dan CCF (*copper, chrome, flour*).

Suhardiman (2003), lama waktu tunggu bambu sebelum pengawetan tidak berpengaruh nyata terhadap lama proses pengawetan, nilai absorpsi bambu, nilai retensi bahan pengawet dan mortalitas serangga. Pengawetan bambu dengan rendaman panas dalam larutan boraks 5% memperbaiki perilaku lentur balok galar bambu wulung (Nugroho, 2003).

LANDASAN TEORI

Bambu merupakan bahan organik yang tidak mengandung zat yang bersifat racun yang dapat memperbaiki sifat ketahanan alami bambu

terhadap serangan organisme perusak. Keawetan alami bambu tergantung pada beberapa faktor antara lain umur bambu saat ditebang, kandungan pati, pengaruh lingkungan, jenis organisme perusak, cara penyimpanan dan sebagainya. Keawetan alami bambu yang rendah digunakan sebagai alasan bahwa bambu merupakan bahan yang sesuai untuk jangka waktu pendek sehingga hanya untuk penggunaan yang bersifat sementara. Usaha untuk meningkatkan ketahanan bambu terhadap serangan organisme perusak dapat dilakukan dengan cara pengawetan. Pengawetan bambu secara tradisional telah dilakukan oleh masyarakat pedesaan, misalnya dengan perendaman bambu dalam air mengalir maupun diam. Selain itu dapat dilakukan pengawetan bambu dengan menggunakan bahan pengawet.

Pengawetan bambu bertujuan untuk meningkatkan ketahanan bambu terhadap organisme perusak sehingga dapat memperpanjang umur layan bambu. Dengan melakukan pengawetan bambu perlu juga mempertimbangkan pengaruhnya terhadap sifat kekuatan bambu tersebut. Sulthoni (1988), perendaman bambu di dalam air untuk pengawetan dilakukan sebaiknya tidak lebih dari satu bulan agar penurunan kekuatan bambu tidak terlalu besar. Hunt dan Garratt (1986) menyebutkan bahwa pengujian kayu yang telah diawetkan membuktikan kekurangannya dan hasilnya tidak dapat disimpulkan, tetapi umumnya menunjukkan bahwa setiap kelemahan yang dihasilkan dari kayu lebih disebabkan oleh suhu dan tekanan yang diderita kayu selama periode persiapan atau impregnasi daripada oleh bahan pengawet.

Ayrimis, N. dkk (2005), penambahan bahan pengawet disodium oktaborat tetrahidrat, asam borik dan campuran asam borik dengan disodium oktaborat tetrahidrat pada papan OSB (*Oriented Strandboard*) mengakibatkan keteguhan rekatnya lebih rendah dibandingkan dengan papan OSB tanpa penambahan bahan pengawet. Demikian juga pada papan OSB yang menggunakan *vapor boron-treated* dengan beberapa konsentrasi menunjukkan nilai keteguhan rekatnya lebih rendah dari papan OSB tanpa perlakuan (Jones, W.A. dkk, 2001).

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan rancangan percobaan faktorial dengan 2 faktor. Faktor A adalah konsentrasi larutan pengawet dengan 2 taraf yaitu 1,57% dan 3,15%. Faktor B adalah tekanan pengawetan dengan 2 taraf yaitu tekanan udara 3 kg/cm² dan 4 kg/cm². Pengawetan bambu petung (*Dendrocalamus sp*) menggunakan metoda Boucherie-Morisco dengan bahan pengawet boron plus 63%. Pembuatan bilah bambu berukuran lebar 25 mm dan tebal 5 mm. Bambu laminasi yang dibuat berukuran 25 mm x 30 mm x 200 mm dari bambu perlakuan pengawetan dan bambu kontrol dengan perekat labur 50#/MSGGL dan tekanan kempa 1,2 MPa. Perekat yang digunakan dengan nama koyobond KR 560 *water based polymer isocyanate adhesive for wood*. Perekat dapat mengeras pada suhu ruang 5°C – 35°C. Pembuatan bambu laminasi dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Parameter yang akan diamati adalah kadar air, kerapatan, kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat, kuat rekat, kuat lentur, modulus elastisitas, retensi bahan pengawet dan ketahanan terhadap serangan rayap dengan menghitung persentase kehilangan berat dan persentase mortalitas rayap. Pembuatan benda uji sifat fisis dan sifat mekanis mengikuti standar ISO (*International Standard Organization*) 3129-1975. Uji ketahanan terhadap serangan rayap menggunakan standar *Japan Wood Preserving Association* (JWPA) no. 12-1992. Analisis data dengan melakukan penghitungan analisis keragaman. Sifat bambu laminasi dari bambu yang diberi perlakuan pengawetan dibandingkan dengan bambu laminasi kontrol dengan cara uji wilayah ganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kadar air dan kerapatan bambu laminasi pada tabel berikut:

Tabel 1. Nilai Rata-rata Kadar Air dan Kerapatan

Kode	Kadar Air (%)	Kerapatan (g/cm ³)
K	12,02	0,82
a1b1	12,48	0,88
a1b2	12,17	0,82
a2b1	12,76	0,84
a2b2	12,05	0,84

Keterangan:

- K = kontrol
- a1b1 = konsentrasi 1,57%, tekanan 3 kg/cm²
- a1b2 = konsentrasi 1,57%, tekanan 4 kg/cm²
- a2b1 = konsentrasi 3,15%, tekanan 3 kg/cm²
- a2b2 = konsentrasi 3,15%, tekanan 4 kg/cm²

Pengujian kadar air bambu laminasi dilakukan setelah bambu laminasi dikondisioning selama 6 hari dari pembuatan atau kelem sudah dilepas. Bambu laminasi tentunya telah mengalami penyesuaian atau mencapai keseimbangan kadar air dengan kelembaban udara. Hal ini terjadi karena bambu dan bambu laminasi yang dihasilkan masih mempunyai sifat higroskopis. Kisaran kadar air bambu laminasi sebesar 11,51% - 13,00%. Hasil pengujian kadar air bambu laminasi menunjukkan bahwa bambu laminasi mempunyai kadar air yang sesuai dengan kondisi kadar air kering udara untuk Indonesia yaitu maksimal sebesar 20%. Kadar air bambu laminasi kontrol hampir sama dengan bambu laminasi perlakuan. Adanya bahan pengawet dalam bilah bambu relatif kurang menambah sifat higroskopis bambu sehingga kadar air bambu laminasi perlakuan hampir sama dengan bambu laminasi kontrol, namun ada kecenderungan kenaikan kadar air rata-rata bambu laminasi perlakuan dibandingkan dengan bambu laminasi kontrol. Faktor konsentrasi larutan pengawet dan interaksi antara faktor konsentrasi larutan pengawet dengan faktor tekanan pengawetan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air bambu laminasi perlakuan. Faktor tekanan pengawetan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air bambu laminasi perlakuan. Tekanan pengawetan dapat menyebabkan pori-pori bambu membuka sehingga bambu laminasi yang dihasilkan mempunyai kemampuan yang lebih tinggi untuk menyerap kelembaban udara. Terdapat perbedaan antara kadar air bambu laminasi kontrol dengan kadar air bambu laminasi yang diberi perlakuan konsentrasi 3,15%, sedangkan dengan konsentrasi 1,57% tidak berbeda. Antar konsentrasi mempunyai kadar air yang tidak berbeda. Kadar air bambu laminasi bertekanan 3 kg/cm² berbeda dengan kadar air bambu laminasi kontrol dan bambu laminasi yang bertekanan 4 kg/cm².

Kerapatan bambu laminasi baik kontrol maupun bambu laminasi perlakuan antara 0,78 g/cm³ – 0,90 g/cm³. Kerapatan bambu laminasi sedikit lebih tinggi daripada kerapatan bambu

petung sebagai bahan baku, hal ini terjadi karena pada bambu laminasi ada penambahan perekat sehingga menambah berat per satuan volumenya. Nasriadi (2004), kerapatan bambu petung antara $0,62 \text{ g/cm}^3$ - $0,70 \text{ g/cm}^3$. Konsentrasi larutan pengawet, tekanan pengawetan, dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan bambu laminasi perlakuan. Tidak ada perbedaan antara kerapatan bambu laminasi kontrol dengan kerapatan bambu laminasi perlakuan. Kerapatan antar konsentrasi larutan pengawet dan antar tekanan juga tidak berbeda.

Hasil pengujian sifat mekanis dengan nilai rata-rata sebagai berikut pada Tabel 2.

Kuat tekan sejajar serat bambu laminasi antara $60,54 \text{ MPa}$ - $73,35 \text{ MPa}$. Adanya kecenderungan penurunan nilai kuat tekan sejajar serat rata-rata bambu laminasi perlakuan dibandingkan dengan bambu laminasi kontrol. Konsentrasi larutan pengawet, tekanan pengawetan, dan interaksinya tidak berpengaruh terhadap kuat tekan sejajar serat bambu laminasi perlakuan. Konsentrasi larutan pengawet sebesar $1,57\%$ dan $3,15\%$ tidak membuat bambu menjadi lingkungan asam yang dapat merusak struktur anatomi bambu. Besaran tekanan yang digunakan pada pengawetan bambu juga tidak merusak struktur anatomi bambu. Kuat tekan sejajar serat bambu laminasi hanya dipengaruhi oleh kekuatan bambu dan kekuatan ikatan antar bilah bambu. Konsentrasi larutan pengawet $1,57\%$ dan $3,15\%$ menghasilkan kuat tekan sejajar serat bambu laminasi yang tidak berbeda dengan bambu laminasi kontrol. Antar konsentrasipun kuat tekan sejajar serat juga tidak berbeda. Tekanan udara 3 kg/cm^2 pada pengawetan bambu memberikan nilai kuat tekan sejajar serat bambu laminasi yang berbeda dengan bambu laminasi kontrol. Antar tekanan mempunyai kuat tekan sejajar serat bambu

laminasi yang tidak berbeda.

Kisaran kuat tarik sejajar serat bambu laminasi antara $252,76 \text{ MPa}$ - $325,67 \text{ MPa}$. Ada kecenderungan penurunan nilai kuat tarik sejajar serat rata-rata bambu laminasi perlakuan terhadap bambu laminasi kontrol. Konsentrasi larutan pengawet, tekanan pengawetan maupun interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik sejajar serat bambu laminasi perlakuan. Kuat tarik sejajar serat bambu laminasi ditentukan oleh kekuatan bambu dan perekatan bilah bambu. Kerusakan saat pengujian bermula dari bidang tarik pada bagian yang terlemah dengan lepasnya ikatan serat bambu pada bilah bambu dan diikuti lepasnya ikatan antar bilah bambu. Bambu laminasi kontrol mempunyai kuat tarik sejajar serat yang tidak berbeda dengan bambu laminasi perlakuan. Kuat tarik sejajar serat antar konsentrasi dan antar tekanan juga tidak berbeda.

Kuat rekat bambu laminasi antara $5,10 \text{ MPa}$ - $7,56 \text{ MPa}$. Pengujian kuat rekat dilakukan pada kondisi benda uji kering udara. Bambu laminasi perlakuan mempunyai kuat rekat rata-rata yang cenderung lebih rendah daripada bambu laminasi kontrol. Bahan pengawet yang terdapat dalam bilah bambu dapat menghambat terbentuknya ikatan perekat yang sempurna sehingga kekuatan ikatan antar bilah bambu yang diberi perlakuan pengawetan lebih rendah dibandingkan dengan bilah bambu kontrol. Sean dkk (1999) dan Lee dkk (2001) dalam Zhou, Y (2004) interaksi antara kelompok metil (CH_2OH) pada molekul resin perekat dengan ion *borate* menyebabkan perekat membentuk gel sebelum perkembangan ikatan perekat sempurna. Bambu laminasi antar perlakuan mempunyai kuat rekat rata-rata yang hampir sama. Konsentrasi larutan pengawet, faktor tekanan, dan interaksinya tidak berpengaruh terhadap

Tabel 2. Nilai Rata-rata Sifat Mekanis

Kode	Kuat Tekan // (MPa)	Kuat Tarik // (MPa)	Kuat Rekat (MPa)	MOR Horisontal (MPa)	MOR Vertikal (MPa)	MOE Horisontal (MPa)	MOE Vertikal (MPa)
K	69,08	299,65	7,20	101,37	134,45	9.002,94	9.782,90
a1b1	64,35	284,26	6,29	80,92	131,90	9.452,89	8.322,37
a1b2	68,31	285,26	6,12	80,51	131,55	7.133,91	8.671,87
a2b1	62,54	284,04	6,31	81,45	122,39	6.513,27	7.366,52
a2b2	65,51	285,02	6,23	81,02	122,29	9.702,53	7.943,60

kuat rekat bambu laminasi perlakuan. Bilah bambu dari bambu yang telah diberi perlakuan pengawetan mengalami proses penyerutan yang menghasilkan permukaan bilah bambu yang relatif halus. Permukaan bilah bambu bila diraba tidak terdapat endapan bahan pengawet, sehingga permukaan bilah bambu tidak merupakan permasalahan dalam perekatan antar bilah bambu. Blomquist (1983), salah satu dasar proses pengikatan adalah permukaan bahan yang akan direkat harus bebas kotoran, halus dan datar sehingga dua bahan yang direkat dapat berikatan secara seragam dengan adanya lapisan tipis perekat. Secara fisik bilah bambu yang telah diberi perlakuan dengan tekanan sebesar 3 kg/cm^2 dan 4 kg/cm^2 tidak terdapat kerusakan permukaan. Kuat rekat bambu laminasi kontrol tidak berbeda dengan kuat rekat bambu laminasi perlakuan. Demikian juga dengan kuat rekat antar konsentrasi larutan pengawet dan antar tekanan juga tidak berbeda

Pengujian kuat lentur bambu laminasi dilakukan pada dua arah posisi bilah yang berbeda yaitu pada posisi horisontal dan vertikal. Jarak bentang yang digunakan pada pengujian kuat lentur adalah 280 mm. Pengujian dilakukan dengan satu titik beban di tengah bentang. Kuat lentur bambu laminasi horisontal antara 63,19 MPa – 107,10 MPa dan kuat lentur vertikal antara 115,00 MPa – 137,13 MPa. Kerusakan yang terjadi pada pengujian kuat lentur horisontal sebagian besar adalah kerusakan geser yang mula-mula pada lapisan perekatan antar bilah bambu yang terlemah, diikuti lapisan perekatan yang lemah berikutnya. Namun bila lapisan perekatan yang lainnya lebih kuat, maka hanya lapisan perekatan yang terlemah saja yang rusak. Secara fisik kerusakan yang terjadi pada pengujian kuat lentur vertikal sebagian besar adalah kerusakan tekan pada permukaan atas atau daerah pembebanan dan kerusakan tarik pada permukaan bawah. Kuat lentur rata-rata horisontal dan vertikal bambu laminasi perlakuan cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan bambu laminasi kontrol. Kuat lentur horisontal lebih rendah daripada kuat lentur vertikal. Hal ini terjadi karena pengujian kuat lentur vertikal terlihat bahwa posisi bambu laminasi yang mengalami pembebanan lentur adalah posisi tebal bambu, sedangkan pada pengujian kuat lentur horisontal yang mengalami

pembebanan pada posisi lebar bambu. Selain itu pada pengujian kuat lentur vertikal, susunan atau jumlah posisi tebal bambu lebih banyak daripada pengujian kuat lentur horisontal. Menurut Nasriadi (2004) peningkatan kuat lentur dan kuat geser balok laminasi terjadi dengan berkurangnya susunan laminasi horisontal pada balok, semakin tinggi rasio laminasi vertikal maka kerusakan geser yang terjadi akan semakin kecil sehingga dapat meningkatkan kekuatan lentur balok laminasi. Konsentrasi larutan pengawet, tekanan, dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kuat lentur horisontal maupun vertikal bambu laminasi perlakuan. Kuat lentur bambu laminasi ditentukan oleh sifat bambu, perekatan bilah bambu serta keberadaan nodia pada bambu laminasi. Kuat lentur horisontal bambu laminasi kontrol tidak berbeda dengan kuat lentur horisontal bambu laminasi perlakuan. Demikian juga dengan antar konsentrasi larutan pengawet maupun antar tekanan. Kuat lentur vertikal bambu laminasi kontrol hanya berbeda dengan kuat lentur vertikal bambu laminasi berkonsentrasi larutan pengawet 3,15%. Antar konsentrasi larutan pengawet dan antar tekanan menghasilkan kuat lentur vertikal yang tidak berbeda. Kuat lentur vertikal bambu laminasi kontrol tidak berbeda dengan kuat lentur vertikal bambu laminasi yang bertekanan.

Pengujian modulus elastisitas bambu laminasi dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat lentur dengan contoh uji yang sama. Kisaran modulus elastisitas horisontal adalah 5.200 MPa – 10.665 MPa dan modulus elastisitas vertikal 5.535 MPa - 11.111 MPa. Kecenderungan nilai modulus elastisitas sama dengan kuat lentur, pada posisi horisontal nilainya lebih rendah daripada vertikal. Kondisi ini dapat dimengerti karena beban maksimum yang diperoleh pada pengujian, juga menentukan modulus elastisitasnya. Modulus elastisitas horisontal dan vertikal tidak dipengaruhi oleh konsentrasi larutan pengawet, tekanan pengawetan maupun interaksinya. Perlakuan yang diberikan dalam pengawetan bambu tidak merusak struktur bambu, sehingga modulus elastisitas bambu laminasi dipengaruhi oleh sifat bambu, perekatan bilah bambu, dan keberadaan nodia pada bambu laminasi. Modulus elastisitas horisontal maupun vertikal bambu laminasi kontrol tidak berbeda dengan bambu laminasi yang diberi perlakuan.

Antar konsentrasi larutan pengawet dan antar tekanan, modulus elastisitas horisontal dan vertikal tidak berbeda.

Hasil pengujian retensi bahan pengawet, persentase kehilangan berat dan persentase mortalitas rayap dengan nilai rata-rata pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata-rata Retensi, Persentase kehilangan Berat dan Persentase Mortalitas Rayap

Kode	Retensi (kg/m ³)	Kehilangan Berat (%)	Mortalitas Rayap (%)
K	-	8,25	-
a1b1	0,27	4,87	59,11
a1b2	0,38	5,02	53,11
a2b1	0,65	4,64	60,00
a2b2	0,71	5,21	33,55

Kisaran retensi bahan pengawet adalah 0,26 kg/m³ – 0,82 kg/m³. Semakin tinggi konsentrasi larutan pengawet mengakibatkan semakin tinggi retensi bahan pengawet. Dengan bertambahnya konsentrasi larutan pengawet maka jumlah bahan pengawet yang terlarut semakin banyak, sehingga bila larutan pengawet ini masuk ke dalam bambu akan mengendap ke dalam dinding sel atau ke dalam struktur rongga kosong yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan larutan pengawet yang konsentrasinya lebih rendah. Kecenderungan ini juga berlaku untuk tekanan, semakin besar tekanan udara yang digunakan dalam pengawetan bambu mengakibatkan retensi bahan pengawet akan semakin tinggi. Tekanan yang lebih tinggi memungkinkan semakin banyak larutan pengawet yang masuk ke dalam bambu dan mempercepat proses pengawetan. Hunt dan Garratt (1986), faktor yang mempengaruhi bahan pengawet masuk ke dalam kayu adalah anatomi kayu, persiapan kayu dan prosedur pengawetan. Bambu petung mempunyai retensi bahan pengawet yang tinggi dibandingkan dengan bambu ori, bambu apus dan bambu wulung karena bambu petung mempunyai jumlah dan diameter rata-rata pembuluh meta-xylem yang lebih besar (Sutikno, 1986). Konsentrasi larutan pengawet dan tekanan berpengaruh sangat nyata terhadap retensi bahan pengawet. Interaksi antara konsentrasi larutan pengawet dengan tekanan tidak berpengaruh terhadap retensi bahan pengawet.

Persentase kehilangan berat memperlihatkan bahwa bambu laminasi yang diberi perlakuan pengawetan mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan bambu laminasi kontrol. Bambu laminasi perlakuan mengandung bahan pengawet yang tidak disukai oleh rayap, walaupun berasal dari bambu yang mengandung selulosa yang merupakan makanan rayap. Konsentrasi larutan pengawet, tekanan pengawetan, dan interaksi konsentrasi larutan pengawet dengan tekanan tidak berpengaruh terhadap persentase kehilangan berat bambu laminasi perlakuan. Persentase kehilangan berat antar perlakuan hampir sama nilainya karena bambu yang telah diawetkan mengalami pembelahan dan penyerutan untuk dibuat bilah. Proses pembuatan bilah inilah yang akan menyebabkan berkurangnya bahan pengawet dalam bilah bambu atau terdapat permukaan bambu yang tidak terlindungi oleh bahan pengawet karena bahan pengawet ikut terbang dalam pembelahan dan penyerutan. Namun demikian bila dibandingkan dengan bambu laminasi kontrol dapat dikatakan bahwa bambu laminasi perlakuan mengandung bahan pengawet, karena persentase kehilangan beratnya lebih rendah. Persentase kehilangan berat bambu laminasi kontrol berbeda dengan bambu laminasi perlakuan. Antar konsentrasi larutan pengawet dan antar tekanan, persentase kehilangan beratnya tidak berbeda.

Persentase mortalitas rayap merupakan persentase jumlah rayap yang mati setelah pengujian selesai. Pengujian ini dilakukan selama 3 minggu dengan pengamatan mortalitas rayap setiap minggu. Semakin tingginya mortalitas rayap terjadi karena rayap tanah mengalami stress atau tekanan akibat berubahnya lingkungan hidup rayap, umur rayap yang terbatas karena terpisah dengan koloninya, dan makanan rayap yang tersedia dalam hal ini bambu laminasi perlakuan mengandung bahan pengawet yang tidak disukai oleh rayap sehingga berakibat terhadap kematian rayap. Persentase mortalitas rayap yang paling rendah pada bambu laminasi perlakuan konsentrasi larutan pengawet 3,15% dengan tekanan 4 kg/cm². Bambu laminasi kontrol yang diumpangkan tidak mengandung bahan pengawet, sehingga rayap dapat mempertahankan kehidupannya karena tersedia makanan. Konsentrasi larutan pengawet, tekanan, dan interaksinya berpengaruh sangat

nyata terhadap persentase mortalitas rayap bambu laminasi perlakuan. Peningkatan konsentrasi larutan pengawet maupun tekanan pengawetan dan interaksinya akan meningkatkan retensi bahan pengawet. Secara teori semakin besar retensi bahan pengawet mengakibatkan persentase mortalitas rayap juga semakin besar. Namun perlu dipertimbangkan dalam prakteknya bahwa bambu yang telah diawetkan mengalami proses pembuatan bilah dan penyerutan, sehingga dikhawatirkan akan menyebabkan berkurangnya ketahanan bambu terhadap serangan rayap. Bambu laminasi kontrol mempunyai persentase mortalitas rayap yang berbeda dengan bambu laminasi perlakuan. Demikian juga antar konsentrasi larutan pengawet dan antar tekanan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Tekanan pengawetan mempengaruhi kadar air bambu laminasi dengan nilai rata-rata tertinggi 12,76%.
2. Pengawetan bambu tidak mempengaruhi kerapatan bambu laminasi, kisaran nilai rata-rata sebesar $0,82 \text{ g/cm}^3$ - $0,88 \text{ g/cm}^3$.
3. Kuat tekan sejajar serat, kuat tarik sejajar serat, kuat rekat, kuat lentur horisontal, kuat lentur vertikal, modulus elastisitas horisontal dan vertikal bambu laminasi tidak dipengaruhi oleh pengawetan.
4. Retensi bahan pengawet dipengaruhi oleh konsentrasi larutan pengawetan dan tekanan pengawetan.
5. Pengawetan bambu tidak mempengaruhi persentase kehilangan berat bambu laminasi.
6. Pengawetan bambu berpengaruh sangat nyata terhadap persentase mortalitas rayap.
7. Kerapatan, kuat tarik sejajar serat, kuat rekat, kuat lentur horisontal, modulus elastisitas horisontal dan vertikal bambu laminasi perlakuan tidak berbeda dengan bambu laminasi kontrol.
8. Bambu laminasi perlakuan mempunyai persentase kehilangan berat yang lebih rendah daripada bambu laminasi kontrol dan persentase mortalitas rayapnya lebih tinggi.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan mengenai penambahan variasi konsentrasi larutan pengawet hingga 10%, pengawetan bilah bambu siap pakai dalam pembuatan bambu laminasi, dan pengaruh pengawetan bambu laminasi terhadap kekuatan dan keawetannya

DAFTAR PUSTAKA

- Ayrlimis, N., S.Nami, K., T.L. Laufenberg, Jerrold, E.W., and R.H. White. 2005. *Physical and Mechanical Properties and Fire, Decay, and Termite Resistance of Treated Oriented Strandboard*. Forest Product Journal.55(5):74-81. Forest Product Society.
- Blomquist, R.F, A.W.Christiansen, R.H. Gillespie and G.E. Myers. 1983. *Adhesive Bonding of Wood and Other Structural Materials*. The Pennsylvania State University.
- Hunt, G.M dan Garrat, G.A. 1986. *Pengawetan Kayu*. Terjemahan Yusuf. Akademika Presindo, Jakarta.
- Jones, W.A., H.M. Barnes, and R.J.Murphy. 2001. *Ancillary Properties of Vapor Boron-Treated Composites*. Journal Article No.FP-280. Forest and Wildlife Research Center, Mississippi University, Mississippi State, USA.
- Liese, W and Satish, K. 2003. *Bamboo Preservation Compendium*. Indian Bamboo Resource and Technology.
- Nasriadi. 2004. *Pengaruh Susunan Laminasi Bambu terhadap Kuat Geser Balok Laminasi Galar Bambu Petung*. Tesis, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- Nugroho, W.D.H. 2003. *Pengaruh Perendaman Panas dalam Larutan Boraks 5% dan Variasi Pola Sambungan terhadap Perilaku Lentur Balok Galar Bambu Wulung*. Tesis, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Prayitno, T.A. 1995. *Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Menurut ISO*. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- SNI 03-3233-1998. *Pengawetan Kayu untuk Bangunan Rumah dan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

- Sulthoni, A. 1998. *Suatu Kajian tentang Pengawetan Bambu Secara Tradisional untuk Mencegah Serangan Bubuk*. Disertasi Doktor, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- Sutikno. 1986. *Struktur Anatomi Empat Jenis Bambu dan Retensinya terhadap Bahan Pengawet*. Tesis, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Zhou, Y. 2004. *Properties of Borate-Treated Strandboard Bonded with PMDI Resin*. Tesis, Beijing Forestry University, China.