

**KETAHANAN BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus asper* Backer)
YANG DIAWETKAN DENGAN CCB TERHADAP
SERANGAN PENGGEREK DI LAUT
(*The Resistance of CCB treated Bamboo Petung (Dendrocalamus asper Backer)
Against Marine Borers*)**

Mohammad Muslich¹⁾ & Sri Rulliaty¹⁾

¹⁾Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor Jawa Barat
E-mail: mohammad_muslich@yahoo.co.id

Diterima 15 April 2014, Disetujui 23 Juli 2014

ABSTRACT

*Bamboo is a lignocellulosic material that susceptible to insect attack including marine borers. This paper studies the CCB treated bamboo petung (Dendrocalamus asper Backer) against marine borers in open water environment. Fifteen of four meters long bamboo stem were selected and divided into three height positions: base, middle and top. From each position, fifteen specimens of 30 cm length and 5 cm width were prepared as untreated samples and another fifteen samples were treated with 3% CCB using modified Boucherie proses for seven days. Preservative retention and penetration were recorded prior to open sea water exposure for six months. The results shows that all samples were attacked by marine borers in various level. CCB treated samples were classified as mild attack, while untreated samples were heavily attacked by marine borers. Anatomical properties of petung bamboo has a network of vascular bundles consisting of phloem metaxilem and large diameter, so easily preserved. The average of CCB retention of samples taken from the base is 13.62 kg/m³, while the middle and top obtained retention of 11.47 kg/m³ and 9.12 kg/m³ respectively. Modified Boucherie process achieved 100% penetration to all samples observed. Marine borers identified namely *Teredo* sp. and *Martesia striata*.*

Keywords: Bamboo petung, CCB treated, anatomical properties, marine borers

ABSTRAK

Bambu adalah bahan lignoselulosa yang rentan terhadap serangan serangga termasuk penggerek di laut. Penelitian ini dilakukan sebagai informasi dasar pengawetan bambu menggunakan bahan pengawet CCB (*Copper-bichromated boron*) terhadap penggerek di laut. Lima belas batang bambu petung, masing-masing panjangnya 4 m, dibedakan bagian pangkal, tengah dan ujung. Semua batang bambu tersebut diawetkan dengan CCB 3% dengan proses modifikasi *Boucherie* selama 7 hari. Bambu yang sudah diawet, dibuat contoh uji berukuran panjang 30 cm dan lebar 5 cm dengan ulangan sebanyak 15 kali. Sebelum contoh uji dipasang di laut selama 6 bulan, retensi dan penetrasi bahan pengawet dicatat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua contoh uji diserang oleh penggerek di laut dengan berbagai tingkat serangan. Contoh uji yang diawetkan dengan CCB mendapat serangan ringan, sedangkan yang tidak diawetkan mendapat serangan berat oleh penggerek di laut. Sifat anatomi bambu petung mempunyai jaringan ikatan pembuluh yang terdiri dari metaxilem dan phloem dengan diameter yang besar, sehingga mudah diawetkan. Rata-rata retensi bahan pengawet CCB pada contoh uji bagian pangkal adalah 13,62 kg/m³, sedangkan bagian tengah dan atas 11,47 kg/m³ dan 9,12 kg/m³. Semua contoh uji yang diawetkan dengan proses modifikasi *Boucherie* mencapai penetrasi 100%. Hasil identifikasi penggerek yang menyerang contoh uji adalah *Teredo* sp. dan *Martesia striata*.

Kata kunci: Bambu petung, sifat anatomi, perlakuan CCB, penggerek di laut

I. PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu hasil hutan non kayu yang sangat penting bagi pembangunan Indonesia. Bambu telah menjadi bahan baku produk seperti mebel, anyaman, ukiran, perabot rumah tangga, alat musik dan konstruksi. Salah satu jenis bambu yang diperdagangkan untuk bermacam-macam keperluan yaitu bambu petung (*Dendrocalamus asper* Backer). Bambu petung telah digunakan untuk konstruksi bangunan rumah, jembatan dan tiang pancang (Subyakto *et al.*, 2011). Bambu petung merupakan salah satu bambu yang kuat, namun memiliki kelemahan sangat rentan terhadap organisme perusak, maka dalam penggunaannya perlu diawetkan (Martawijaya *et al.*, 2001).

Bambu petung merupakan jenis bambu yang mempunyai rumpun agak sedikit rapat, tinggi buluh dapat mencapai 20 m dengan garis tengah sampai 20 cm. Pada buku-buku sering terdapat akar-akar pendek dan menggerombol, panjang ruas berkisar antara 40-60 cm, dinding buluh cukup tebal 1-1,5 cm (Rulliaty, 2012). Bambu petung sering digunakan di laut untuk tiang pancang, bagang penangkap ikan, sayap perahu nelayan dan sebagainya yang tidak luput dari serangan penggerek di laut. Hal ini merupakan masalah yang harus diperhatikan agar umur pakai bambu tersebut dapat bertambah panjang. Penelitian ketahanan bambu petung terhadap penggerek di laut belum pernah dilakukan, baik ketahanan alami maupun ketahanan yang sudah diawetkan. Muslich dan Hadjib (2008) telah menguji ketahanan kayu sengon, damar, pinus dan karet terhadap penggerek di laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat jenis kayu tersebut setelah 3 bulan di laut sudah hancur, sedangkan yang diawetkan dengan CCB masih bertahan sampai 12 bulan. Muslich dan Rulliaty (2010) juga menguji ketahanan 25 jenis kayu terhadap penggerek di laut, hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar jenis kayu yang dipasang di laut selama 3 bulan sudah mendapat serangan berat, sedangkan kayu yang diawetkan dengan CCB masih bertahan sampai 12 bulan. Agar umur pakai bambu petung yang digunakan di laut dapat tahan lama, maka harus diawetkan. Oleh karena itu, perlu dicoba penelitian ketahanan bambu petung yang diawetkan dan diuji terhadap penggerek di laut.

Proses pengawetan dengan metode modifikasi *Boucherie* merupakan salah satu cara pengawetan sederhana dan cocok untuk bambu petung berukuran panjang dan tidak perlu dibelah. Pengawetan dengan metode tersebut sangat mudah dilakukan oleh masyarakat. Bambu yang akan diawetkan, pada bagian bukannya dilubangi kemudian ditegakkan dan diisi dengan larutan bahan pengawet. Pengawetan dengan cara ini dapat dilakukan di mana saja dan memerlukan alat yang sederhana. Tujuan penelitian ini yang pertama adalah untuk mengetahui ketahanan bambu petung terhadap penggerek di laut, sedangkan yang kedua adalah untuk mengetahui besarnya retensi dan penetrasi bahan pengawet CCB pada bambu tersebut. Retensi adalah banyaknya bahan pengawet kering yang masuk ke dalam kayu dinyatakan dalam satuan kg/m^3 , sedangkan penetrasi adalah dalamnya larutan bahan pengawet yang masuk ke dalam bambu. Diharapkan hasil penelitian ini bermanfaat bagi para pengguna terutama untuk bangunan di laut.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan utama yang dipakai adalah 16 bambu petung (*Dendrocalamus asper* Backer) yang masih segar dan panjangnya 12 m berasal dari Rangka Bitung Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan antara lain CCB, *kbrom azurol S*, *natrium asetat*, *asam asetat glacial*, *alkohol*, *gliserin*, *safranin*, *toluene*, dan *entellan*. Bahan gelas yang diperlukan antara lain *object glass*, *cover glass* dan *jampot*. Alat yang dipakai yaitu oven, mikroskop kamera, mikrotom gelincir, pinset, dial caliper, kaca pembesar, alat timbang dan meteran. Untuk mengukur salinitas dan suhu perairan digunakan *Handheld Salinity, Conductivity and Temperature System*.

B. Lokasi

Pengujian pengawetan dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketechnikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (Pustekolah) Bogor. Uji ketahanan bambu terhadap penggerek di laut dilakukan di perairan Pulau Rambut (Kepulauan Seribu) pada koordinat

6° 00' 51.6" LS dan 106° 40' 36.0" BT, sedangkan identifikasi organisme yang menyerang dan nilai intensitas serangan dilakukan di laboratorium Pustekolah Bogor.

C. Metode Penelitian

Membuat sayatan bambu dengan menggunakan mikrotom meliputi penampang lintang dan longitudinal. Untuk memudahkan penyayatan, bambu dilunakkan dengan merebus sampai jenuh air sehingga mudah disayat dengan pisau *cutter*. Sesudah itu dilakukan dehidrasi dengan campuran alkohol-gliserin, berturut-turut dengan perbandingan 2:1; 1:1; dan 1:2 dengan selang waktu 2-3 hari. Bambu dibiarkan dalam campuran terakhir sampai menjadi mudah disayat melalui mikrotom setebal 18-20 mikron pada arah radial, tangensial dan transversal. Sayatan selanjutnya dicuci dengan air suling dan berturut-turut didehidrasi dan diwarnai dengan safranin menurut metode Sass (1961). Setelah itu sayatan ditutup pelan-pelan dengan *cover glass*, direkat dengan entelan pada gelas obyek dan dibiarkan mengering atau dikeringkan dengan suhu 45°C dalam alat pengering.

Untuk pengujian pengawetan, dipakai bahan pengawet CCB dengan komposisi asam borat 27,5%, natrium dikromat 43,9% dan tembaga sulfat 28,6%, berupa pasta dengan kandungan 96% bahan aktif dibuat larutan dengan konsentrasi 3% (b/v). Enam belas batang bambu yang panjangnya 12 m tersebut, disisakan satu batang untuk kontrol. Masing-masing dipotong menjadi tiga bagian sepanjang 4 m dan dibedakan bagian pangkal, tengah dan ujung. Bambu yang akan diawetkan, ruasnya dilubangi dengan besi panjang 4,25 m berdiameter 1,5 cm dan disisakan ruas yang paling bawah. Masing-masing bambu ditimbang, diukur panjang, tebal dan diameternya. Pengukuran kadar air dinyatakan dalam persen yang merupakan nisbah berat air dan berat bambu yang diperoleh dengan cara mengeringkan contoh uji. Contoh uji bambu berukuran panjang 2 cm dalam oven pada suhu 102°C ± 2°C sampai beratnya konstan.

Pengawetan dilakukan dengan cara menyandarkan bambu yang masih segar secara tegak lurus pada dinding dan bagian ruas yang tidak dilubangi berada di bawah. Melalui lubang

atas bambu, diisi larutan bahan pengawet sampai penuh dan dicatat banyaknya volume larutan bahan pengawet yang dituangkan. Setiap hari larutan pada bambu yang berkurang, ditambah agar bahan pengawet tetap penuh. Setelah tujuh hari pengawetan dihentikan, larutan di dalam bambu dikeluarkan dan kemudian bambu ditimbang.

Parameter yang diamati adalah penetrasi dan retensi. Untuk mengetahui penetrasi bahan pengawet pada bambu, bagian tengah bambu dipotong menjadi dua bagian. Penampang lintang potongan bambu disemprot dengan larutan pereaksi indikator, bagian yang mengandung tembaga berwarna jingga akan berubah mejadi biru. Pereaksi indikator tersebut berupa campuran 0,5 g khrom azurol S, 5 g natrium asetat dan 80 ml air yang diencerkan menjadi 500 ml.

Untuk menghitung retensi bahan pengawet pada bambu, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{Bi - Bo}{V} \times K$$

R = Retensi (kg/m³)

Bo = Berat bambu sebelum diawetkan (kg)

Bi = Berat bambu setelah diawetkan (kg)

V = Volume bambu (m³)

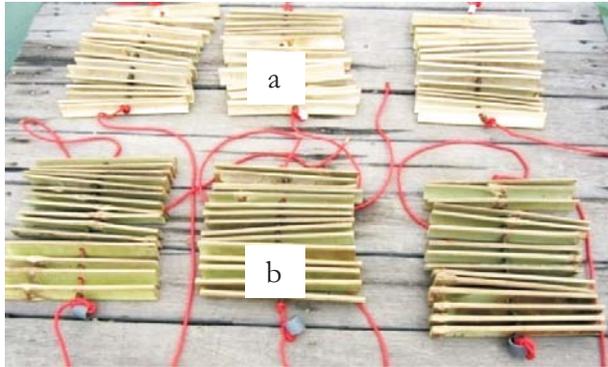
K = Konsentrasi larutan bahan pengawet (%)

Volume bambu dihitung dengan metode pemindahan air yaitu volume keseluruhan bambu dikurangi banyaknya volume larutan yang dituangkan dalam rongga bambu.

D. Pengujian Ketahanan Terhadap Penggerek di Laut

Bambu yang sudah diawet secara acak dibuat contoh uji dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 5 cm dan tebalnya sesuai tebal bambu, kemudian bagian tengahnya dilubangi sebesar 1,5 cm diameternya. Masing-masing contoh uji pada bagian pangkal, tengah dan ujung disediakan 15 contoh uji sebagai ulangan. Demikian pula disediakan contoh uji yang sama yang berasal dari bambu yang tidak diawetkan sebagai control. Pada contoh uji bambu yang dipakai diabaikan bagian bukannya, karena pada bagian pangkal setiap ruas panjangnya kurang dari 30 cm.

Semua contoh uji yang diawet diikat satu sama lain (disusun) dengan tali plastik, sebagai sekat di antara contoh uji digunakan selang plastik (Gambar 1). Demikian juga contoh uji yang tidak diawet juga disusun serupa, dan kedua susunan



Gambar 1. Contoh uji (a) control, (b) diawet dengan CCB

Figure 1. Test sample (a) control, (b) preserved with CCB

tersebut dipasang di perairan Pulau Rambut secara horizontal seperti yang dilakukan Muslich dan Sumarni (1987) pada Gambar 2. Pemasangan contoh uji dilakukan saat air laut dalam keadaan surut dengan kedalaman 1 m.



Gambar 2. Contoh uji dipasang di laut secara horizontal

Figure 2. Test sample mounted horizontally in the sea

Tabel 1. Klasifikasi ketahanan bambu terhadap penggerek kayu di laut
Table 1. Wood resistance class against marine borers

Kelas (Class)	Intensitas serangan (Attack intensity), %	Ketahanan (Resistance)
I	< 7	Sangat tahan (<i>Very resistant</i>)
II	7 – 27	Tahan (<i>Resistant</i>)
III	27,1 – 55	Agak tahan (<i>Moderately resistant</i>)
IV	55,1 – 80	Tidak tahan (<i>Not resistant</i>)
V	>80	Sangat tidak tahan (<i>Perishable</i>)

Sumber (Source) : BSN, 2014

Setelah 6 bulan contoh uji diambil, kemudian dinilai intensitas serangannya menurut standar SNI 7207-2014 (BSN, 2014) pada Tabel 1. Jenis organisme penggerek yang menyerang dapat dikenali dengan melihat bekas lubang gerek, bentuk palet dan struktur cangkuk pada contoh uji sebagaimana yang dilakukan Turner (1971).

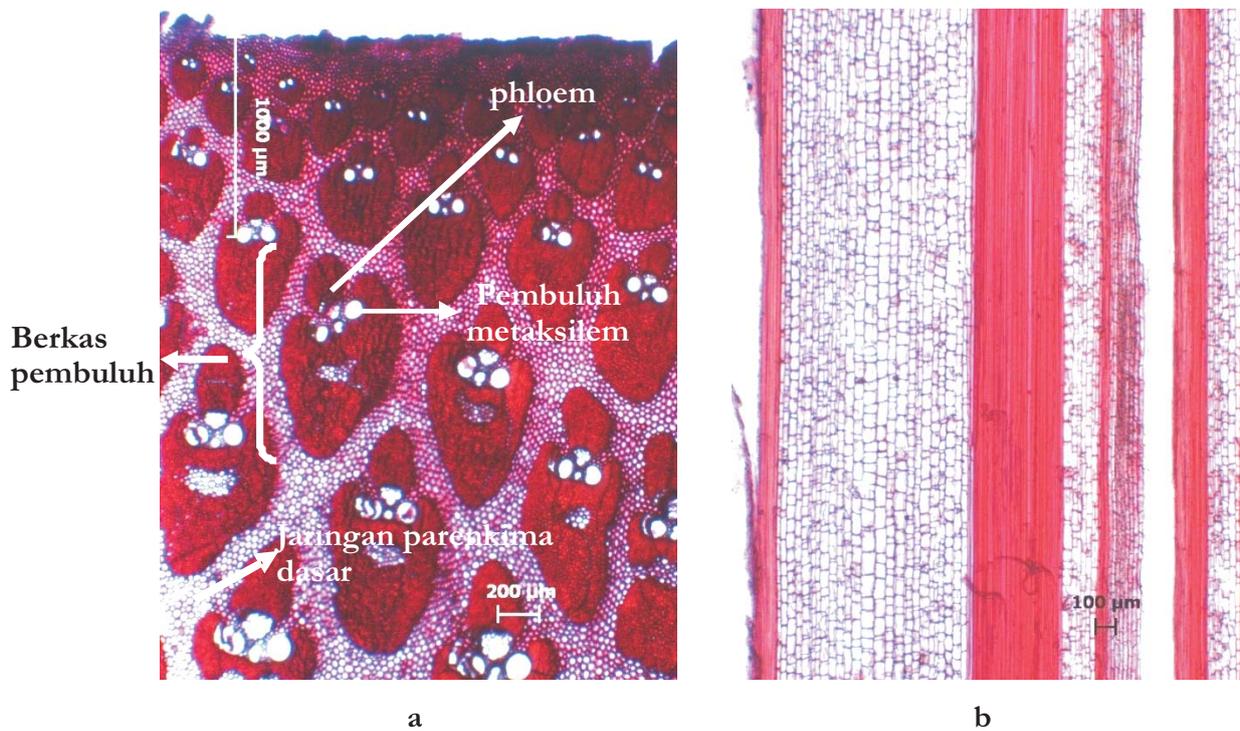
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peran Struktur Anatomi terhadap Proses Pengawetan

Peranan struktur anatomi sangat penting terhadap mekanisme masuknya bahan pengawet ke dalam bambu. Bambu petung mempunyai

struktur anatomi yang sangat sederhana dibandingkan dengan kayu daun jarum maupun kayu daun lebar. Struktur anatomi pada bambu petung merupakan jaringan ikatan pembuluh yang terdiri dari pembuluh metaksilem dan phloem yang dikelilingi oleh berkas serat (40%), dan diantara pembuluh terdapat parenkima (50%). Pada

bambu petung memiliki panjang serat 3,947 mm, diameter serat 33,84 mikron, diameter lumen 29,10 mikron dan tebal dinding serat 2,37 mikron. Rulliaty (2013) menyatakan bahwa pada batang bambu yang mempunyai diameter besar, akan mempunyai diameter pembuluh metaksilem yang besar seperti halnya pada bambu petung tersebut.



Gambar 3. Mikroskopis bambu petung; a. penampang melintang, b. penampang longitudinal
Figure 3. Microscopical petung bamboo; a. transversal section, b. longitudinal section

Pembuluh metaksilem dan phloem adalah struktur yang berupa pipa yang panjangnya tidak menentu, berfungsi untuk mengangkut makanan ketika bambu masih hidup. Pembuluh tersebut merupakan rongga sel yang tersusun vertikal, berhubungan langsung satu sama lain melalui bidang perforasi yang sederhana, sedangkan pembuluh yang berdampingan dihubungkan dengan noktah. Dwijoseputro (1980) menyatakan bahwa metaksilem dan phloem merupakan pipa yang berhubungan satu dengan lainnya dan merupakan pipa kapiler sebagai jalan masuknya larutan bahan pengawet ke dalam bambu.

Pembuluh bambu dikelilingi oleh berkas serat yang berupa sel memanjang dengan ujung yang

tertutup. Berkas serat berfungsi utama sebagai penopang mekanis, sedangkan pada dinding sampingnya terdapat noktah-noktah kecil yang berhubungan satu sama lain. Parenkima bambu berupa berkas sel yang memanjang dan berfungsi untuk menyebarkan zat makanan keseluruhan batang bambu. Hunt dan Garratt (1986) menyatakan bahwa sel parenkima yang terdapat pada kayu permeabel terhadap larutan bahan pengawet, sehingga kemungkinan besar parenkima pada bambu yang lebih sederhana akan mempunyai pengaruh besar terhadap retensi dan penetrasi. Pada proses difusi, penyebaran larutan bahan pengawet ke samping juga dapat melalui noktah dalam pembuluh yang disebarkan ke jaringan parenkima.

Findlay (1985) menyatakan bahwa proses *Boucherie* terbukti sangat efektif untuk mengawetkan bambu yang masih segar dengan bahan pengawet larut dalam air. Larutan bahan pengawet dari atas menuju ke bawah didorong oleh gaya gravitasi. Lama waktu dan besarnya konsentrasi dapat ditentukan untuk mendapatkan retensi dan penetrasi bahan pengawet yang diinginkan. Proses pengawetan *Boucherie* dipengaruhi oleh jenis bambu, kadar air batang dan bahan pengawet yang digunakan. Hasil yang terbaik dapat diperoleh pada musim hujan ketika kadar air pada batang bambu tinggi. Pada kadar air bambu yang rendah akan menyebabkan pengendapan bahan kimia dan dapat menutup pembuluh pada bambu. Bambu yang memiliki kadar air rendah tidak efektif bila diawetkan dengan cara ini.

B. Retensi dan Penetrasi CCB Pada Bambu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa retensi bahan pengawet CCB terbesar dijumpai pada

bagian pangkal bambu sebesar 13,62 kg/m³ dan terkecil pada bagian ujung 9,12 kg/m³, sedangkan penetrasi bahan pengawet dari masing-masing bagian bambu mencapai 100% (Tabel 2). Perbedaan retensi bahan pengawet disebabkan karena adanya perbedaan kadar air pada batang bambu. Batang bambu yang mempunyai kadar air tinggi, retensi dan penetrasi bahan pengawet akan lebih besar dibandingkan batang bambu yang kadar airnya rendah. Bagian pangkal bambu mempunyai kadar air rata-rata 91,2%, lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah (81%) dan ujung (76%) yang ternyata hasil pengawetan juga menunjukkan bahwa retensi bahan pengawet pada bagian pangkal bambu lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah dan ujung (Tabel 2). Selain kadar air yang mempengaruhi proses difusi dalam bambu, pembuluh metaksilum merupakan *liquid pathway* utama pada bambu sehingga ukuran diameter dan frekuensi pembuluh per mm atau per cm mempengaruhi permeabilitas bambu (Rulliaty *et al.*, 2012).

Tabel 2. Rata-rata retensi dan penetrasi bahan pengawet CCB pada bambu petung
Table 2. The average retention and penetration of CCB on petung bamboo

Bagian (Part)	Kadar air (Moisture content), %	Retensi (Retention), Kg/m ³	Penetrasi (Penetration) %
Pangkal (Bottom)	91,20 ± 5,76	13,62 ± 1,34	100
Tengah (Middle)	81,00 ± 1,41	11,47 ± 0,92	100
Ujung (Top)	76,60 ± 4,22	9,12 ± 0,49	100

Keterangan (Remarks): Rata-rata dari 15 ulangan (*An average of 15 replicates*), ± = standar deviasi (*Deviation standard*)

Larutan bahan pengawet CCB yang dimasukkan ke dalam bambu segar dengan kulit bambu yang kedap air selama tujuh hari, menyebabkan komponen bahan pengawet yang larut air akan berdifusi dengan air yang terdapat di dalam bambu didukung oleh tenaga gravitasi. Hunt dan Garratt (1986) mengemukakan bahwa dengan pemberian waktu yang cukup lama dalam proses difusi akan diperoleh peresapan bahan pengawet larut air yang lebih dalam. Bertambah besarnya konsentrasi bahan pengawet, akan bertambah pula besarnya retensi dan penetrasi pada batang bambu. Nilai retensi bahan pengawet akan menjadi lebih besar, bila berat jenis larutan bahan

pengawet bertambah besar. Sebaliknya nilai retensi dan penetrasi akan menurun bila kandungan bahan aktif dalam larutan bahan pengawet sulit terserap.

Kadar air bambu sangat berperan dalam proses difusi, semakin tinggi kadar air dalam bambu akan mempercepat masuknya larutan bahan pengawet. Hunt dan Garrtt (1986) mengatakan bahwa larutan yang lebih pekat akan mudah berdifusi masuk ke dalam larutan yang lebih cair. Keadaan bagian pangkal bambu yang kadar airnya relatif tinggi, akan lebih permeabel dibandingkan dengan bagian tengah maupun ujung yang kadar airnya relatif lebih rendah. Hal inilah yang

menyebabkan retensi bahan pengawet yang dicapai pada bagian pangkal lebih besar dibandingkan pada bagian lainnya. Hasil pengawetan tersebut juga menunjukkan bahwa bambu petung (*Dendrocalamus asper* Backer) termasuk bambu yang mudah diawetkan. Menurut SNI 01-5010-1-1999 (BSN, 2003) mengenai pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung, persyaratan retensi bahan aktif CCB untuk di luar atap minimal $11,6 \text{ kg/m}^3$ dengan ke dalaman penetrasi 5 mm. Standar ini berlaku pula untuk pengawetan bambu yang dilakukan oleh Puslitbang Pemukiman Balitbang PU Kementerian Pekerjaan Umum (Purwito, 2012). Untuk penggunaan di laut, retensi bahan pengawet CCB yang dihasilkan pada penelitian ini masih perlu ditingkatkan dan diadakan pengujian lebih lanjut.

C. Intensitas Serangan dan Kelas Awet

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua contoh uji bambu yang tidak diawetkan (kontrol), setelah 6 bulan dipasang di perairan Pulau Rambut mendapat serangan berat oleh penggerek di laut. Tabel 3 menunjukkan bahwa intensitas serangan contoh uji bambu pada bagian pangkal 80,3%, bagian tengah 80% dan bagian ujung 74,7%. Intensitas serangan yang mencapai di atas 89% termasuk kriteria sangat tidak tahan atau kelas awet V, sedangkan intensitas serangan 55,1-80% termasuk kriteria tidak tahan atau kelas awet IV. Contoh uji bambu yang diawetkan dengan CCB 3%, ternyata tahan terhadap penggerek di laut. Intensitas serangan pada bagian pangkal 6,4%, bagian tengah 6,7% dan bagian ujung 8,2%. Intensitas serangan lebih kecil dari 7% termasuk kriteria sangat tahan atau kelas awet I, sedangkan intensitas serangan 7-27% termasuk kriteria tahan atau kelas awet II. Muslich dan Hadjib (2008) menguji ketahanan kayu jeungjing, damar, pinus dan karet yang diawetkan dengan CCB 3% melalui proses vakum tekan dapat tahan sampai 12 bulan. Selanjutnya Muslich dan Rulliaty (2010) menguji ketahanan 25 jenis dari Jawa Barat yang diawetkan dengan bahan pengawet dan metode yang sama juga dapat tahan sampai 12 bulan. Perbedaan ketahanan terhadap penggerek di laut pada bambu dan kayu di atas, disebabkan adanya perbedaan retensi bahan pengawet. Retensi bahan pengawet CCB yang diberikan pada kayu lebih

tinggi di-bandingkan retensi pada bambu, terutama pada jenis kayu yang mudah diawetkan. Retensi bahan pengawet dengan proses vakum tekan dapat men-capai di atas 25 kg/m^3 , sedangkan pada bambu yang diawetkan dengan modifikasi *Boucherie* retensi tertinggi hanya mencapai $13,62 \text{ kg/m}^3$.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan pengawet CCB cukup efektif untuk mencegah serangan penggerek kayu di laut (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan pendapat Gambretta dan Orlandi (1976) menyatakan bahwa pinus yang diawetkan dengan CCB efektif terhadap serangan organisme perusak di laut. Nilsson dan Butcher (1982) menyatakan bahwa CCB merupakan bahan pengawet larut air yang tidak jauh beda dengan CCA dapat dipakai diberbagai tempat, baik di tanah yang lembab maupun di perairan. Findlay (1985) menambahkan bahwa bahan pengawet CCB setelah masuk ke dalam dinding sel, akan terjadi ikatan atau fiksasi yang kuat dan bersifat permanen, dengan adanya tembaga sulfat maka dinding sel tersebut akan menjadi sangat beracun. Wilkinson (1979) menyatakan bahwa tembaga sulfat merupakan racun bagi invertebrata air, seperti kepiting, udang, dan tiram. Konsentrasi yang lebih tinggi dari bahan kimia yang mengandung tembaga ini dapat menyebabkan beberapa perubahan perilaku, seperti sekresi lendir, debit telur dan embrio.

Sebuah uji coba yang diprakarsai oleh Internasional Research Group tentang Wood Preservation (IRG/WP) menunjukkan bahwa *Pinus sylvestris*, *Alstonia scholaris* dan *Fagus sylvatica* yang sangat rentan terhadap penggerek di laut, setelah diawetkan dengan CCA dan CCB dengan retensi di atas 23 kg/m^3 dapat bertahan sampai 3-4 tahun di Panama Canal (Findlay, 1965). Peneliti lain menyatakan bahwa ikatan bahan pengawet boron ke dalam dinding sel kayu tidak kuat dan tidak permanen karena mudah tercuci oleh air (Esser et al., 1995; Humphrey et al. 2002; Homan & Militz, 1995).

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pada contoh uji yang tidak diawetkan lebih banyak mendapat serangan dari famili Teredinidae. Hal ini dimungkinkan bahwa bambu petung mempunyai kandungan selulosa yang cukup besar yaitu 55,10% yang merupakan makanannya. Turner (1966) mengatakan bahwa famili Teredinidae mempunyai enzim selulase, sehingga bambu yang

mengandung banyak selulosa akan lebih disukai sebagai sumber makanannya. Intensitas serangan pada contoh uji bambu yang tidak diawetkan terjadi pada bagian pangkal, kemudian disusul bagian tengah dan ujung. Kemungkinan bahwa pada bagian pangkal bambu mempunyai kadar

selulosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah maupun ujung. Muslich (1989) mengatakan bahwa pada kayu yang mengandung banyak selulosa akan lebih disukai oleh Teredinidae, sehingga serangannya sampai ke bagian dalam.

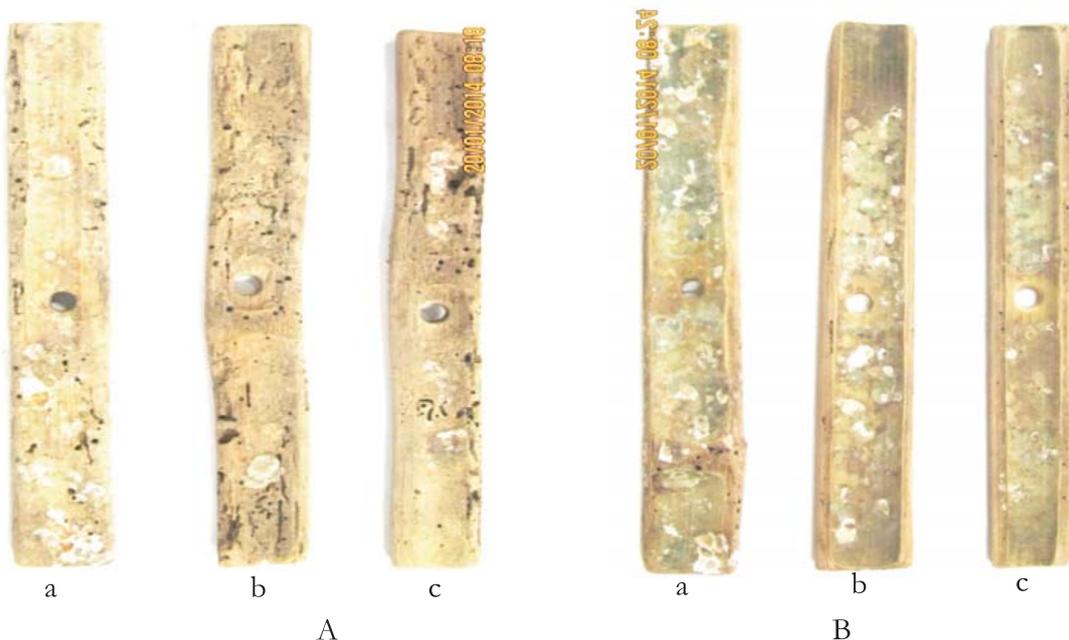
Tabel 3. Rata-rata intensitas serangan penggerek di laut pada bambu yang dipasang setelah 6 bulan

Table 3. The average intensity of marine borers on bamboo after six months exposed

Bagian (Part)	Kontrol (Control)			Diawetkan dengan CCB (CCB treated)		
	Intensitas serangan (Attack intensity), %	Jenis penggerek (Borer species)		Intensitas serangan (Attack intensity) %	Jenis penggerek (Borer species)	
		<i>Martesia striata.</i>	<i>Teredo</i> sp.		<i>Martesia striata</i>	<i>Teredo</i> sp.
Pangkal (Bottom)	80,3 ± 3,53	++	+++	6,4 ± 0,46	+	-
Tengah (Middle)	80,0 ± 4,63	++	+++	67 ± 1,87	+	-
Ujung (Top)	74,7 ± 3,99	+	+++	82 ± 1,21	++	-

Keterangan (Remarks): + = sedikit (*slight*); ++ = sedang (*moderate*); +++ = banyak (*heavy*); ++++ = banyak sekali (*very heavy*); - = tidak ada (*none*).

Rata-rata dari 15 ulangan (An average of 15 replicates) ± = standar deviasi (Deviation standard)



**Gambar 4. Intensitas serangan pada (A) Kontrol (B). Diawet dengan CCB.
a. Bagian pangkal, b. Bagian tengah, c. Bagian ujung
Figure 4. Intensity of the attack on (A). Control (B). Preserved with CCB.
a. bottom; b. middle; c. top**

Sementara contoh uji bambu yang diawetkan hanya mendapat serangan ringan. Serangan pada contoh uji tersebut didominasi oleh famili Pholadidae. Pholadidae menyerang bambu cenderung hanya untuk tempat tinggalnya, bukan sebagai sumber makanannya. Southwell dan Bultman (1971) telah menemukan Pholadidae pada kabel kawat dan batu di lautan Pasifik dan Atlantik. Hal inilah yang menyebabkan Pholadidae masih dapat bertahan menyerang contoh uji yang beracun.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Struktur anatomi bambu petung merupakan jaringan ikatan pembuluh, terdiri dari pembuluh metaksilem dan phloem dikelilingi berkas serat (40%), diantara pembuluh terdapat parenkima (50%). Panjang serat 3,947 mm, diameternya 33,84 mikron, diameter lumen 29,10 mikron dan tebal dinding serat 2,37 mikron.

Kadar air sangat berpengaruh terhadap besarnya retensi dan penetrasi bahan pengawet yang masuk ke dalam bambu. Semakin besar kadar air dalam bambu, akan semakin besar retensi dan penetrasinya. Retensi bahan pengawet CCB terbesar pada bagian pangkal rata-rata 13,62 kg/m³, kemudian disusul bagian tengah 11,47 kg/m³ dan ujung 9,12kg/m³. Penetrasi bahan pengawet terhadap ketiga bagian bambu 100%.

Contoh uji bambu yang tidak diawetkan sangat rentan terhadap penggerek di laut, terutama pada bagian pangkal, disusul bagian tengah dan ujung. Contoh uji bambu yang diawetkan dengan CCB 3% melalui proses modifikasi *Boucherie* dapat bertahan di laut sampai 6 bulan. Bagian pangkal bambu yang diawetkan lebih tahan dari pada bagian tengah maupun ujung. Organisme yang menyerang contoh uji bambu yaitu *Teredo* sp. dan *Martesia striata*.

B. Saran

Untuk mendapatkan retensi dan penetrasi bahan pengawet yang tinggi pada proses modifikasi *Boucherie*, sebaiknya dilakukan pada bambu yang mempunyai kadar air tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2003). Pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung. SNI (Standar Nasional Indonesia SNI.01-5010-1999). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional - BSN.
- .(2014). Uji ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu. Standar Nasional Indonesia (SNI 7207-2014). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Dwijoseputro, D. (1980). Pengantar fisiologi tumbuhan. Jakarta. PT. Gramedia.
- Esser, P., Boonstra, M.J., Suitela, W.L. D., & Pedleburg, A.J.(1995). Leaching results of shower test on L. joints with boric acid, bifluoride and TBTO rods. 1955-IRG/WP 95-50051.
- Findlay, W. P. K. (1985). Preservation of timber in the tropics. Dordrecht, Netherlands. Kluwer Academic Publisher.
- Gambretta, A., & Orlandi, E. (1976). Test on preservation of wood against marine borers. Int. Res. Group Wood Press. Doc. 147.
- Homan, W. J., & Militz, H.,(1995). Influenced surfure coating on the leachability of boric acid and biofluorides from Spruce wood. 1995-IRG/WP 95-50050.
- Humphrey, D.G., Dugan, P. J., Tyndall, E. M., Carr, J. M. & Cookson, L. J. (2002). New boron-based biocides for the protection of wood. 2002. IRG/WP 02-50283.
- Hunt, G.M. & Garratt, A.G.(1986). Wood Preservation. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Martawijaya, A., Barly, & Permadi, P. (2001). Pengawetan kayu untuk barang kerajinan. Pedoman teknis. P3THH Bogor: Badan Litbang Kehutanan.
- Muslich, M., & Sumarni, G.(1987). Pengaruh salinitas terhadap serangan penggerek kayu di laut pada beberapa jenis kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 4(2), 46-49. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan.

- Muslich, M. (1989). Perilaku dan laju serangan penggerek kayu di laut pada kayu tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vr.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 6 (6), 360-363. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Muslich, M., & Hadjib, H. (2008). The possibility of using timber from plantation forest treated with plastic and CCB for marine construction. *Journal of Forestry Research*, (5)1, 65-73. Jakarta. Forestry Research and Development Agency.
- Muslich, M. & Rulliaty, S. (2010). Durability of local specific wood species from Java preserved with CCB against marine borers attack. *Journal of Forestry Research*, (7) 2, 144-154. Jakarta. Forestry Research and Development Agency.
- Nilsson, T., & Butcher, J. (1982). Influence of variable lignin content amongst hardwoods on soft-rot susceptibility and performance of CCA preservatives. *Ins. Ris. Group Wood Doc.* 1151.
- Purwito. (2012). Produk dari bambu dan turunannya. Work Shop Rekonstruksi Topic Bumi Village, Sanggar Kreatif Anak Bangsa, 11 Juli 2012, Ciputat, Tangerang Selatan.
- Rulliaty, S., Hadjib, N., Jasni, Suprapti, S., Muslich, M., Komarayati, S., Pari, G., Bastri, E., Sulastiningsih, I. M. & Abdurahman. (2012). Sifat dasar dan kegunaan bambu. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Rulliaty, S., Muslich, M., Hadjib, N, Pari, G., Bastri, E., & Sulastiningsih, I. M. (2013). Sifat dasar dan kegunaan bambu. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.
- Southwell, C.R. & Bultman, J. D., (1971). Marine borers resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. *Biotropica*, 3(1), 81-107. Naval Research Laboratory. Washington D.C.
- Subyakto, E. Hermiati, N., Masruchin, Ismadi dan Subiyanto, B. (2011). Preparation of micro/nano fiber of betung bamboo (*Dendrocalamus asper*) and development of their biocomposites. Proceedings International Seminar: Strategies and Challenges on Bamboo and Potential Non Timber Forest Products (NTFPs) Management and Utilization. Bogor.
- Turner, R. D. (1966). A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae. Harvard University. Cambridge, Mass.
- .(1971). Identification of marine wood-boring mollusks. Marine borers, fungi and fouling organisms of wood. Paris. Organization for Economics Co-operation and Development.
- Wilkinson, J.G. (1979). Industrial timber preservation. London. Associated Business Press. pp. 73-247.