

PENINGKATAN PEMANFAATAN JATI PLUS PERHUTANI (JPP) UNTUK KAYU LAMINA

(Utilization Improvements on Jati Plus Perhutani (JPP) as Glued Laminated Timber)

Oleh/By :

Mohammad Muslich & Nurwati Hadjib

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor
Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 8633413

Diterima 1 Februari 2010, disetujui 10 Nopember 2010

ABSTRACT

*Jati plus Perhutani (JPP) reveals one of the fast-growing teak (*Tectona grandis*) varieties which have been developed through the tissue culture to enhance supply capability of teak wood from teak plantation. Information about fast growing teak wood (including JPP) is still limited. As the relevance, this attempt tried to experimentally improve the inferiority of JPP wood at 9 years age. Results showed that the JPP in size was categorized as small diameter wood (KBK, A.I), and in durability susceptible to dry-wood termites (*Cryptotermes cynocephalus*) and subterranean termite (*Coptotermes curvignathus*). The JPP after being treated with particular preservatives, improved its durability class remarkably. To impart added value of JPP wood and to utilize it as efficiently as possible the JPP after being treated with borax preservative or untreated was shaped into lamina with and without finger-joint connection, and then assembled to glue laminated beam (glulam) using the mixture of phenol-resorcinol-formaldehyde and urea-formaldehyde adhesive. It turned out that the strength and mechanical properties of the glulam was not affected by the finger-jointed and by borax-treating, except compressive strength parallel to the grain (in the lengthwise direction of glulam) and stiffness (MOE).*

Keywords : Jati plus perhutani (JPP), inferior properties, durability, preservation glulam, finger-joint connection

ABSTRAK

Jati plus perhutani (JPP) adalah jati (*Tectona grandis*) yang dikembangkan dengan menggunakan kultur jaringan. Informasi mengenai kualitas kayu jati cepat tumbuh tersebut belum banyak diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat inferior agar pemanfaatannya optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa JPP umur sembilan tahun termasuk kriteria kayu bulat kecil (KBK, A.1.), rentan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) dan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*). Kayu tersebut setelah diawetkan, kelas awetnya meningkat. Untuk meningkatkan nilai tambah dan manfaatnya, kayu tersebut dibentuk menjadi balok lamina dengan dan tanpa sambungan bentuk jari kemudian dirakit menjadi balok lamina menggunakan perekat campuran fenol-resorsinol-formaldehida dan urea formaldehida. Hasil penelitian menunjukkan adanya sambungan dan pengawetan dengan boraks tidak berpengaruh terhadap modulus elastisitas balok tersebut kecuali pada uji tekan sejajar lamina.

Kata kunci : Jati plus perhutani, sifat inferior, keawetan, pengawetan balok lamina, sambungan bentuk jari

I. PENDAHULUAN

Tanaman jati (*Tectona grandis* L.f.) merupakan salah satu kayu perdagangan yang memiliki kualitas sangat bagus dan bernilai ekonomis tinggi. Kayu teras berwarna coklat muda, coklat kelabu sampai coklat merah tua atau merah coklat. Kayu gubal berwarna putih atau kelabu kekuning-kuningan. Tekstur kayu agak kasar dan tidak merata. Arah serat lurus atau kadang-kadang agak terpadu. Permukaan kayu licin atau agak licin, kadang-kadang seperti berminyak. Lingkaran tumbuh tampak jelas, baik pada bidang transversal maupun radial, seringkali menimbulkan gambar yang indah (Martawijaya *et al.*, 1981).

Jati yang bermutu tinggi dihasilkan dari pohon yang pertumbuhannya lambat dan dikembangkan melalui perkecambahan biji. Kayu jati yang tumbuh lambat seperti di Jawa Tengah dan Jawa Timur misalnya Cepu, Bojonegoro dan lain-lainnya mempunyai sifat dasar yang baik. Keawetan kayu jati yang berasal dari pohon berumur 20, 39 dan 50 tahun termasuk kelas awet IV, III dan II, sehingga kayu jati dengan kelas awet I baru dapat diperoleh pada umur pohon di atas 75 tahun bahkan mungkin di atas 90 tahun (Martawijaya, 1989). Menurut Martawijaya dan Sumarni (1980) dari 13 varietas kayu jati dari Kesamben dan Nglambanan yaitu Malabar, Godavari, Central Provinces, Siam, Burma, Hinh, Kay, Kouai, Kouoc, Pati, Cepu, Gundih dan Knobel semuanya termasuk golongan jati yang resisten terhadap 3 jenis jamur perusak kayu dan semuanya praktis mempunyai kadar zat ekstraktif yang hampir sama pula satu terhadap lainnya.

Untuk memenuhi permintaan pasar diperlukan upaya antara lain dengan perbanyakannya melalui proses pemuliaan pohon dengan kultur jaringan, kebun benih klonal dan stek pucuk. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perum Perhutani telah menghasilkan jati plus perhutani (JPP) sebagai varietas jati unggul yang cepat tumbuh. JPP juga diharapkan mempunyai keunggulan tahan terhadap serangan organisme perusak, memiliki batang yang tinggi dengan tingkat kelurusan yang lebih baik, dan dapat dipanen pada umur 15-20 tahun. Sementara pada jati cepat tumbuh tersebut diduga mempunyai perbedaan yang cenderung lebih jelek dari jati yang tumbuh lambat.

Brazier (1986) berpendapat bahwa kayu yang berasal dari hutan tanaman diduga akan berbeda dengan kayu yang berasal dari hutan alam. Hal ini disebabkan selain pertumbuhannya yang lebih cepat, juga karena pada hutan tanaman biasanya ditebang dalam umur tegakan yang lebih muda sekitar umur 20 - 40 tahun. Oleh karena itu kayu dari hutan tanaman umumnya lebih ringan, teksturnya lebih kasar, lebih banyak terdapat mata kayu, seratnya tidak teratur serta mengandung lebih banyak kayu remaja (*juvenile wood*). Senft *et al.* (1986) menyatakan bahwa kayu dari hutan tanaman yang tumbuh cepat dan berdaur pendek mengandung lebih banyak kayu remaja. Kayu remaja menurut Senft memiliki sifat lingkaran tumbuhnya relatif lebar, terutama pada tahun-tahun awal, kerapatan sel rendah dan mengandung lignin dengan kadar lebih tinggi, penyusutan longitudinal lebih besar dan lebih banyak arah serat spiral serta kekuatannya lebih rendah. Hal tersebut diakibatkan oleh pertumbuhan jaringan (sel) pohon yang cepat pada tahap awal sehingga menyebabkan lapisan S2 pada dinding sel kayu relatif lebih tipis dimana selulosa banyak terkonsentrasi. Sementara lignin lebih banyak terkonsentrasi pada lamena tengah dan sudut mikrofibril terhadap sumber sel yang lebih besar. Lebih lanjut makin cepat pertumbuhan pohon pada periode awal, makin banyak juga volume kayu remaja, lebih-lebih bila ditebang pada umur muda (Kininmonth, 1986). Pada pohon muda, kayu terasnya sangat sedikit dan proses fisiologis dalam mensintesa

bahan ekstraktif belum terlalu intensif yang mana kadar zat ekstraktifnya rendah sehingga keawetannyapun akan rendah pula (Harris, 1986). Hasil penelitian Sumarni dan Muslich (2008) menunjukkan bahwa jati umur 5 dan 7 tahun baik jati lokal maupun jati cepat tumbuh sangat rentan terhadap serangan rayap tanah, rayap kayu kering dan bubuk kayu kering.

Sebagaimana diketahui bahwa bahan baku untuk industri perkayuan pada saat ini sebagian besar berasal dari hutan alam, terutama jenis kayu dari famili Dipterocarpaceae. Dengan dikembangkannya hutan tanaman industri (HTI) termasuk jenis jati, maka dalam waktu dekat akan diperoleh bahan baku yang berasal dari hutan tanaman dalam jumlah cukup banyak. Sementara sifat dasar jati cepat tumbuh termasuk JPP belum banyak diketahui.

Tulisan ini membahas mengenai pengawetan dan peningkatan pemanfaatan jati plus perhutani (JPP) untuk kayu lamina. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai informasi guna pemanfaatannya secara optimal..

II. METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Contoh

Kayu yang digunakan yaitu jati plus perhutani (JPP) berumur sembilan tahun diambil dari tiga lokasi yang berbeda yaitu di BKPH Pasarsore, BKPH Ledok dan BKPH Cabak Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Dari masing-masing lokasi diambil lima secara acak. Penelitian dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor.

B. Bahan dan Peralatan

Bahan pengawet yang dipakai yaitu copper-chrome-boron (CCB), boraks, fipronil 25 g/l, imidaklorit 200 g/l, klorpirifor 385,5 g/l, perekat (resolsinol-fenol-formaldehide dan urea formaldehide) dan pengeras (hardener). Bahan pembantu antara lain air destilasi, kantong plastik, ampelas, penangas air dan parafin. Bahan gelas antara lain gelas piala, gelas ukur, pengaduk, desikator. Peralatan yang digunakan yaitu gergaji belah/potong, klem, torsimeter, bilah gergaji, alat pengempa dingin, alat ukur kekakuan papan (panter), timbangan, deflektometer, oven, caliper, dan Universal Testing Machine (UTM).

C. Cara Kerja

1. Pengumpulan data di lapangan

Sebelum dibuat contoh uji, terlebih dahulu diukur tinggi pohon, batang bebas cabang, diameter batang dan diameter teras. Ada tiga kriteria sortimen kayu bundar yaitu kayu bundar dengan diameter 30 cm atau lebih (KBB/A.III), kayu bundar dengan diameter 21 cm sampai dengan kurang dari 30 cm (KBS/A.II) dan kayu bundar dengan ukuran diameter kurang dari 21 cm (KBK/A.I) (Anonim, 2001).

Peningkatan keawetan kayu terhadap organisme perusak dilakukan dengan cara pelaburan, rendaman dan vakum tekan. Bahan pengawet yang dipakai adalah fipronil 25 g/l, imidaklorit 200 g/l, klorpirifor 385,5 g/l, CCB dan boraks. Untuk fipronil, imidaklorit dan klorpirifor dipakai cara pelaburan. Ketiga bahan pengawet tersebut diencerkan dengan air,

masing-masing dengan konsentrasi 5% (fipronil 25 g/l), 2% (imidaklorit 200 g/l) dan 2% (klorpirifor 385,5 g/l). CCB dengan konsentrasi 3% digunakan cara rendaman dan boraks dengan konsentrasi 3% untuk vakum tekan. Penetapan retensi bahan pengawet dihitung berdasarkan selisih berat contoh uji sebelum dan sesudah diawetkan (Barly dan Abdurrochim, 1996).

Untuk keperluan pengujian terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.), dibuat contoh uji berukuran 5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm, sedangkan untuk rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgreen.) berukuran 2,0 cm x 0,5 cm x 0,5 cm. Contoh uji diambil dari bagian batas teras dan gubal dipilih secara acak, masing-masing disediakan sebanyak 10 buah sebagai ulangan.

a. Daya tahan terhadap rayap kayu kering

Contoh uji yang berukuran 5,0 cm x 2,5 cm x 2,0 cm, masing-masing pada salah satu sisi terlebar dipasang tabung gelas berdiameter 1,8 cm dengan ukuran tinggi 3,5 cm. Ke dalam tabung gelas tersebut dimasukkan 50 ekor pekerja rayap kayu kering yang sehat dan aktif. Kemudian contoh uji yang sudah berisi rayap disimpan di tempat yang gelap selama 12 minggu. Pada akhir pengujian ditetapkan persentase rayap yang hidup, persentase pengurangan berat dan derajat serangan pada masing-masing contoh uji. Derajat serangan ditetapkan berdasarkan Martawijaya dan Sumarni (1978) sebagai berikut:

- 100 = utuh (tidak diserang)
- 90 = sedikit
- 70 = sedang
- 40 = hebat
- 0 = hebat sekali

dengan catatan bahwa bekas gigitan tipis pada permukaan kayu (*surface nibbles*) tidak dianggap sebagai serangan nyata. Guna menentukan klasifikasi kelas awet mengacu pada klasifikasi yang disusun oleh Sumarni *et al.* (2003).

b. Daya tahan terhadap rayap tanah

Contoh uji yang berukuran 2,0 cm x 0,5 cm x 0,5 cm, masing-masing dimasukkan ke dalam jampot secara berdiri dengan disandarkan sedemikian rupa sehingga salah satu bidang terlebar dari contoh uji tersebut menyentuh dinding jampot. Ke dalam jampot tersebut dimasukkan pasir lembab sebanyak 200 gram yang mempunyai kadar air 7% di bawah kapasitas menahan air (*water-holding capacity*). Selanjutnya ke dalam setiap jampot dimasukkan 200 ekor rayap yang sehat dan aktif terdiri dari 90% pekerja, kemudian jampot yang sudah berisi itu disimpan di tempat gelap selama 4 minggu. Setiap minggu aktivitas rayap di dalam jampot diamati dan dicatat serta masing-masing jampot ditimbang. Jika kadar air pasir turun 2% atau lebih, maka ke dalam jampot tersebut ditambahkan air secukupnya sehingga kadar air kembali seperti semula. Pada akhir pengujian ditetapkan persentase rayap yang hidup, persentase pengurangan berat dan derajat serangan pada masing-masing contoh uji. Derajat serangan ditetapkan berdasarkan Martawijaya dan Sumarni (1978) sebagai berikut:

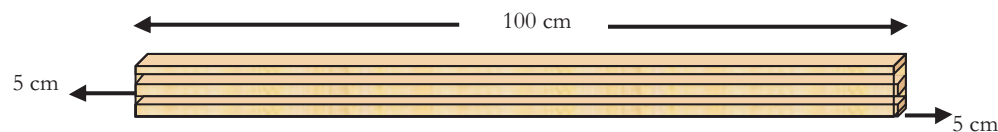
- 100 = utuh (tidak diserang)
- 90 = sedikit
- 70 = sedang
- 40 = hebat
- 0 = hebat sekali

Dengan catatan bahwa bekas gigitan tipis pada permukaan kayu (*surface nibbles*) tidak dianggap sebagai serangan nyata. Guna menentukan klasifikasi kelas awet mengacu pada klasifikasi yang disusun oleh Sumarni dan Roliadi (2002).

c. Pembuatan balok lamina (*glulam*)

Kayu JPP umur 9 tahun dibuat papan lamina setebal 1 cm dan dikeringkan sampai kadar air kayu mencapai 12,14%. Kemudian dilakukan pengawetan terlebih dahulu dengan menggunakan vakum tekan, bahan pengawet yang dipakai yaitu boraks dengan konsentrasi 3%. Vakum yang diberikan 50 cm Hg selama 30 menit dengan tekanan 10 atmosfer selama 60 menit.

Balok lamina yang dibuat merupakan sortimen kayu berukuran lebar 5 cm, tinggi 5 cm dan panjang 100 cm, masing-masing sortimen terdiri dari 5 lapis (Gambar 1). Penyusunan lapisan disesuaikan dengan kelas kekuatan kayu pelapis (lamina) yang ditunjukkan oleh nilai modulus elastisitasnya (MOE). Pelapis dengan nilai MOE terendah diletakkan di bagian tengah, sedangkan kayu pelapis dengan MOE tinggi diletakkan pada bagian luar, sehingga akan diperoleh balok lamina dengan sebaran nilai MOE pelapis yang sesuai dengan sebaran tegangan di dalam suatu panel. Penentuan dan pemilahan MOE terhadap lamina jati tersebut dilakukan dengan cara tak merusak (*non-destructive test*) menggunakan mesin pemilah kayu (Panter). Secara skematis balok lamina yang dibuat seperti pada Gambar 1. Pada perekatan balok tersebut digunakan campuran phenol resorsinol formaldehida (PRF) dan urea formaldehida (UF). Selanjutnya perekat tersebut dicampur dengan *hardener* dengan rasio perbandingan resin (PRF + UF) : *hardener* sebesar 5 : 1. Perakitan balok lamina dilakukan dengan kempa dingin (suhu kamar) selama 24 jam. Setelah pengempaan dilakukan pengkondisian selama 7 hari, kemudian dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis. Di samping itu pada balok lamina, terdapat lamina yang sambungan berbentuk jari (*finger joint*). Penyambungan tersebut bertujuan untuk memanfaatkan potongan kayu berukuran pendek agar bisa digunakan. Pengujian pengaruh sambungan bentuk jari tersebut terhadap sifat fisik/kekuatan produk balok lamina dilakukan terhadap balok lamina dengan atau tanpa sambungan baik yang diawet menggunakan bahan pengawet boraks maupun blangko. Pemeriksaan hasil pengamatan berupa retensi dan penetrasinya dilakukan dengan menggunakan metode Smith dan Tamblyn (1970).



Gambar 1. Balok lamina kayu JPP
Figure 1. Glulam of JPP wood

Keterangan (*Remarks*): JPP = Jati plus Perhutani (*Teak plus Perhutani*)
Perhutani = Perusahaan Kehutanan Negara (*State Owned Forestry Enterprise*)

Pengawetan terhadap sifat kekuatan dan delaminasi balok tersebut perlu diuji baik balok lamina tanpa sambungan atau dengan sambungan serta yang diawetkan atau tidak diawetkan. Pengujian dilakukan dalam 2 cara yaitu *non destructive test* dengan menggunakan mesin Panter, dan cara dengan menggunakan UTM. Pengujian dengan mesin Panter dilakukan pada posisi tidur (*flat-wise*) dan posisi berdiri (*edge-wise*). Pada pengujian dengan Panter data yang diamati adalah *Modulus of Rupture* (MOE), sedangkan pengujian dengan UTM menghasilkan MOE dan modulus patah (MOR). Secara keseluruhan, data yang diamati adalah kerapatan, kadar air, keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan rekat, MOE, MOR dan delaminasi menggunakan prosedur standar (Anonim, 1983) dan ASTM (Anonim, 1995).

D. Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Data sifat pengujian balok lamina ditelaah dengan rancangan percobaan acak lengkap berpola faktorial (Steel and Torrie, 1989). Sebagai faktor adalah sambungan (S) dan pengawetan pada papan balok lamina (P). Tiap taraf kombinasi faktor S dan P dilakukan ulangan sebanyak 5 kali. Hasil pengujian dibandingkan dengan standar dan klasifikasi yang berlaku.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN










A. Sortimen Kayu Bulat

Hasil pengukuran tinggi pohon, panjang batang bebas cabang, diameter pohon dan diameter teras disajikan pada Lampiran 1. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan pohon di BKPH Cabak lebih baik dibandingkan dengan dua lokasi lainnya. Rata-rata tinggi pohon 1.508 cm, panjang batang bebas cabang 638 cm, diameter batang 17,4 cm, dan diameter teras 11,3 cm. Hal ini disebabkan oleh keadaan tanah di Desa Cabak lebih subur (bonita 4) dibandingkan dengan kedua lokasi lainnya (bonita 3,5). Kesuburan tanah sangat berpengaruh terhadap aktifitas fisiologi pohon dan salah satu hasil tersebut adalah pertumbuhan pohon, namun demikian perbedaan pohon pada BKPH Cabak tidak jauh berbeda.

Secara umum dari semua pohon yang diamati kayu teras telah terbentuk dengan diameter rata-rata 10,8 cm. Teras kayu dicirikan oleh warna coklat tua berbeda dengan gubal yang berwarna lebih muda (Gambar 2). Kayu teras merupakan penumpukan sel-sel yang telah mati dan secara fisiologis selnya sudah tidak berfungsi. Kayu teras berwarna coklat tua karena kandungan zat ekstraktif lebih tinggi dibandingkan dengan kayu gubalnya. Zat ekstraktif mempunyai fungsi penting dalam menjaga keawetan alami kayu, agar tidak mudah diserang organisme perusak kayu. Kayu jati memiliki zat ekstraktif tektokinon yang dapat meningkatkan keawetan terhadap serangan serangga perusak kayu. Dalam hal ini, kayu teras lebih tahan terhadap serangan organisme perusak kayu dari pada kayu gubalnya (Butterfield, 1993).

Kayu teras terbentuk setelah beberapa tahun pertumbuhan pohon, berkembang secara perlahan dari arah pusat ke arah luar (kulit) dan dari pangkal sampai ke ujung batang sejalan dengan bertambahnya umur pohon. Pembentukan kayu teras dalam batang pohon diduga

disebabkan penumpukan zat *polyphenol* dan pengurangan kadar air dalam sel-selnya (Butterfield, 1993). Rata-rata diameter batang yang diteliti tanpa kulit, yaitu 13,6 cm masuk dalam sortimen kayu bulat kecil (KBK/A.I.), menurut Standar Nasional Indonesia tentang pengukuran dan tabel isi kayu bundar jati (Anonim, 2001).

No.	Asal jati (<i>Teak original</i>)	Pangkal (<i>Bottom</i>)	Tengah (<i>Middle</i>)	Ujung (<i>Top</i>)
1.	BKPH : Pasar sore Desa : Sambongrejo Kec. : Sambongrejo Kab. : Bora			
2.	BKPH : Ledok Desa : Kejaten Kec. : Sambongrejo Kab. : Bora			
3.	BKPH : Cabak Desa : Cabak Kec. : Jiken Kab. : Bora			

Gambar 2. Lempengan kayu JPP pada umur 9 tahun dari tiga (3) lokasi
Figure 2. JPP wood disc of 9 years age from three (3) locations

Keterangan (Remarks): JPP = Jati plus Perhutani (*Teak plus Perhutani*); Perhutani = Perhutani = Perusahaan Kehutanan Negara (*State Owned Forestry Enterprise*); BKPH = Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (*Sub District of Forest Authority*); Desa (*Village*); Kec.= Kecamatan (*Sub District*); Kab.= Kabupaten (*District*)

B. Sifat Keawetan

Hasil pengujian sifat keawetan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) dan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*) disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1. kayu yang diuji menunjukkan sifat rentan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) kelas awet III-IV dan terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*) kelas awet III-V. Pada bagian gubal kayu termasuk kelas awet V terhadap kedua organisme perusak tersebut. Sedangkan pada bagian terasnya termasuk kelas awet IV terhadap rayap kayu kering dan kelas III terhadap rayap tanah. Kayu JPP umur 9 tahun tidak awet bila digunakan di bawah atap baik yang tidak berhubungan maupun yang berhubungan dengan tanah. Oleh karena itu, dalam penggunaannya harus diawetkan agar umur pakai kayu dapat bertambah panjang.

Hasil pengujian kayu yang diawetkan dengan CCB 3%, boraks 3%, fipronil 25 g/l dengan konsentrasi 5%, imidakloprit 200 g/l konsentrasi 2%, dan klorpirifor 385,5 g/l

konsentrasi 2% terhadap rayap kayu kering dan rayap tanah, masing-masing kelas awetnya meningkat menjadi kelas I. Dengan demikian, konsentrasi tersebut semua bahan pengawet yang dipakai pada penelitian ini, efektif untuk mencegah serangan rayap kayu kering dan rayap tanah.

Tabel 1. Kelas awet kayu JPP umur 9 tahun terhadap serangan rayap tanah dan rayap kayu kering

Table 1. Durability class of JPP wood at 9 years old against the attack by dry wood termite and subterranean termite

No.	Jenis jati/Bagian (<i>Teak species/Part</i>)	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Serangga yang hidup (<i>Survival of insect</i>) (%)	Derajat proteksi (<i>Degree of insect attack</i>)	Kelas awet (<i>Durability class</i>)	
					R.K.K.	RT
1.	JPP bagian gubal	Kontrol	16,4	40	V	V
2.	JPP bagian gubal	Boraks 3%	100	96	I	I
3.	JPP bagian gubal	CCB 3%	100	92	I	I
4.	JPP bagian gubal	Fipronil 25 g/l	100	92	I	I
5.	JPP bagian gubal	Imida kloprit 200 g/l	100	92	I	I
6.	JPP bagian gubal	Klorpirifos 385,5 g/l	100	94	I	I
7.	JPP bagian teras	Kontrol	41,6	70	IV	III
8.	JPP bagian teras	Boraks 3%	100	92	I	I
9.	JPP bagian teras	CCB 3%	100	90	I	I
10.	JPP bagian teras	Fipronil 25 g/l	100	90	I	I
11.	JPP bagian teras	Imida kloprit 200 g/l	100	90	I	I
12.	JPP bagian teras	Klorpirifor 385,5 g/l	100	92	I	I

Keterangan (*Remarks*): R.K.K. = Rayap kayu kering (*Dry wood termite*)

R.T. = Rayap tanah (*Subterranean termite*)

JPP = Jati plus Perhutani

C. Sifat Fisis dan Mekanis Balok Lamina

Balok lamina yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3. Retensi bahan pengawet boraks yang diperoleh pada lamina kayu JPP sebelum dibuat balok lamina rata-rata 8,2 kg/m³, sedangkan penetrasinya 91%. Hasil lengkapnya ditampilkan pada Tabel 2. Nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis balok lamina yang disambung (*finger joint*) dan tidak disambung serta yang tidak diawetkan dan diawetkan disajikan pada Tabel 3.



Gambar 3. Profil balok lamina dirakit dari lamina JPP dengan sambungan berbentuk jari (a) dan tanpa sambungan (b)

Figure 3. Profile of glue-laminated beam assembled of JPP lamina with finger joint (a) and without finger joint connection (b)

Hasil analisa keragaman sifat fisis dan mekanis balok lamina JPP umur 9 tahun ditampilkan pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kadar air pada balok lamina yang diawetkan baik yang disambung dan yang tidak disambung bertambah menjadi besar. Hal ini diduga ada kaitannya dengan larutan boraks yang masuk ke dalam struktur lamina JPP pada saat perakitannya menjadi balok lamina. Kerapatan balok lamina yang disambung dengan yang tidak disambung tidak berbeda nyata, berarti dengan adanya sambungan tidak merubah kerapatan balok lamina. Sedangkan balok lamina yang diawet mempunyai kerapatan menjadi lebih besar. Meningkatnya kerapatan tersebut diduga berkaitan dengan masuknya larutan bahan pengawet boraks ke dalam struktur lamina JPP. Diharapkan hal ini membawa pengaruh positif karena kerapatan berhubungan erat dengan sifat kekuatan balok lamina.

Modulus elastisitas (MOE) pada balok lamina yang disambung juga menjadi lebih besar dari pada yang tidak disambung, berarti balok lamina berpengaruh positif terhadap sifat kekuatan (khususnya MOE). Hal ini bisa terjadi disebabkan karena perekatnya cukup baik. Gaya adesi lamina-perekat-lamina dan gaya kohesi dalam perekat sendiri pada lamina JPP (melalui sambungan berbentuk jari) menghasilkan suatu mekanisme perekatan (MOE) yang lebih baik dari pada gaya kohesi dalam lamina JPP (tanpa sambungan). Sedangkan modulus elastisitas balok lamina yang diawetkan dengan yang tidak diawetkan tidak berbeda nyata, berarti dengan perlakuan pengawetan tidak berpengaruh terhadap perekatan.

Modulus patah (MOR) balok lamina yang tidak disambung tidak berbeda nyata dengan balok lamina yang disambung, berarti dengan adanya sambungan ternyata tidak berpengaruh terhadap modulus patah atau tetap baik. Hal yang sama berlaku bagi balok lamina yang diawet dengan yang tidak diawet. Untuk keteguhan geser rekat pada balok lamina juga menunjukkan bahwa yang disambung dan tidak disambung, serta yang diawet dengan tidak diawet tidak ada beda nyata. Berarti perlakuan sambungan dan perlakuan pengawetan tidak berpengaruh terhadap keteguhan geser rekat.

Tabel 2. Retensi dan penetrasi bahan pengawet boraks dalam balok lamina JPP
Table 2. Retention and penetration of borax preservative into sample test of JPP
gluelaminated beam

Asal lokasi (<i>origin location</i>)	No.	P	L	T	BO	BA	Retensi (<i>Retention</i>)	Penetrasi (<i>Penetration</i>)
		(cm)	(cm)	(cm)	(gram)	(gram)	(kg/m ³)	(%)
BKPH: Pasar sore Desa : Sambongrejo Kec. : Sambongrejo Kab. : Blora	1	112.3	5.6	1.3	484.70	815.4	13.5	98
	2	112.5	5.5	1.3	421.96	559.9	5.1	91
	3	112.4	5.5	1.2	370.56	583.8	8.6	90
	4	111.2	5.6	1.3	449.66	614.2	6.1	89
	5	115.6	5.5	1.2	475.68	615.4	6.5	90
							7.8	91
BKPH: Ledok Desa : Kejalen Kec. : Sambongrejo Kab. : Blora	6	74.3	5.5	1.4	353.18	487.65	7.1	91
	7	75.5	5.5	1.4	317.82	534.59	11.2	98
	8	73.7	5.3	1.3	308.39	558.41	14.8	100
	9	75.6	5.4	1.4	314.96	464.52	7.9	92
	10	75.5	5.4	1.3	330.58	506.06	9.9	95
							10.2	95
BKPH: Cabak Desa : Cabak Kec. : Jiken Kab. : Blora	11	45.2	5.4	1.4	176.79	280.75	9.1	93
	12	42.7	5.5	1.5	206.29	253.57	4.0	85
	13	43.7	5.5	1.4	209.72	289.68	7.1	89
	14	42.6	5.6	1.3	186.00	284.53	9.5	94
	15	43.8	5.6	1.4	185.79	233.24	4.1	85
							6.8	89
Rata-rata (Average)							8.2	91

Keterangan (*Remarks*): P = Panjang (*Length*); L = Lebar (*Width*); T = Tebal (*Thickness*); BO = Berat awal (*Initial weight*); BA = Berat akhir (*Final weight*); BKPH = Badan Kesatuan Pemangkuan Hutan (*Subs District of Forestry Authority*); Desa (*Village*); Kec.= Kecamatan (*SubDistrict*); Kab.= Kabupaten (*District*)

Untuk keteguhan tekan sejajar arah serat pada balok lamina yang tidak disambung ternyata nilainya lebih besar dari balok lamina yang disambung, sedangkan yang tidak diawet juga lebih besar dari pada yang diawet. Hal ini merupakan salah satu kelemahan dari balok lamina yang diuji, kemungkinan berasal dari sambungan yang meruncing (*finger joint*) dengan arah serat pada lamina sehingga mungkin terjadi *slippage* pada saat diberi tekanan. Sementara pada lamina yang diawetkan dengan boraks yang bersifat higroskopis akan mengabsorbpsi sebagian media air yang terdapat pada bahan perekat tersebut. Adanya *slippage* dan absorpsi air dapat menurunkan keteguhan tekan sejajar arah serat pada balok lamina tersebut terhadap tekanan sejajar arah serat.

Tabel 3. Sifat fisis dan mekanis balok lamina dirakit dari JPP umur 9 tahun.
Table 3. Physical and mechanical properties of glulam assembled from 9-year old JPP lamina

Perlakuan (<i>Treatment</i>)	MPL	MOE	MOR	Ket. Tekan //	Geser Rekat	Kadar air (MC)	Kerapatan (<i>Density</i>)
	kg/cm ²						
Tidak diawetkan (<i>Untreated</i>)				(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	g/cm ³
Tanpa sambungan (<i>Un-joined</i>)	165.076	87,906.14	294.118	804.128	12.366	8.037	0.581
Dengan sambungan (<i>Joined</i>)	172.337	116,228.75	243.616	643.704	19.237	7.929	0.582
Diawetkan (<i>Treated</i>)							
Tanpa sambungan (<i>Un-joined</i>)	184.098	87,674.11	294.118	660.502	13.531	9.449	0.610
Dengan sambungan (<i>Joined</i>)	164.808	117,959.47	243.616	579.238	14.289	11.073	0.608

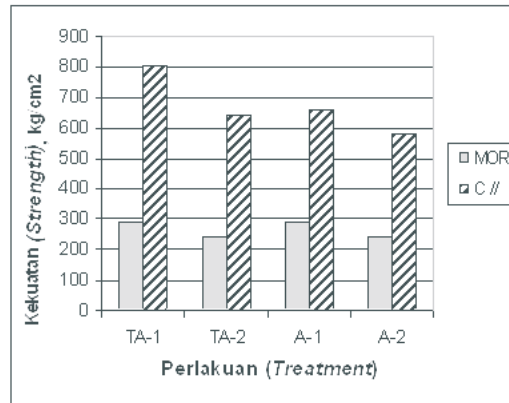
Keterangan (*Remarks*): MPL = Modulus pada batas proporsi (*Modulus at proportional limit*); MOR = Keteguhan patah (*Modulus of rupture*); MOE = Keteguhan lentur/modulus elastisitas (*Modulus of elasticity*); Ket. tekan // = Keteguhan tekan sejajar arah serat (*Compression strength parallel to the grain*); Geser rekat (*Shear strength*); Kadar air = MC (*Moisture content*)

Tabel 4. Analisis keragaman perlakuan terhadap sifat fisik dan mekanik balok lamina dirakit dari dari JPP lamina
Table 4. Analysis of variance on physical and mechanical properties of The JPP glulam

Sumber keragaman (<i>Source of variation</i>)	Db (<i>Df</i>)	Kadar air (<i>Moisture content</i>)		Kerapatan (<i>Density</i>)		MPL		MOE		MOR		Ket. Tekan //		Geser // Rekat	
		JK (SS)	F	JK (SS)	F	JK (SS)	F	JK (SS)	F	JK (SS)	F	JK (SS)	F	JK (SS)	F
		Sambungan (<i>Joined</i>), S	1	2,8697	8.56	0,0000003	0,00	1891,5	0,03	1723525828	26,75*	5677	0,99	73016	12,27*
Diawetkan (<i>Treated</i>), T	1	25,9517	77.44	0,0036807	16,68*	8394,3	0,02	4754	0,02	24802	0,00	54127	9,09*	62,14	0,22
Interaksi (<i>Interaction</i>) S x T	1	3,7483	11,18*	0,0000083	0,04	3567,5	0,13	483743982	0,03	1413	0,00	7833	1,32	99,40	0,57
Galat (<i>Error</i>)	16	5,3620		0,0035317		66273,8		2773720360		123543		95237		8106,32	
Jumlah (<i>Total</i>)	19	37,9317		0,0072209		80127,1		4980994923		155434		230213		8789,07	

Keterangan (*Remarks*): *) Berbeda nyata pada taraf 5% (*Significantly different at 5% level*); MPL = Modulus pada batas proporsi (*Modulus at proportional limit*); MOR = Keteguhan patah (*Modulus of rupture*); MOE = Modulus elastisitas (*Modulus of elasticity*); Ket.tekan // = Keteguhan tekan sejajar arah serat (*Compression strength parallel to the grain*); Geser rekat = Geser sejajar bidang rekat (*Shear strength*)

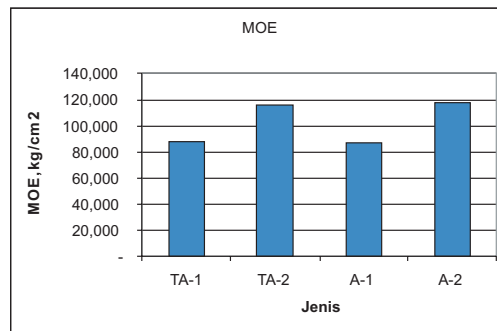
Pengaruh sambungan (*finger joint*) dan pengawetan terhadap sifat mekanis/kekuatan kayu balok lamina JPP dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan grafik pengaruh pengawetan dan sambungan terhadap kekakuan balok lamina tersebut pada Gambar 5.



Keterangan (Remarks): TA = Tidak diawet (*Untreated*); A = Diawet (*Treated*)
 1 = Tanpa sambungan (*Un-jointed*); 2 = Sambungan (*Jointed*)

Gambar 4. Histogram pengaruh perlakuan sambungan dan pengawetan terhadap sifat kekuatan balok lamina

Figure 4. Histogram illustrating the effect of fingerjointed and preservative treatment on the strength properties of glulam



Keterangan (Remarks): TA = Tidak diawet (*Untreated*); A = Diawet (*Treated*)
 1 = Tanpa sambungan (*Un-jointed*); 2 = Sambungan (*Jointed*)

Gambar 5. Histogram pengaruh penyambungan dan pengawetan terhadap kekakuan (MOE) kayu lamina jati

Figure 5. Histogram disclosing the effect of jointing and preserving to the stiffness (MOE) of glulam

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dolok jati plus perhutani (JPP) umur 9 tahun yang berasal dari biji, dikategorikan sebagai sortimen kayu bulat kecil (KBK A.I.). Kayu JPP tersebut sangat rentan terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) dan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*). Setelah diawetkan dengan boraks 3%, CCB 3%, fipronil 25 g/l 5%, imidaklorit 200 g/l 2% dan klorpirifor 385,5 g/l 2% kelas awetnya meningkat menjadi kelas awet I. Balok lamina menggunakan kayu JPP berumur 9 tahun dengan sambungan berbentuk jari yang diawetkan, tidak berbeda nyata terhadap sifat fisik dan mekanisnya, kecuali pada uji tekan sejajar. Dengan demikian, karena sifat kayu JPP yang kurang awet disarankan sebelum digunakan harus diawetkan terlebih dahulu. Sedangkan untuk pembuatan balok lamina perekat yang digunakan harus disesuaikan dengan tujuan dalam penggunaan kayu.

Ucapan terima kasih:

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dra. Ginuk Sumarni yang telah memberi bantuan penelitian dan saran terhadap tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983. JAS Japanese Agricultural Standard for Structural Plywood. The Japan Plywood Inspection Corporation.
- _____, 1995. Annual Look of ASTM Standards. Volume 04.10 Wood. Section 4 Philadelphia.
- _____, 2001. Pengukuran dan table isi kayu bundar jati. Standar Nasional Indonesia 01-5007.17-2001. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Barly dan S, Abdurrohman. 1996. Pengawetan kayu untuk bangunan hunian dan bukan hunian. Petunjuk Teknis. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Brazier, J.D. 1986. Growth features and structural wood performance. Proceedings 18th IUFRO World Congress, Division 5 Forest Products, Ljubljana.
- Findlay, W.P.K., 1985. Preservation of Timber In The Tropics. Martinus Nijhoff/Dr. W Junk Publisher, Dordrecht.
- Harris, J.M. 1986. Effect of Rapid Growth on Wood Processing. Proceedings 17th IUFRO World Congress, Division 5 Forest Products, Kyoto. pp 24 -35.
- Hunt, G.M. and G.A. Garrat. 1953. Wood Preservation. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kininmonth, J.A. 1986. Wood from Fast-grown, Short-rotation trees. Proceedings 18th, IUFRO World Congress, Division 5 Forest Products, Ljubljana. pp 57 -65.

- Martawijaya, A. 1989. Keawetan kayu yang berasal dari hutan alam dan hutan tanaman. Makalah Undangan Diskusi Hutan Tanaman Industri, 23 Maret 1989. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kosasi dan S.A. Prawira. 1981. Atlas Kayu Indonesia. Jilid I. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Martawijaya, A. dan G. Sumarni. 1980. Daya tahan beberapa varietas kayu jati (*Tectona grandis* L.f.). Laporan No. 150, Lembaga Penelitian Hasil Hutan Departemen Pertanian, Bogor.
- Martawijaya, A dan G. Sumarni. 1978. Daya tahan sejumlah jenis kayu Indonesia terhadap *Cryptotermes cyanocephalus* Light. Laporan No. 129. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Departemen Pertanian, Bogor.
- Senft, J.F., M.J. Quanci, dan B.A. Bendtsen. 1986. Property profile of 60-year old Douglas-fir. Proc. o a Cooperative Technical Workshop of Juvenile Wood. Forest Product Research Society, Madison, USA. pp 17-28.
- Smith, D.N.R. and N. Tamblin, 1970. Proposes scheme for international standard test for the resistance of timbers to impregnation with preservatives. Ministry of Technology, Forest Products Research Laboratory.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistic. McGraw Hill Book Co. Inc. New York, Toronto, London
- Sumarni dan H. Roliadi. 2002. Daya tahan 109 jenis kayu Indonesia terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgreen). Buletin Penelitian Hasil Hutan 20 (3): 177-185. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- Sumarni, G. H. Roliadi dan A. Ismanto, 2003. Keawetan 99 jenis kayu Indonesia terhadap rayap kayu kering. Buletin Penelitian Hasil Hutan 21 (3): 239-249. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- Sumarni, G. dan M. Muslich. 2008. Kelas awet jati cepat tumbuh dan jati konvensional pada berbagai umur pohon. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 26(4):342-351. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Lampiran 1. Hasil pengukuran tinggi pohon, batang bebas cabang, diameter batang dan diameter teras dari jenis JPP Appendix 1. Measurement results on tree height, clear bole length, stem and heartwood-portion diameter of the JPP

Lokasi (Location)	No. Pohon (Tree no.)	Tinggi pohon (Tree height)	Panj. Bebas cabang (Clear bole length)	Diameter pohon (stem diameter)				Diameter teras (Heart wood-portion diameter)						
				Pangkal (Bottom)	Tengah (Middle)	Ujung (Top)	Rata-rata (Means)	Pangkal (Bottom)	Tengah (Middle)	Ujung (Top)	Rata-rata (Means)			
A.	BKPH : Pasar sore	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
	1.	1430	460	22,5	16,0	15,5	18,0	16,5	10,2	10,0	10,5	12,2	13,2	
	Desa : Sambong rejo	1480	690	22,5	17,2	16,0	18,6	17,5	11,5	11,5	10,5	13,2		
	3.	1500	420	22,0	17,0	16,0	18,3	14,7	10,0	9,8	9,8	11,5		
	4.	1440	770	18,5	13,5	12,0	14,6	9,2	8,0	7,5	7,5	8,2		
Bonita : 3,5	1500	730	22,0	14,5	13,5	16,6	14,5	9,5	8,5	8,5	10,8			
Rata-rata (Mean)							17,2						11,2	
B.	BKPH : Ledok	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
	1.	1380	500	21,0	14,5	13,0	16,2	16,0	7,5	7,0	7,0	10,2		
	Desa : Kejalen	1260	415	17,0	13,5	13,0	14,5	14,0	6,2	5,8	5,8	8,7		
	3.	1120	410	21,0	14,5	13,5	16,3	16,0	8,0	6,5	6,5	10,2		
	4.	1210	600	21,5	15,0	13,2	16,6	16,0	8,5	7,0	7,0	10,5		
Bonita : 3,5	1500	500	22,0	15,5	14,0	17,2	16,0	8,5	7,5	7,5	10,6			
Rata-rata (Mean)							16,2					10,0		
C.	BKPH : Cabak	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
	1.	1740	780	22,8	17,5	16,5	18,9	17,5	11,5	11,0	11,0	13,3		
	Desa : Cabak	1350	540	20,0	15,0	13,5	16,2	10,2	9,2	8,5	8,5	9,3		
	3.	1540	660	22,0	17,0	15,0	18,0	16,5	11,0	10,5	10,5	12,7		
	4.	1430	630	22,0	17,0	14,5	17,8	16,0	10,3	10,0	10,0	12,1		
Bonita : 4,0	1480	580	21,0	15,0	13,0	16,3	16,0	8,5	7,0	7,0	10,5			
Rata-rata (Mean)							17,4					11,3		

Keterangan (Remarks): PP = Jati plus Perhutani (Teak plus Perhutani); Perhutani = Perusahaan Kehutanan Negara (State Owned Forestry Enterprise); BKPH = Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (Sub District of Forest Authority); Desa (Village); Kec. = Kecamatan (Sub District); Kab. = Kabupaten (District)