

**Pemanfaatan Kayu Manis (*Cinnamomun burmanii*) Berdiameter Kecil
untuk Balok *I-joist* sebagai Bahan Konstruksi
(*Utilization of Small-Diameter Cinammon Logs for I-joist Beam as
Construction Material*)**

Abdurachman, Han Roliadi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Kementerian Kehutanan RI, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610

Corresponding author: man_p3hh@yahoo.com (Abdurachman)

Abstract

Wood-processing industries currently face the limitation of large-diameter wood logs, due to their scarce stocks from natural forests. Wood from plantation forests can deserve consideration as an alternative raw material for those industries. However, plantation-forest woods are usually of small-diameter sizes and lower qualities compared to those of natural forest woods. One solution to deal with those problems is the conversion of plantation-forest woods into the reconstituted wood products, which can be arranged to various desirable sizes, and more beneficial for construction and other purposes. Hereby, the manufacturing of reconstituted wood products, called *I-joist* beam was tried from small-diameter plantation forest wood species, i.e. cinnamon wood (*Cinnamomum burmanii*). The assembling used phenol-resorcinol-formaldehyde adhesive. Mechanical properties of the *I-joist* beam with vertical-gluing profiles between laminae in the web portion were lower than those of the corresponding small-sized defect-free solid wood, but higher than those of *I-joist* with horizontal-gluing profiles between laminae in the web as well as the horizontally laminated beam made-up of cinnamon wood-laminae. The angle between wood ray and gluing line (plane) correlated negatively with the strengths of *I-joist* beam. These results indicated the positive prospect of manufacturing *I-joist* beam from small-diameter cinnamon wood for construction material.

Key words: Plantation forest, cinnamon wood, small diameter log, *I-joist* beam, mechanical properties.

Pendahuluan

Dewasa ini penyediaan kayu berdiameter besar dari hutan alam semakin terbatas dan langka. Hal ini akibat adanya pembalakan liar (*illegal logging*) dan kesalahan pengelolaan sumberdaya hutan di masa lampau, antara lain volume kayu yang ditebang dari pohonnya tidak memperhitungkan kemampuan (kecepatan) pertumbuhan tegakan pohon jenis kayu tersebut (Anonim 2003 &

2006). Oleh sebab itu, diperlukan bahan baku kayu alternatif untuk memasok keperluan bahan baku industri perkayuan antara lain kayu yang berasal dari hutan tanaman industri (HTI) dan hutan tanaman rakyat (HR).

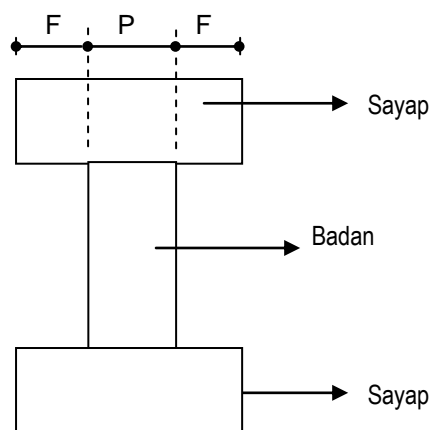
Kayu hutan dari alam umumnya dicirikan dengan berat jenis tinggi dan proporsi kayu dewasa (*mature wood*) tinggi pula, sehingga sifat kekuatan kayu tersebut superior. Hutan tanaman merupakan hutan yang sengaja dibangun dengan

tujuan untuk keberlanjutan penyediaan bahan baku untuk industri perKayuan, sehingga umumnya memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dan rotasi penebangan yang singkat, dan perbedaan ini terindikasi lebih nyata jika jenis kayu tersebut sama sama baik pada hutan alam maupun pada hutan tanaman. Rotasi kayu hutan tanaman relatif singkat (6-7 tahun), dan pertumbuhannya yang cepat mengakibatkan kecepatan pembelahan sel relatif tinggi sehingga sel kayu tidak banyak memiliki kesempatan melakukan penebalan dinding sel (Walker *et al.* 1993). Hal ini menyebabkan hutan tanaman umumnya menghasilkan dolok berdiameter kecil, proporsi kayu muda (*juvenile wood*) tinggi, dan berat jenis rendah, sehingga sifat kekuatannya menjadi lebih rendah pula dibandingkan kayu dari hutan alam (Anonim 1957, Floyd & Kutcha 2000, Heyne 1978, Maloney 1986, Seng 1990). Oleh sebab itu, kayu hutan tanaman kurang disukai untuk bahan baku industri perKayuan (McGavin *et al.* 2006).

Kayu hutan tanaman dengan porsi kayu muda yang tinggi umumnya berserat lebih pendek, kadar lignin rendah, dinding sel tipis, dan sudut orientasi mikrofibril terhadap sumbu serat yang besar. Hal tersebut mempersulit pengerjaan, mempengaruhi mutu produk pengolahan,

dan terbatasnya jenis produk kayu yang dapat dihasilkan (Hunt 2000). Selain itu, kayu hutan tanaman sering memiliki cacat yang tinggi terutama kayu reaksi dan mata kayu. Cacat tersebut dapat mengakibatkan sifat fisis dan kekuatan kayu lebih rendah dibanding kayu normal (Anonim 1999, Gintings. 1990, Hoadley 1990, Panshin & de Zeeuw 1980, Youngs & Hammet 2001). Salah satu usaha mengatasi kekurangan kayu hutan tanaman tersebut adalah dengan memanfaatkannya untuk produk rekonstitusi kayu, antara lain balok *I-joist* (Gambar 1). Penampang melintang tipe balok ini berbentuk “I” dengan bagian atas dan bawah balok diberi istilah sayap (*flange*), sedangkan bagian badan (porsi tegak) disebut *web* (Hunt 2000, Hunt & Winandy 2003, Leichti 1986, Youngs & Hammet 2001).

Pembuatan balok *I-joist* laminasi memiliki banyak kelebihan antara lain sifat dan ukuran (dimensi) balok *I-joist* dapat direkayasa sesuai dengan tujuan penggunaannya; pengolahan/pembuatan balok *I-joist* dapat menggunakan bahan baku secara efisien; meminimumkan keretakan kayu, dan mengurangi pengaruh kayu muda dan cacat-cacat lain (mata kayu, kayu reaksi, kulit tersisip, dan sebagainya); proses laminasi menghasilkan produk (balok *I-joist*)



Gambar 1 Penampang melintang Balok *I-joist* laminasi^{*)}

Keterangan : F = Daya dukung penuh ; P = Daya dukung sebagian ; ^{*)} Selbo (1975).

dengan bentuk lebih lurus, dimensi lebih stabil, dan lebih konsisten sehingga bermanfaat sebagai bahan konstruksi; dapat menggunakan kayu berkualitas rendah dan/atau bernilai ekonomi rendah; mengurangi penetrasi dan penguapan air pada permukaan kayu yang dapat mengakibatkan perubahan bentuk produk komposit tersebut (balok *I-joist*); meningkatkan keawetan dan ketahanan terhadap api, karena adanya lapisan bahan perekat dan bentuk komposit yang relatif besar sehingga menghambat serangan organisme perusak kayu dan juga memperlambat pergerakan nyala api mulai dari bagian permukaan produk komposit hingga bagian dalamnya; memungkinkan produksi produk komposit dengan biaya rendah (Selbo 1975). Dalam upaya mengoptimalkan pemanfaatan kayu berdiameter kecil dan bercacat, telah dilakukan penelitian pemanfaatan kayu manis (*Cinnamomun burmanii*) menjadi balok *I-joist* sebagai bahan konstruksi. Berdasarkan sifat fisis dan kekuatannya, kayu manis tergolong ke dalam kelas kuat III-II, sedangkan berdasarkan ketahanan hidup, pengurangan berat contoh uji dan derajat serangan rayap tanah dan rayap kayu kering, tergolong kelas awet II dan IV (Abdurachman & Ismanto 2009).

Bahan dan Metode

Penyiapan bahan

Bahan penelitian menggunakan kayu manis (*C. burmanii*) berdiameter kecil (\varnothing 10-25 cm) dan memiliki cacat kayu (kayu reaksi/ regangan, mata kayu, dan kulit tersisip) yang diambil dari hutan tanaman (HTI dan HR) yang terdapat di daerah Jawa Barat dan Banten.

Pembuatan balok *I-joist*

Dolok kayu manis yang telah diukur volumenya (V_1), dikonversi menjadi

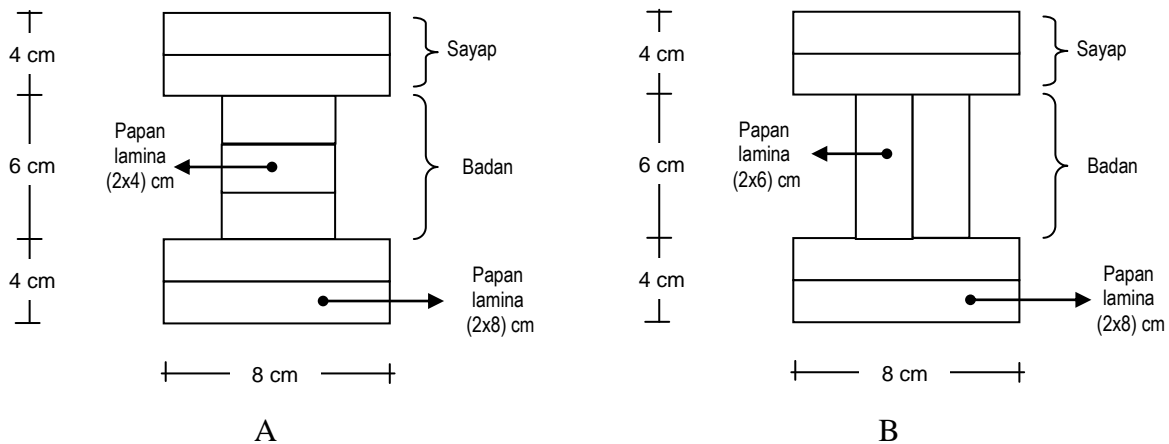
menjadi sortimen papan dengan tebal ketebalan sekitar 2 cm menggunakan mesin penggergajian. Papan yang dihasilkan diukur dimensinya, kemudian dihitung volume keseluruhan (V_2) untuk menentukan rendemen kayu gergajian yang dihasilkan. Rendemen penggergajian (R) dihitung dengan rumus:

$$R = (V_2/V_1) \times 100\%$$

dimana V_2 = volume akhir (*output*)

V_1 = volume awal (*input*)

Papan dikeringkan dengan bagan pengeringan yang sesuai hingga mencapai kadar air kering udara (sekitar 12-14%), lalu dipotong dan diserut menjadi bilah papan lamina ukuran dimensi tebal 2 cm, panjang 2 m, dan lebar 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Sifat fisis dan kekuatan papan diuji meliputi berat jenis/kerapatan, dan sifat kelenturan/modulus elastisitas (MOE) dengan metode non destruktif menggunakan mesin pemilah kayu Panter. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, menjadi 3 kelompok berdasarkan nilai MOE yaitu rendah, sedang dan tinggi. Papan-papan tersebut kemudian dirakit menjadi balok *I-joist* dengan menggunakan perekat fenol-resorsinol-formaldehide dengan komposisi campuran (berdasarkan berat) masing-masing berturut-turut 1,250:1,250:0,333 (Blomquist *et al.* 1981) dan berat laburan 170 g m⁻². Proses perekatan dilakukan dengan kempa dingin pada tekanan 10 kg cm⁻² selama 2 jam. Balok *I-joist* dirancang dengan konstruksi bagian *flange* (atas dan bawah) menggunakan papan lamina dengan nilai MOE tinggi (Gambar 3a dan 3b), sedangkan untuk *web* (bagian tengah) digunakan papan lamina dengan MOE lebih rendah. Balok *I-joist* yang dibuat terdiri dari 2 macam konfigurasi yaitu lamina-lamina di bagian *web*



Gambar 3 Profil balok *I-joist* yang dibuat dengan lamina pada bagian badan saling direkat secara horisontal (A), dan secara vertikal (B).

direkat dan saling disusun secara horisontal dan vertikal (Gambar 3A dan 3B). Sebelum diuji sifat kekuatannya, balok *I-joist* dikondisikan dalam ruangan terbuka selama satu minggu.

Pengujian sifat kekuatan balok *I-joist*

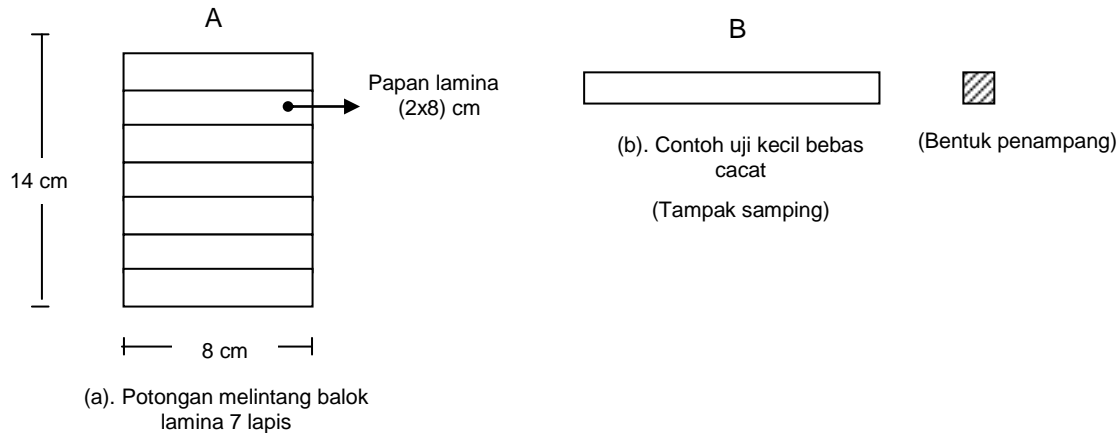
Pengujian sifat kekuatan balok *I-joist* dilakukan dengan metode *destruktif* menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian tersebut mencakup momen inersia, lokasi titik berat (*center of gravity*) dan bidang netral (*netral plane*), keteguhan patah (MOR), keteguhan kekakuan lentur/ modulus elastisitas (MOE), keteguhan geser horisontal maksimum (*maximum horizontal shear*), dan keteguhan lengkung pada batas proporsi (*fiber stress at proporsional limit*) yang mengacu pada standar ASTM D 3737 (Anonim 1984).

Untuk pembandingan sifat balok *I-joist* yang diuji tersebut, juga diuji sifat kekuatan balok kayu laminasi/*glulam* (Gambar 4A) dan balok kayu utuh (Gambar 4B) yang dibuat dari jenis kayu yang sama. Balok kayu laminasi berukuran panjang 2 m, lebar 8 cm, dan tinggi 14 cm terdiri dari 7 bilah (papan lamina) yang disusun dan

direkat secara horisontal masing-masing dengan ukuran tebal 2 cm. Sedangkan ukuran balok kayu utuh (Gambar 4B) digunakan contoh berukuran kecil (2,5 x 2,5 x 80) cm³ bebas cacat (Gambar 4A).

Rancangan percobaan dan analisis data

Data sifat kekuatan balok *I-joist* ditelaah dengan rancangan acak lengkap satu faktor dengan ulangan sebanyak 2-5 kali. Sebagai perlakuan (T) adalah balok *I-joist* dengan lamina pada bagian tubuh (web) saling direkat secara horisontal (t1); balok *I-joist* dengan lamina pada bagian web saling direkat secara vertikal (t2); balok kayu laminasi (t3); dan balok kayu utuh (t4) dari jenis kayu yang sama sebagai pembandingan sifat balok *I-joist* hasil percobaan. Profil atau konfigurasi dengan kode-kode t1, t2, t3, dan t4 tersebut dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 3a, 3b, 4a, dan 4b. Juga ikut disertakan karakteristik kayu yang mungkin berpengaruh pada sifat balok *I-joist* antara lain sudut antara jari-jari kayu (*wood rays*) dengan bidang rekatan (*glueline*) dan kerapatan/berat jenis papan lamina yang saling direkatkan.



Gambar 4 Profil balok kayu lamina (A), dan balok kayu utuh (B) untuk pembandingan sifat-sifat balok *I-joist* (tipe A dan B masing-masing dibuat dari kayu kayu manis).

Hasil dan Pembahasan

Berat jenis dan rendemen penggergajian

Rendemen kayu gergajian dolok kayu manis berkisar 38-41% (bebas cacat secara visual), dan nilai ini lebih rendah dibanding rendemen yang diperoleh secara umum dari penggergajian dolok kayu yaitu 50-55% (Rachman 1999, Martawijaya *et al.* 2005). Hal ini diduga karena diameter kayu manis relatif kecil (di bawah 25 cm) dan adanya cacat kayu berupa kayu reaksi, mata kayu, dan kulit tersisip.

Berat jenis kayu manis (dasar kering udara) berkisar 0,55-0,67, yang termasuk kategori sedang (di bawah 0,80). Berat jenis berpengaruh positif terhadap sifat kekuatan kayu dan produk turunannya (Haygreen & Bowyer 1989). Kadar air kayu manis setelah tercapai keseimbangan dengan keadaan lingkungan bervariasi antara 11,89-13,67%, dan terletak dalam selang kadar air kadar air kayu kering udara secara umum di daerah tropis

(termasuk Indonesia) yaitu 12-14% (Anonim 1994).

Sifat fisis dan kekuatan balok *I-joist*

Pusat berat (*center of gravity*) balok *I-joist* dan pembandingnya menunjukkan variasi berkisar 6,24 -6,71 cm pada jarak vertikal ke atas dari bagian dasar balok *I-joist* dan produk pembandingnya (Tabel 1). Variasi tersebut diakibatkan oleh profil dan ukuran balok-joist berikut pembandingnya (t_1 , t_2 , t_3 , dan t_4) yang tidak sama satu terhadap lainnya (Brown *et al.* 1952). Demikian pula momen inersia bervariasi ($1072,975-2146,583 \text{ cm}^4$) yang diakibatkan oleh perbedaan profil balok *I-joist* yang berbentuk huruf I pada penampang melintang (Gambar 3A dan 3B) dan profil pembandingnya yang berbentuk empat persegi panjang (Gambar 4A dan 4B). Sebaliknya untuk profil yang sama, variasi moment inersia diakibatkan oleh ukuran lamina penyusun balok (lebar dan tebal), baik pada bagian sayap maupun bagian tubuh balok (Gambar 1 dan 4) yang tidak sama persis satu terhadap lainnya (Beer & Johnston 1987).

Tabel 1 Sifat fisik dan kekuatan balok *I-joist* laminasi yang terbuat dari kayu manis ^{*)}

Profil T	Kayu		Sifat-sifat					
	A	SG	TP (cm)	MPL (kg cm ⁻²)	MOR (kg cm ⁻²)	MOE (kg cm ⁻²)	Sh (kg cm ⁻²)	I (cm ⁴)
Balok <i>I-joist</i>								
t1	45	0,56	6,39	120	137	55816	3,05	1073
t2	40	0,53	6,24	136	141	71054	3,21	1186
Perbandingan								
t3	40	0,55	6,39	77	91	45365	2,24	2147
t4	-	0,55	1,25	335	490	34686	11,71	864

Keterangan: ^{*)} Rata-rata dari 2-5 ulangan; A = sudut jari-jari kayu terhadap bidang (lapisan) rekatan; TP = titik pusat berat (jarak dari bagian dasar balok *I-joist*); BJ = berat jenis kayu (kering udara); MPL = keteguhan lengkung pada batas proporsi; MOR = keteguhan lengkung pada keadaan patah; MOE = keteguhan elastis kekakuan lentur/modulus elastisitas melalui pelengkungan; Sh = keteguhan geser horisontal maksimum; I = momen inersia; Rincian profil (T): t1, t2, t3, dan t4 berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 3A, 3B, 4A, dan 4B,

Analisa keragaman terhadap sifat kekuatan balok yaitu keteguhan lengkung pada batas proporsi (MPL) dan keteguhan lengkung pada batas patah (MOR), menunjukkan bahwa sudut antara jari-jari kayu dengan bidang (lapisan) rekatan berpengaruh nyata secara negatif (Tabel 2). Hal ini disebabkan semakin kecil sudut tersebut, semakin besar luas bidang persentuhan antara bagian (penampang) melintang jari-jari kayu dengan permukaan lamina kayu. Hal ini menyebabkan lebih banyak bahan perekat yang memasuki struktur lamina melalui jari-jari, sehingga memperkuat daya cengkeram perekat terhadap lamina kayu (*substrate*) pada saat perekat tersebut mengeras (*curing/set*). Sebagai akibatnya kekuatan balok *I-joist* (MPL dan MOR) meningkat pula. Secara umum, berat jenis berpengaruh nyata secara positif terhadap keseluruhan sifat kekuatan (Tabel 2).

Perbedaan profil balok *I-joist* (t1 dan t2) dan pembandingnya (t3 dan t4) berpengaruh nyata terhadap sifat kekuatan balok-*I-joist* dan pembanding (Tabel 2). Penelaahan dengan uji BNJ (beda nyata jujur) mengenai pengaruh profil tersebut dapat dilihat dengan melakukan *adjustment* sudut bidang rekatan ($X_1 =$

41,67°) dan berat jenis kayu lamina ($X_2 = 0,5475$). Secara keseluruhan sifat kekuatan balok *I-joist* dengan profil lamina yang direkat secara horisontal pada bagian *web* (Gambar 3A) sedikit lebih rendah dari pada sifat balok *I-joist* dengan profil lamina yang direkat secara vertikal di bagian *web* (Gambar 3B) dengan total skor hasil manipulasi uji BNJ berturut-turut 10,5 dan 13 (Tabel 3). Pada uji kekuatan balok *I-joist* dengan posisi rekatan horisontal antar lamina di bagian *web* melalui pelengkungan, keteguhan rekatan (adesi) antara lamina-perekat-lamina pada posisi horisontal tersebut (Gambar 3A) nampaknya lebih banyak berperan. Sebaliknya pada uji balok *I-joist* dengan posisi rekatan vertikal antar lamina di bagian *web* (Gambar 3B), sifat kekuatan internal lamina (kohesi) lebih banyak berperan. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk balok *I-joist* dirakit dari lamina kayu manis, keteguhan internal dalam struktur lamina yang tersusun vertikal (Gambar 3B) lebih berperan dari pada keteguhan rekat antara lamina-perekat-lamina yang disusun dan direkat secara horisontal dalam mempengaruhi sifat kekuatan balok *I-joist* (Gambar 3A).

Tabel 2 Analisis keragaman sifat mekanik/kekuatan balok *I-joist* laminasi kayu manis

Sumber keragaman	db	Sifat-sifat							
		MPL		MOR		MOE		Sh	
		β	F-hit.	β	F-hit.	β	F-hit.	β	F-hit.
Profil <i>I-joist</i> (T)	3	-	426,08**	-	752,98**	-	71,57**	-	335,42**
sudut jari-jari kayu terhadap bidang (rekatan X1)	1	-2,64	5,11*	-	9,80**	-	3,37 ^{tn}	-0,0673	0,21 ^{tn}
Berat Jenis kayu, X2	1	126,27	19,04**	154,28	11,85**	0,4915	22,92**	14,1447	85,65**
Galat	9								
Rata-rata	-	158,81		201,32		4,7044		5,03	
Satuan	-	Kg cm ⁻²		Kg cm ⁻²		log (kg cm ⁻²)		Kg cm ⁻²	
Koef. Determinasi (R ²)	-	0,5281*		0,5217*		0,6189*		0,7339**	
Koef. variasi (%)	-	7,9241		7,5497		0,7518		5,8419	
D0.05 ³⁾	-	15,7045		61,342		0,3874		0,6723	

Keterangan: β = Koef. regresi; * = berbeda nyata pada 5%; ** = berbeda nyata pada 1%; ^{tn} = tidak beda nyata; P = probabilitas; D0.05 = nilai kritis pada uji beda nyata jujur (HSD) pada selang kepercayaan 5%; MPL = Teg. Pada batas proporsi; MOR = Teg. Patah; MOE = Modulus Elastisitas (dari transformasi logaritmik); Sh = kekuatan geser maksimum.

Berdasarkan hasil uji BNJ, ternyata secara keseluruhan sifat kekuatan balok *I-joist* dengan posisi rekatan horisontal ataupun vertikal antar lamina dibagian *web* (Gambar 3A, 3B, 4B, dan Tabel 3) lebih rendah dari pada sifat bahan pembanding yaitu kayu utuh kayu manis sendiri (Gambar 4b) dengan total skor berturut-turut 10,5, 13, dan 14. Akan tetapi, sifat kekuatan balok laminasi (glulam) kayu manis lebih rendah dari pada sifat balok *I-joist* baik dengan profil rekatan horisontal ataupun vertikal antar lamina di bagian *web*, dengan skor berturut-turut 6, 10,5, dan 13 (Gambar 4A, 3A, 3B, dan Tabel 3). Hal ini diduga adanya peranan dari lamina bagian web balok *I-joist* yang ukuran lebarnya lebih kecil dibanding lebar lamina untuk *glulam*. Ukuran lebar lamina yang lebih kecil akan mengurangi cacat kayu (kayu reaksi, mata kayu, kulit tersisip, dan sebagainya yang dapat

menurunkan sifat kekuatan/kekuatan kayu) pada lamina untuk perakitan balok *I-joist*. Sifat fisis dan kekuatan balok *I-joist* dengan profil rekatan vertikal antar lamina, yang memiliki skor 13 (Gambar 3B dan Tabel 3) ternyata masih sebanding dengan selang sifat dari berbagai jenis kayu di Amerika Serikat yang umum digunakan untuk tujuan konstruksi (Anonim 1956, 1957, 1999, Haygreen & Bowyer 1989), setelah dikoreksi dengan faktor realitas (Tabel 4). Ini mengindikasikan bahwa pembuatan balok *I-joist* dari kayu manis dengan profil rekatan vertikal tersebut (Gambar 3B) pada bagian *web* lebih berprospek sebagai bahan konstruksi dari pada pembuatan produk balok laminasi menggunakan jenis kayu yang sama (Gambar 4A), karena lebih menghemat pemakaian bahan baku kayu.

Tabel 4 Sifat kekuatan balok *I-joist* hasil percobaan dengan profil rekatan vertikal antar lamina (dari kayu manis)^{*)} dibandingkan dengan selang sifat kayu Amerika Serikat yang umum digunakan untuk tujuan konstruksi

No.	Sifat fisis dan kekuatan/kekuatan melalui pelengkungan	Balok <i>I-joist</i> hasil percobaan ^{*)}		Perbandingan dengan kayu Amerika Serikat	
		Rata-rata	Simpangan baku	Bebas cacat	Dikoreksi dengan faktor realitas
1	Kadar air, %	13,37	1,48	12,00	12,00
2	Keteguhan lengkung pada batas proporsi / MPL, Kg cm ⁻²	135,51	9,74	350,46–841,13	129,49– 310,80
3	Keteguhan lengkung pada batas patah / MOR, Kg cm ⁻²	140,92	21,39	560,75–1401,88	207,20– 517,99
4	Modulus elastisitas / MOE, Kg cm ⁻²	71053,54	42,71	70093,91– 175234,77	25899,70– 64749,25
5	Keteguhan geser horizontal pada bidang netral, Kg cm ⁻²	3,21	0,87	56,08–168,23	20,72–62,16
6	Momen inersia, cm ⁴	1298,79	11,34	-	-

Keterangan: ^{*)} Lihat Gambar 3B dan Tabel 3; % (dasar kering); Faktor realitas (Fb) = (F_{MC} * F_{SR} * F_S) / F_{DL} = 0,3695; Nilai Fb berdasar pada: F_{MC} = koreksi untuk kadar air = 1 (karena kadar air hasil percobaan sama dengan kadar air kayu Amerika Serikat); F_{SR} = faktor koreksi untuk cacat pada kayu, seperti orientasi serat, mata kayu, kayu reaksi, dan kulit tersisip = 0,75; F_S = faktor koreksi untuk bentuk balok = 0,6159; dan F_{DL} = faktor keamanan = 1,25; Sumber: Anonim (1956, 1957, 1999), Haygreen and Bowyer (1989)

Kesimpulan

Rendemen penggergajian kayu manis bervariasi antara 38-41% dan lebih rendah dibanding rendemen umumnya untuk kayu berdiameter besar. Kayu manis memiliki berat jenis antara 0,55-0,67 yang termasuk kelompok kayu dengan berat jenis sedang.

Sifat kekuatan balok *I-joist* yang dirakit dengan kayu manis dipengaruhi secara negatif oleh sudut jari-jari kayu dengan bidang rekatan (bahan perekat fenol-resorsinol-formaldehida) dan dipengaruhi positif oleh berat jenis.

Sifat kekuatan balok *I-joist* dari kayu manis dengan profil rekatan horisontal antar lamina pada bagian *web* (tubuh) lebih rendah dibanding sifat balok dengan

profil rekatan vertikal juga pada bagian *web*. Sifat kekuatan balok *I-joist* dengan profil rekatan vertikal ataupun horisontal lebih rendah dibanding sifat balok kayu manis utuh (bebas cacat), tetapi lebih tinggi dari pada produk balok laminasinya. Sifat fisis dan kekuatan balok *I-joist* dengan profil rekatan vertikal tersebut sebanding dengan selang sifat dari berbagai jenis kayu Amerika Serikat yang umum digunakan untuk tujuan konstruksi setelah dikoreksi dengan faktor realitas. Hal ini berindikasi pembuatan balok *I-joist* dari kayu manis terutama dengan profil rekatan vertikal pada bagian *web* lebih berprospek sebagai bahan konstruksi karena dapat menghemat pemakaian bahan baku kayu.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Osly Rachman, MS, sebagai Peneliti Utama pada Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor yang telah banyak menyumbangkan tenaga dan pikirannya dalam selama kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abdurachman A, Ismanto. 2009. Sifat Fisik, Mekanik dan Keawetan Alami Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii* Bl.) terhadap rayap tanah dan rayap kayu kering. *Prosiding Seminar Nasional Mapeki XII*. Bandung 23 - 25 Juli 2009.
- Anonim. 1956. *Timber Design and Construction Handbook*. New York: F.W. Dodge Corporation. 263-327 pp.
- Anonim. 1957. *Forestry Handbook*. New York: The Ronald Press Company.
- Anonim. 1994. *Pedoman teknis pengeringan kayu dalam dapur pengeringan konvensional*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Anonim. 1995. Engineered wood products: The future is bright. *Forest Products Journal*, 45 (7/8): 17-24.
- Anonim. 1999. *Wood handbook*. Wood as engineering material Agricultural Handbook No. 72. Wisconsin, Madison: Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, Pp. 10-1 – 10-11.
- Anonim. 2003. The development of small-diameter logs and non-wood forest products processing industry. *Brief Report*. Forestry Research and Development Agency. Jakarta: Indonesia.
- Anonim. 2006. Kayu alam distop total: Laju degradasi hutan mencapai 2,87 hektar per tahun. *Harian Kompas*, tanggal 28 April 2006, Hlm. 22, Jakarta.
- [ASTM]. American Standard for Testing Material. 1984. *Standard methods of testing small clear specimens of timber* D245. Philadelphia, Pennsylvania.
- Beer FP, Johnston ER. 1987. *Mechanics for Engineers: Statics*, fourth edition. New York: McGraw-Hill Book. Co.
- Blomquist FF, Christiansen AW, Gilepsie RH, Myers GE. 1981. *Adhesive bonding of wood and other structural materials*. Wisconsin: Forest Products Laboratory.
- Brown HP, Panshin AJ, Forsaith CG. 1952. *Textbook of Wood Technology*, vol. II. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Floyd S, Kutscha NP. 2000. Development of softwood plantation timber in the United States. *For. Prod. J* 50 (11/12): 20-24.
- Freas AD, Selbo ML. 1954. *Fabrication and design of glued laminated wood structural members*. Tech. Bull. No.1069. Washington, D.C: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Gintings AN. 1990. Kesesuaian tempat tumbuh untuk berbagai jenis pohon hutan tanaman industri. *Proceedings Diskusi Hutan Tanaman Industri*, tanggal 13 – 14 Maret 1990 di Jakarta. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan, Departemen Kehutanan.
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1989. *Forest Products and Wood Science*. Iowa: Iowa State University Press.

- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid II. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan, Departemen Kehutanan.
- Hoadley B. 1990. *Identifying Wood: Accurate Results with Simple Tools*. Cincinnati: Newton.
- Hunt JF. 2000. Utilization of small-diameter crooked timbers for use in laminated structural boards through development of new sawing, laminating, and drying processes. *Proposal No. 01.FPL.C2 to USDA Forest Service*. Wisconsin: Forest Products Laboratory.
- Hunt JF, Winandy JE. 2003. *Lam I-joist*. A new structural building product from small-diameter, fire-prone timber. *Research Note FPL-RN-0291*. Wisconsin: Forest Products Laboratory, USDA Forest Service.
- Leichti RJ. 1986. Assessing the reliability of wood composite I-beam. [Ph.D Dissertation]. Auburn: Auburn University.
- Maloney TM. 1986. Juvenile wood. Problems in composition products. In: *Proc. 47309 Juvenile wood. What does it mean to forest management and forest products*. Wisconsin: Forest Products Research Society.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Kadir K, Prawira SA, Mandang YI. 2005. *Atlas kayu Indonesia*. Jilid I, II, dan III. Bogor: Departemen Kehutanan, Badan Litbang Kehutanan.
- McGavin RL, Davies MP, Atyeo WJ. 2006. Utilisation potential and market opportunities for plantation hardwood thinnings from Queensland and Northern New South Wales: Manufacturing and Products. *Project No. PN05.2022 September 2006*. Forest and Wood Products Research and Development Corporation. Australian Government.
- Murphey WK, Jorgensen RN. 1974. *Wood as an Industrial Arts Materials*. New York: Pergamon Press Inc.
- Panshin AJ, de Zeeuw. 1980. *Textbook of Wood Technology*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Rachman O. 1999. *Sawing technology, Part I: Wood material and sawing process*. Bogor: Center for Forest Products Research and Development.
- Selbo ML. 1975. Adhesive bonding of wood. *Tech. Bull. No. 1512. USDA Forest Service*. Washington, DC: Forest Products Laboratory.
- Seng OD. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. *Pengumuman No. 13. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Badan Litbang Kehutanan*. Bogor: Departemen Kehutanan.
- Walker JCF, Butterfield BG, Harris JM, Uprichard JM. 1993. *Primary Wood Processing*. London: Chapman & Hall.
- Youngs R, Hammet AL. 2001. Diversity, productivity, profitability, sustainability, and the use of underutilized species. *For. Prod. J* 51 (1): 29-35.
- Riwayat naskah (*article history*)
- Naskah masuk (*received*): 20 Januari 2010
- Diterima (*accepted*): 25 April 2010