

**Respon Bambu Andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) terhadap
Perekat Isosianat
(*Response of Andong Bamboo (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) to
Isocyanate Adhesive*)**

Ignasia M Sulastiningsih¹⁾, Surdiding Ruhendi²⁾, Muhammad Y Massijaya²⁾,
Wayan Darmawan²⁾, Adi Santoso¹⁾

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil
Hutan (PUSTEKOLAH), Jl. Gunung Batu 5, Bogor

²⁾ Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB) Dramaga
Bogor 16680

Corresponding author: tsulastiningsih@yahoo.co.id (Ignasia M Sulastiningsih)

Abstract

The response of *Gigantochloa pseudoarundinacea* to isocyanate adhesive was investigated by evaluating its bonding quality. The bamboo strips were categorized based on the position at the bamboo culm viz bottom, middle, and top. One part of the bamboo strips were immersed in 7% boron solution for 2 hours. The treated and untreated bamboo strips were glued parallel to each other using the isocyanate adhesive at the glue spread of 250 g m⁻² to produce two-ply laminates. The bonding surfaces of two-ply laminates were designed into 3 different combinations viz between inner and outer surfaces, both between inner surfaces, and both between outer surfaces. The bonding strength and bamboo failure were evaluated in dry and wet conditions. Results showed that the response of *G. pseudoarundinacea* to isocyanate adhesive was significantly affected by the position at the bamboo culm, bamboo strips treatment and combination of bonding surfaces. In comparison with the middle and the top part, the bottom part of bamboo culm had the highest bonding strength (dry test). However, the wet test results showed that the bonding strength of laminates made from bottom part did not significantly differ with that of middle part. The preservation treatment on bamboo strips reduced the bonding strength.

Key words: bamboo, bonding strength, isocyanate, laminates, preservation

Pendahuluan

Akhir-akhir ini tanaman bambu di Indonesia mendapat perhatian yang lebih serius dari berbagai pihak untuk dikelola lebih intensif mulai dari usaha budidaya sampai pemanfaatannya agar diperoleh nilai tambah yang lebih tinggi. Hal ini didukung oleh kenyataan bahwa manusia dalam kehidupannya sehari-hari tidak terlepas dari penggunaan akan kayu dan bahan berlignoselulosa lain khususnya untuk bahan perumahan dan mebel yang

dikenal sebagai kayu pertukangan. Permintaan kayu pertukangan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Sementara itu pasokan kayu pertukangan berkualitas khususnya untuk mebel dan perumahan di Indonesia saat ini belum mencukupi kebutuhan yang ada. Kondisi ini mendorong usaha pencarian material alternatif sebagai substitusi kayu pertukangan terus meningkat. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai substitusi kayu pertukangan adalah bambu karena sejak

jaman dahulu manusia telah menggunakan bambu sebagai bahan bangunan, mebel, alat rumah tangga dan barang kerajinan.

Menurut Widjaja (2012) bambu di Indonesia terdiri atas 160 jenis; 38 jenis di antaranya merupakan jenis introduksi dan 122 jenis merupakan tanaman asli Indonesia. Sementara itu menurut Sastrapraja *et al.* (1977) semua jenis tanah dapat ditanami bambu kecuali tanah di daerah pantai. Pada tanah ini sekalipun terdapat bambu, pertumbuhannya lambat dan batangnya kecil. Tanaman bambu dapat dijumpai mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi, dari pegunungan berbukit dengan lereng curam sampai landai

Luas tanaman bambu di Indonesia pada tahun 2000 diperkirakan sebesar 2,1 juta ha yang terdiri atas 0,7 juta ha luas tanaman bambu di dalam kawasan hutan dan 1,4 juta ha luas tanaman bambu di luar kawasan hutan (FAO & INBAR 2005). Di samping itu bambu telah banyak ditanam dalam rangka pengembangan hutan rakyat khususnya di daerah yang merupakan sentra industri kerajinan bambu. Sumber daya bambu yang cukup melimpah tersebut perlu ditingkatkan pemanfaatannya agar dapat memberi sumbangan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Pemanfaatan bambu di Indonesia saat ini masih terbatas dan dilakukan secara konvensional dengan menggunakan bambu bulat. Oleh karena itu perlu ditingkatkan diversifikasi produk pengolahan bambu khususnya yang dapat berfungsi sebagai kayu pertukangan.

Kayu pertukangan berbentuk papan dan balok memiliki ukuran tebal, lebar dan panjang tertentu. Sebagai substitusi kayu pertukangan, bambu yang bentuknya

bulat dan berlubang kurang fleksibel dalam penggunaannya sehingga perlu diolah lebih lanjut menjadi suatu produk yang memiliki dimensi seperti papan atau balok kayu. Untuk tujuan tersebut maka pembuatan produk bambu komposit merupakan salah satu pilihan yang dapat diterapkan.

Berglund dan Rowell (2005) menyatakan bahwa pengembangan produk komposit memberi beberapa keuntungan, antara lain dapat menggunakan kayu diameter kecil, menggunakan limbah dari industri pengolahan kayu, membuat komponen yang seragam, mengembangkan produk komposit yang lebih kuat dibanding kayu asalnya, dan dapat membuat produk komposit dengan berbagai bentuk. Keuntungan tersebut berlaku juga dalam pengembangan produk bambu komposit.

Bambu komposit adalah suatu produk yang diperoleh dengan jalan menggabungkan beberapa elemen bambu dengan menggunakan perekat. Macam produk bambu komposit tergantung dari jenis perekat dan bentuk elemen bambu yang digunakan. Penerapan teknologi perekatan yang sudah maju dalam pembuatan bambu komposit dapat menghasilkan berbagai macam produk dengan berbagai macam ukuran dan penampilan. Produk tersebut dapat dibuat dengan kualitas tinggi, penampilan yang sangat bagus dan bervariasi serta memberikan pilihan motif penampilan yang berbeda dibanding motif penampilan kayu dan memenuhi persyaratan tertentu sesuai dengan tujuan penggunaannya. Dengan menggunakan perekat organik, bambu yang bentuk aslinya bulat dan berlubang dapat diolah menjadi produk bambu komposit antara lain seperti bambu lapis dan bambu lamina yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi kayu pertukangan.

Dalam produk komposit, perekat merupakan bahan yang sangat penting karena menentukan kualitas produk hasil rekatannya. Oleh karena itu dalam kegiatan pengembangan produk bambu komposit dengan menggunakan jenis bambu dan perekat tertentu, perlu dianalisis kesesuaiannya untuk mendapatkan hasil rekatan yang berkualitas tinggi. Dalam tulisan ini disajikan hasil penelitian respon atau kesesuaian bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) terhadap perekat isosianat (*Aqueous polymer-isocyanate adhesive*).

Bahan dan Metode

Bahan

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu andong dengan umur lebih dari 4 tahun, berasal dari tanaman rakyat di Jawa Barat. Perekat yang digunakan adalah isosianat, sedangkan bahan pengawet yang digunakan adalah larutan boron (boraks dan asam borat).

Metode

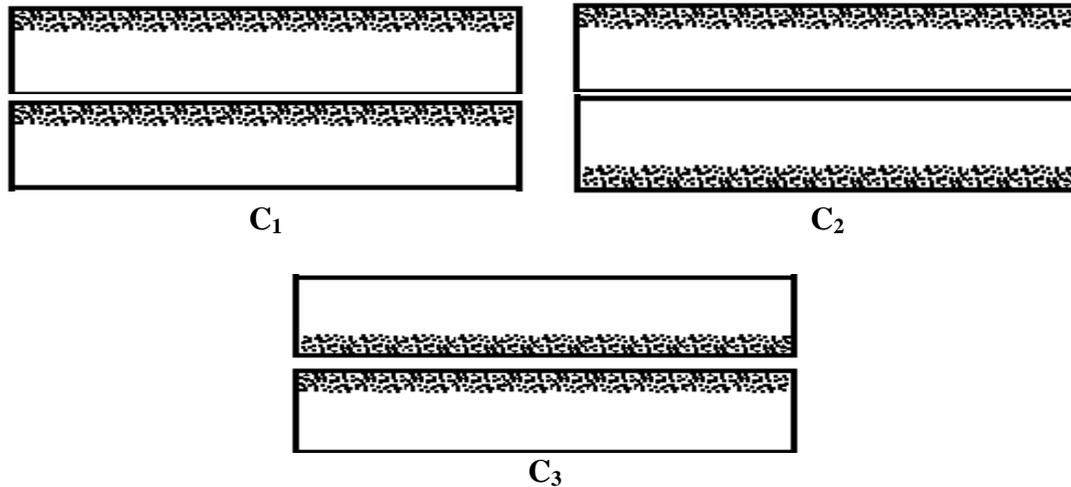
Bambu andong yang digunakan untuk penelitian dipotong bagian pangkalnya sepanjang ± 50 cm untuk menghilangkan bagian batang bambu dengan ruas yang tidak beraturan. Setelah dipotong bagian pangkalnya, batang bambu tersebut dipotong-potong menjadi beberapa bagian dengan panjang $\pm 1,25$ m. Bambu yang digunakan untuk penelitian diambil dari bagian pangkal (A_1), tengah (A_2) dan ujung batang (A_3) masing-masing 2 potong. Bambu kemudian dibelah dengan bagian ujung (bagian yang diameternya lebih kecil) sebagai acuan lintasan pembelahan dengan menggunakan alat belah bambu. Bilah bambu hasil pembelahan selanjutnya diserut pada bagian atas dan bawah

untuk mendapatkan permukaan bilah yang rata.

Bilah bambu yang telah diserut kedua permukaannya sebagian diawetkan dengan larutan boron 7% dengan cara rendaman dingin selama 2 jam kemudian dikeringkan dengan sinar matahari hingga kadar airnya mencapai $\pm 12\%$ dan bilah yang tidak diawetkan langsung dikeringkan dengan sinar matahari hingga kadar air $\pm 12\%$. Bambu yang sudah kering kemudian dipotong lagi untuk mendapatkan ukuran panjang 30 cm kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama ± 24 jam hingga kadar airnya mencapai $\pm 10\%$.

Respon bambu andong terhadap perekat isosianat dipelajari dari nilai keteguhan rekat laminasi bambu dengan menggunakan uji geser blok atau uji geser tekan. Contoh uji keteguhan rekat dibuat dari bagian pangkal (A_1), tengah (A_2) dan ujung batang (A_3) serta dibedakan antara bilah yang tidak diawetkan (B_1) dan yang diawetkan (B_2). Di samping itu dibedakan juga kombinasi bagian permukaan yang direkat, yaitu antara muka dalam dengan muka luar (C_1), antara muka dalam dengan muka dalam (C_2), dan antara muka luar dengan muka luar (C_3). Kombinasi muka bilah yang direkat disajikan dalam Gambar 1.

Contoh uji keteguhan rekat laminasi bambu dibuat dengan merekatkan dua bilah bambu sejajar serat dengan ukuran masing-masing bilah yaitu panjang ± 30 cm, lebar $\pm 2,5$ cm dan tebal tergantung tebal bilah yang digunakan. Masing-masing bilah bambu yang telah dipersiapkan sesuai dengan perlakuan yang diberikan kemudian dilaburi perekat isosianat dengan berat labur 250 g m^{-2} permukaan, kemudian dikempa pada suhu kamar selama 1 jam.



Keterangan:

C₁ = Perakatan antara muka dalam dengan muka luar

C₂ = Perakatan antara muka dalam dengan muka dalam

C₃ = Perakatan antara muka luar dengan muka luar

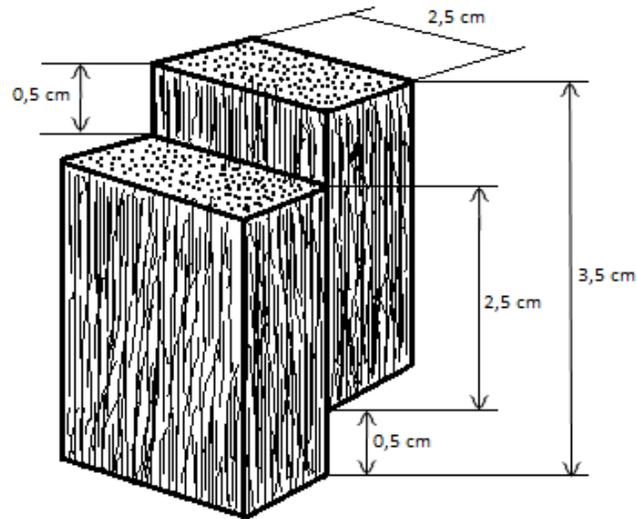
Gambar 1 Kombinasi muka bilah yang direkat.

Pembuatan contoh uji untuk pengujian keteguhan rekat (keteguhan geser blok) dilakukan minimal 7 hari setelah perekatan bilah bambu. Untuk masing-masing ulangan dibuat 6 contoh uji geser tekan, yang terdiri atas 3 contoh uji untuk pengujian dalam kondisi kering dan 3 contoh uji untuk pengujian dalam kondisi basah. Pengujian keteguhan rekat bambu lapis untuk masing-masing perlakuan dilakukan menurut Standar Jepang (JPIC 2003). Ukuran contoh uji keteguhan rekat dengan metode geser tercantum dalam Gambar 2.

Perlakuan contoh uji untuk pengujian keteguhan rekat laminasi bambu dalam kondisi basah mengikuti perlakuan pengujian keteguhan rekat kayu lapis uji rebus berulang menurut standar ISO (2007). Data hasil pengujian yang meliputi keteguhan geser dan persentase kerusakan bambu dibandingkan dengan kriteria menurut Standar Jepang (JPIC 2003) untuk kayu lamina khusus untuk

kualitas perekatan. Pengujian sifat perekat meliputi kadar padat, pH dan kekentalan merujuk pada Standar Nasional Indonesia mengenai perekat Melamin Formaldehida, SNI 06- 0163 - 1998 (BSN 1998).

Data hasil pengujian keteguhan rekat laminasi bambu andong dengan perekat isosianat dianalisis dengan menggunakan rancangan percobaan faktorial acak lengkap 3x2x3. Faktor pertama posisi pada batang (A) yang terdiri atas 3 taraf yaitu bagian pangkal (A₁), tengah (A₂) dan ujung (A₃), faktor kedua pengawetan bilah bambu (B) yang terdiri atas 2 taraf yaitu tidak diawetkan (B₁) dan diawetkan (B₂), faktor ketiga kombinasi muka bilah yang direkatkan (C) terdiri atas 3 taraf yaitu antara muka dalam dengan muka luar (C₁) dan antara muka dalam dengan muka dalam (C₂), dan antara muka luar dengan muka luar (C₃). Pengujian dilakukan dengan jumlah sampel sebanyak 5 ulangan.



Gambar 2 Contoh uji keteguhan rekat (uji geser blok).

Hasil dan Pembahasan

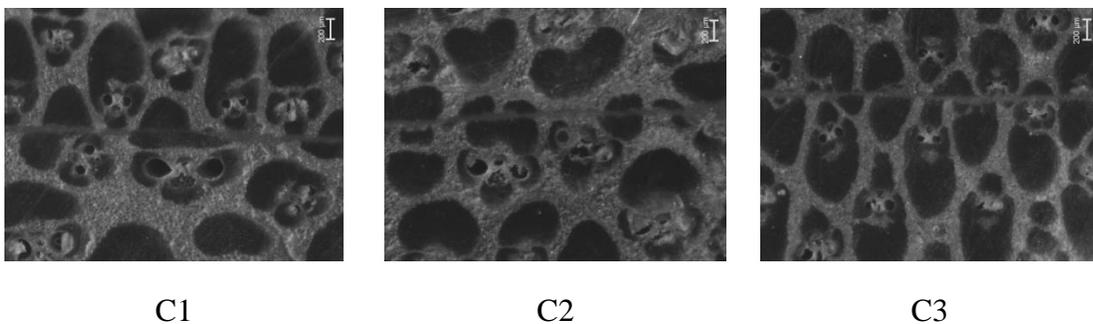
Perekat isosianat

Perekat isosianat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai pH 7, kekentalan 9 *poise* dan kadar padat 43,4%. Hasil pengujian ini sama dengan spesifikasi teknis perekat isosianat yang diperoleh dari pabrik perekat kecuali kekentalannya.

Keteguhan rekat

Respon bambu andong terhadap perekat isosianat dipelajari dari hasil pengujian keteguhan rekat laminasi bambu dengan cara uji geser blok atau uji geser tekan

baik dalam kondisi kering maupun basah. Nilai rata-rata hasil pengujian keteguhan rekat (keteguhan geser tekan) dan persentase kerusakan bambu andong dengan berbagai perlakuan tercantum dalam Tabel 1. Untuk mengetahui pengaruh posisi pada batang, perlakuan pengawetan bilah bambu dan kombinasi muka bilah bambu yang direkat terhadap keteguhan rekat laminasi bambu andong dilakukan analisa keragaman dan hasilnya disajikan pada Tabel 2. Hasil sayatan penampang lintang dan garis rekat kombinasi muka bilah bambu yang direkat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Penampang lintang garis rekat dan kombinasi muka bilah bambu andong yang direkat.

Dari hasil pengujian diperoleh nilai rata-rata keteguhan rekat yang diuji dalam kondisi kering bervariasi antara 72,6–150,3 kg cm⁻² dengan rata-rata 87,4 kg cm⁻² dan semua contoh uji memiliki nilai kerusakan bambu 100%. Variasi nilai keteguhan rekat tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4. Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa keteguhan rekat uji kering laminasi bambu andong dengan perekat isosianat sangat dipengaruhi oleh posisi pada batang, pengawetan bilah bambu dan kombinasi muka bilah bambu yang direkat.

Hasil uji beda nyata yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa bagian pangkal, tengah dan ujung bambu andong memberikan respon yang berbeda satu sama lain terhadap perekat isosianat. Bagian pangkal bambu andong memiliki nilai rata-rata keteguhan rekat uji kering lebih tinggi (98,1 kg cm⁻²) dibandingkan dengan bagian tengah (85,2 kg cm⁻²) dan bagian ujung (78,8 kg cm⁻²). Di samping itu, hasil penelitian menunjukkan pula bahwa bambu laminasi yang dibuat dari bilah bambu yang tidak diawetkan memiliki nilai keteguhan rekat lebih tinggi (93,5 kg cm⁻²) dibandingkan dengan bilah bambu yang diawetkan (81,3 kg cm⁻²). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu (Ashaari *et al.* 2004, Anwar *et al.* 2005, Hanim *et al.* 2010, Sulastiningsih & Santoso 2012).

Perlakuan kombinasi muka bilah bambu yang direkat antara muka luar dengan muka luar memiliki nilai keteguhan rekat tertinggi (C₃; 99,1 kg cm⁻²) dibanding kombinasi muka dalam dengan muka dalam (C₂; 82,9 kg cm⁻²) dan kombinasi muka dalam dengan muka luar (C₁; 80,2 kg cm⁻²). Hal ini mungkin disebabkan antara lain karena nilai keteguhan rekat (keteguhan geser tekan) yang diperoleh

dari hasil perekatan 2 bilah bambu andong tidak hanya ditentukan oleh kekuatan perekat yang digunakan tetapi ditentukan juga oleh kekuatan bahan yang direkat. Pada Gambar 3 dapat diketahui perbedaan kandungan serat, sel parenkim dan ikatan pembuluh dari kombinasi muka bilah bambu yang direkat. Seperti diketahui bahwa muka luar bilah bambu memiliki kerapatan, kandungan serat dan kekuatan yang lebih tinggi dibanding muka dalam, sehingga kombinasi perekatan muka luar dengan muka luar memiliki nilai keteguhan rekat yang lebih tinggi dibanding kombinasi lainnya. Namun demikian hasil uji beda pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi perekatan muka bilah bambu C₁ tidak berbeda nyata dengan C₂.

Muka luar bilah bambu di samping memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibanding muka dalam, juga memiliki penampilan yang lebih indah dibanding muka dalam, sehingga dalam pembuatan papan bambu komposit permukaan tersebut harus ditampilkan sebagai lapisan luar (muka depan atau *face* dan muka belakang atau *back*). Oleh karena itu kombinasi perekatan muka bilah bambu yang diterapkan dalam pembuatan bambu komposit adalah C₁ dan C₂. Jika dibandingkan dengan Standar Jepang untuk kayu lamina khusus mengenai kualitas perekatannya (JPIC 2003), maka respon bambu andong terhadap perekat isosianat dengan berbagai perlakuan cukup baik karena hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata keteguhan rekat laminasi bambu andong dengan perekat isosianat yang diuji dalam kondisi kering semuanya masih memenuhi persyaratan yang ditentukan karena tidak kurang dari 55 kg cm⁻² dan persentase kerusakan bambunya tidak kurang dari 70%.

Tabel 1 Nilai rata-rata keteguhan rekat dan persen kerusakan bambu andong

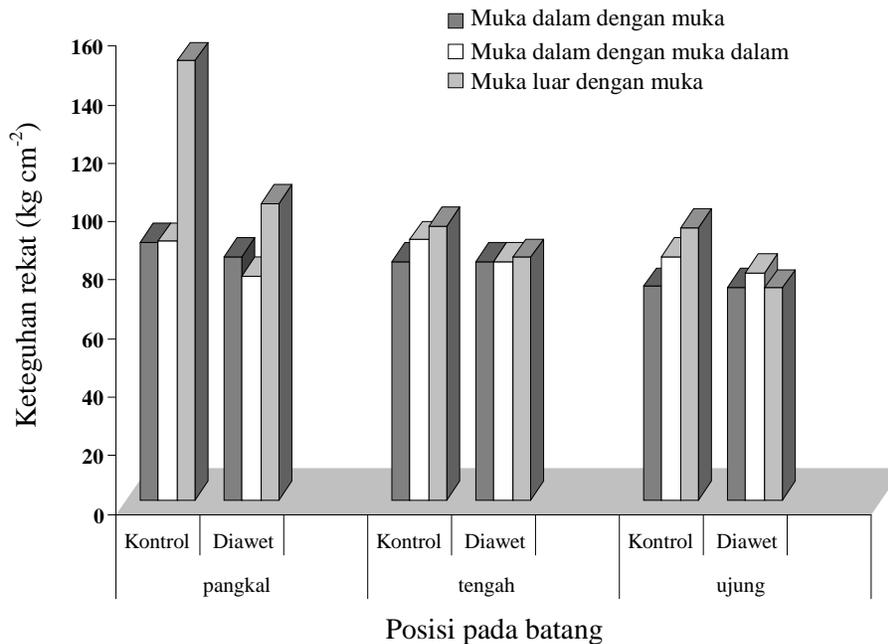
Perlakuan	B ₁ , Kontrol		B ₂ , Diawetkan			
		Ket. rekat, kg cm ⁻²	Kerusakan bambu, %	Ket. rekat, kg cm ⁻²	Kerusakan bambu, %	
A ₁	C ₁	I	88,3	100	83,3	100
		II	51,7	95	45,1	75
	PK, %		41,5		45,8	
	C ₂	I	88,6	100	76,6	100
		II	45,1	90	46,1	80
PK, %		49,1		39,8		
A ₂	C ₃	I	15,3	100	101,4	100
		II	52,0	60	40,2	65
	PK, %		65,4		60,3	
	C ₁	I	81,7	100	81,8	100
		II	49,1	95	48,1	80
PK, %		40,0		41,2		
C ₂	I	89,0	100	81,8	100	
	II	45,4	95	43,7	80	
PK, %		49,0		46,6		
A ₃	C ₃	I	93,7	100	83,1	100
		II	51,2	95	44,8	85
	PK, %		45,4		46,1	
	C ₁	I	73,0	100	72,9	100
		II	41,2	90	41,2	90
PK, %		43,7		43,5		
C ₂	I	83,2	100	77,9	100	
	II	43,4	95	43,0	80	
PK, %		47,8		44,8		
C ₃	I	93,3	100	72,6	100	
	II	41,8	50	38,2	80	
PK, %		55,3		47,3		

Keterangan : A₁= pangkal; A₂ = tengah; A₃ = ujung; B₁= bilah bambu tidak diawetkan; B₂= bilah bambu diawetkan; C₁= perekatan permukaan dalam dengan permukaan luar; C₂ = perekatan permukaan dalam dengan permukaan dalam; C₃ = perekatan permukaan luar dengan permukaan luar; I= uji kering; II= uji basah; PK= penurunan kekuatan dari kondisi kering ke basah.

Tabel 2 Ringkasan hasil analisa keragaman keteguhan rekat bambu andong dengan perekat isosianat

No	Sumber keragaman	F hitung		F tabel	
		Uji kering	Uji basah	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
1	A	37,9**	10,5**	3,13	4,92
2	B	44,1**	9,2**	3,98	7,01
3	C	41,4**	0,8 ^{tn}	3,13	4,92
4	AB	7,3**	1,4 ^{tn}	3,13	4,92
5	AC	20,1**	1,3 ^{tn}	2,50	3,60
6	BC	16,8**	3,4*	3,13	4,92
7	ABC	3,2**	4,5**	2,50	3,60

Keterangan: A = posisi pada batang; B = pengawet bilah bambu; C = kombinasi muka bilah yang direkat; ** = sangat nyata; * = nyata; tn = tidak nyata



Gambar 4 Histogram keteguhan rekat bambu andong uji kering.

Nilai rata-rata keteguhan rekat uji kering laminasi bambu andong dengan perekat isosianat hasil penelitian ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai keteguhan rekat uji kering kayu lamina dari kayu campuran agatis, pinus dan gemelina dengan perekat tanin resorsinol formaldehida yaitu sebesar 22,16–52,16 kg cm⁻² (Pasaribu 2005), dan keteguhan rekat kayu lamina dari kayu mangium dengan perekat tanin resorsinol formaldehida sebesar 22,96–25,93 kg cm⁻² (Malik *et al.* (2006).

Hasil penelitian Ashaari *et al.* (2004) menunjukkan bahwa keteguhan rekat uji kering *Gigantochloa scortechinii* dan *Dendrocalamus asper* yang direkat dengan fenol formaldehida dan berat labur 230 g m⁻² untuk satu garis rekat berturut-turut 4,60 N mm⁻² atau 46,89 kg cm⁻² dan 4,40 N mm⁻² atau 44,85 kg cm⁻². Anwar *et al.* (2005) menyatakan bahwa keteguhan rekat uji kering bambu lapis dari *G. scortechinii* yang direkat

dengan fenol formaldehida dan berat labur 230 sampai 240 g m⁻² untuk satu garis rekat, berkisar 3,1–3,4 N mm⁻² atau 31,6–34,7 kg cm⁻² dengan nilai kerusakan bambu berkisar 44–62%. Hasil penelitian Hanim *et al.* (2010) menunjukkan bahwa pengawetan bilah bambu *G. scortechinii* menggunakan larutan boraks 5% (b/v) menurunkan keteguhan geser bambu lapis sebesar 23% yaitu dari 2,66 N mm⁻² ke 2,04 N mm⁻² bila diuji dalam kondisi kering.

Hasil pengujian keteguhan rekat laminasi bambu andong dengan perekat isosianat dalam kondisi basah menunjukkan kecenderungan yang berbeda dibandingkan dengan hasil pengujian keteguhan rekat dalam kondisi kering. Nilai keteguhan rekat bambu andong dengan perekat isosianat yang diuji dalam kondisi basah bervariasi antara 38,2–51,7 kg cm⁻² dengan rata-rata 45,1 kg cm⁻² dan kerusakan bambu bervariasi antara 50–95% dengan rata-rata 80%.

Tabel 3 Ringkasan hasil uji BNJ pengaruh perlakuan terhadap keteguhan rekat bambu andong (uji kering)

Perlakuan	Nilai rata-rata keteguhan rekat yang dibandingkan								
1. Posisi pada batang (A)	A ₁ 98,1	A ₂ 85,2	A ₃ 78,8						
2. Pengawetan bilah bambu (B)	B ₁ 93,5	B ₂ 81,3							
3. Kombinasi permukaan bilah yang direkat (C)	C ₃ 99,1	C ₂ 82,9	C ₁ 80,2						
4. Interaksi AB	A ₁ B ₁ 109,1	A ₂ B ₁ 88,2	A ₁ B ₂ 87,1	A ₃ B ₁ 83,2	A ₂ B ₂ 82,3	A ₃ B ₂ 74,5			
5. Interaksi AC	A ₁ C ₃ 125,8	A ₂ C ₂ 88,4	A ₁ C ₁ 85,8	A ₂ C ₂ 85,4	A ₃ C ₃ 83	A ₁ C ₂ 82,6	A ₂ C ₁ 81,8	A ₃ C ₂ 80,5	A ₃ C ₁ 73
6. Interaksi BC	B ₁ C ₃ 112,5	B ₁ C ₂ 86,9	B ₂ C ₃ 85,7	B ₁ C ₁ 81	B ₂ C ₁ 79,4	B ₂ C ₂ 78,8			

Keterangan untuk A₁; A₂; A₃; B₁; B₂; C₁; C₂; dan C₃ sama seperti pada Tabel 1;
 _____ = tidak berbeda nyata

Variasi nilai keteguhan rekat tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 5. Di samping itu dari hasil pengujian tersebut diperoleh nilai persentase pengurangan keteguhan rekat dari uji kering ke uji basah yaitu bervariasi antara 40 – 65,4% pada bilah yang tidak diawetkan dan antara 39,8 – 60,3% pada bilah yang diawetkan. Persentase pengurangan kekuatan tertinggi terjadi pada kombinasi perekatan antara muka luar dengan muka luar baik pada bilah yang tidak diawetkan maupun yang diawetkan.

Hasil analisa keragaman pengaruh perlakuan terhadap keteguhan rekat bambu andong dengan perekat isosianat

yang diuji dalam kondisi basah (Tabel 2) menunjukkan bahwa respon bambu andong terhadap perekat isosianat sangat dipengaruhi oleh posisi pada batang dan pengawetan bilah bambu, sedangkan kombinasi muka bilah bambu yang direkat tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini berbeda dengan hasil pengujian keteguhan rekat dalam kondisi kering yang menunjukkan bahwa respon bambu andong terhadap perekat isosianat sangat dipengaruhi oleh posisi pada batang, pengawetan bilah bambu, dan kombinasi muka bilah bambu yang direkat.

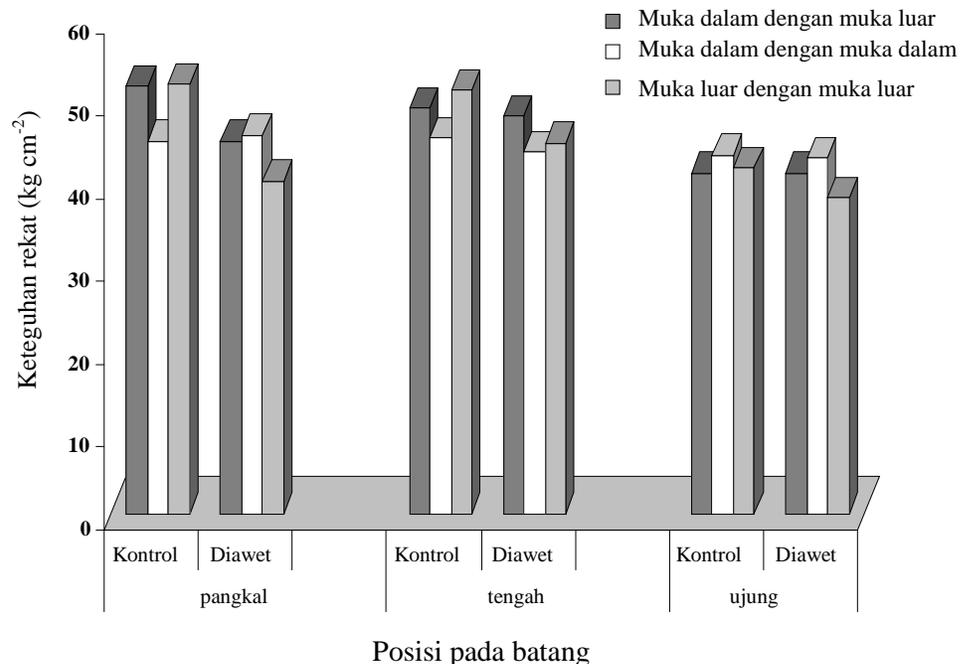
Hasil uji beda nyata yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa keteguhan

rekat bambu laminasi yang dibuat dari bagian pangkal batang bambu andong dengan perekat isosianat ($46,7 \text{ kg cm}^{-2}$) tidak berbeda nyata dengan keteguhan rekat bambu lapis yang dibuat dari bagian tengah batang bambu andong ($47,1 \text{ kg cm}^{-2}$), sedangkan bagian ujung batang memiliki nilai keteguhan rekat paling rendah ($41,5 \text{ kg cm}^{-2}$). Seperti halnya dengan hasil pengujian keteguhan rekat bambu andong dengan perekat isosianat uji kering, maka bambu lapis yang dibuat dari bilah bambu yang tidak diawetkan memiliki nilai keteguhan rekat lebih tinggi ($46,8 \text{ kg cm}^{-2}$) dibandingkan dengan bambu lapis yang dibuat dari bilah bambu yang diawetkan ($43,4 \text{ kg cm}^{-2}$).

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang diperoleh peneliti terdahulu (Ashaari *et al.* 2004, Anwar *et al.* 2005, Hanim *et al.* 2010, Sulastiningsih & Santoso 2012). Meskipun kombinasi muka bilah bambu yang direkat tidak berpengaruh nyata

pada respon bambu andong terhadap perekat isosianat, akan tetapi hasil pengujian keteguhan rekat dalam kondisi basah menunjukkan bahwa kombinasi muka bilah yang direkat antara muka dalam dengan muka luar (C1: $46,1 \text{ kg cm}^{-2}$) memiliki nilai keteguhan rekat lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi muka luar dengan muka luar (C3: $44,7 \text{ kg cm}^{-2}$), dan muka dalam dengan muka dalam (C2: $44,5 \text{ kg cm}^{-2}$). Dalam standar Jepang untuk kayu lamina (JPIC 2003), kualitas perekatan hanya diuji dalam kondisi kering.

Hasil penelitian Ashaari *et al.* (2004) menunjukkan bahwa keteguhan rekat *G. scortechinii* dan *D. asper* yang direkat dengan perekat fenol formaldehida dan berat labur yang diterapkan sebesar 230 g m^{-2} untuk satu garis rekat, berturut-turut adalah sebesar $3,47 \text{ N mm}^{-2}$ atau $35,37 \text{ kg cm}^{-2}$ dan $2,11 \text{ N mm}^{-2}$ atau $21,51 \text{ kg cm}^{-2}$ untuk uji basah (*Cyclic Boil Resistant* atau CBR).



Gambar 5 Histogram keteguhan rekat bambu andong uji basah.

Tabel 4 Ringkasan hasil uji BNJ pengaruh perlakuan terhadap keteguhan rekat bambu andong (uji basah)

Perlakuan	Nilai rata-rata keteguhan rekat yang dibandingkan					
Posisi pada batang (A)	A ₂ 47,1	A ₁ 46,7	A ₃ 41,5			
Pengawetan bilah bambu (B)	B ₁ 46,8	B ₂ 43,4				
Interaksi BC	B ₁ C ₃ 48,3	B ₁ C ₁ 47,3	B ₂ C ₁ 44,8	B ₁ C ₂ 44,6	B ₂ C ₂ 44,3	B ₂ C ₃ 41,1

Keterangan untuk A₁; A₂; A₃; B₁; B₂; C₁; C₂; dan C₃ sama seperti pada Tabel 1;
 _____ = tidak berbeda nyata

Hasil penelitian Anwar *et al.* (2005) menunjukkan bahwa keteguhan rekat bambu lapis dari *G. scortechinii* yang direkat dengan fenol formaldehida dan berat labur yang diterapkan sebesar 230 sampai 240 g m⁻² untuk satu garis rekat, berkisar antara 0,9–1,7 N mm⁻² atau 9,2–17,3 kg cm⁻² dengan nilai kerusakan bambu berkisar antara 22–44% untuk uji basah (CBR). Penelitian Hanim *et al.* (2010) menunjukkan bahwa pengawetan bilah bambu *G. scortechinii* menggunakan larutan boraks 5% (b/v) menurunkan keteguhan geser bambu lapis sebesar 21% bila diuji dalam kondisi basah yaitu dari 0,79 N mm⁻² (8,1 kg cm⁻²) menjadi 0,63 N mm⁻² (6,4 kg cm⁻²).

Nilai keteguhan rekat yang diuji dalam kondisi kering maupun basah jenis bambu *G. scortechinii* dan *D. asper* hasil penelitian Ashaari *et al.* (2004) dan jenis bambu *G. scortechinii* hasil penelitian Anwar *et al.* (2005) dan Hanim *et al.* (2010), jauh lebih kecil dibanding nilai keteguhan rekat bambu andong (*G. pseudoarundinacea*) yang direkat dengan perekat isosianat hasil penelitian ini. Hal ini mungkin

disebabkan antara lain oleh perbedaan jenis perekat dan cara pengujian keteguhan rekat bambu yang digunakan. Dalam penelitian ini keteguhan rekat bambu diuji dengan uji geser tekan yang biasa diterapkan dalam pengujian keteguhan rekat kayu lamina, sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Ashaari *et al.* (2004), Anwar *et al.* (2005) dan Hanim *et al.* (2010), keteguhan rekat bambu diuji dengan uji geser tarik yang biasa diterapkan dalam pengujian keteguhan rekat kayu lapis.

Kesimpulan

Respon bambu andong terhadap perekat isosianat sangat dipengaruhi oleh posisi pada batang, pengawetan bilah bambu dan kombinasi muka bilah bambu yang direkat. Keteguhan rekat uji kering laminasi bagian pangkal batang bambu lebih tinggi dibanding bagian tengah dan ujung. Akan tetapi keteguhan rekat uji basah laminasi bagian pangkal batang bambu tidak berbeda nyata dengan bagian tengah.

Keteguhan rekat uji kering laminasi dari bilah bambu andong yang tidak diawetkan lebih tinggi dibanding

keteguhan rekat laminasi dari bilah bambu andong yang diawetkan. Keteguhan rekat laminasi bambu dengan kombinasi muka bilah bambu yang direkat antara muka dalam dengan muka luar tidak berbeda nyata dengan kombinasi antara muka dalam dengan muka dalam.

Secara keseluruhan hasil rekatan antara bambu andong dengan perekat isosianat dengan berbagai perlakuan menunjukkan kualitas yang cukup bagus. Nilai keteguhan rekat uji kering dan persentase kerusakan bambu rata-rata dari masing-masing perlakuan semuanya memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk kualitas perekatan kayu lamina menurut Standar Jepang. Bambu komposit berkualitas tinggi dari bambu andong dapat dikembangkan dengan menggunakan perekat isosianat.

Daftar Pustaka

- Anwar UMK, Paridah M T, Hamdan H, Latif AM, Zaidon A. 2005. Adhesion and bonding of plybamboo manufactures from *Gigantochloa scortechinii*. *Am. J App. Sci.*(Special Issue): 53-58.
- Ashaari Z, Hanim AR, Paridah MT, Nizam N. 2004. Effects of peroxide and oxalic acid bleaching on the colour and gluing properties of some tropical bamboos. *J Biol. Sci.* 4(2):90-94.
- Berglund L, Rowell RM. 2005. Wood Composites. In: Rowell RM, editor. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. Boca Raton: CRC Press.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1998. *Kumpulan Standar Nasional Indonesia (SNI) Perekat*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Department, [INBAR] International Network for Bamboo and Rattan. 2005. *Global Forest Resources Assessment Update 2005*. Indonesia. Country Report on Bamboo Resources. Forest Resources Assessment Programme Working Paper (Bamboo). Jakarta: FAO.
- Hanim AR, Zaidon A, Abood F, Anwar UMK. 2010. Adhesion and bonding characteristics of preservative-treated bamboo (*Gigantochloa scortechinii*) laminates. *J App. Sci.* 10(14):1435-1441.
- [ISO] International Standardization Organization. 2007. *Plywood–Bonding quality–Part 1: Test methods*. ISO 12466-1:2007(E). Geneva: The International Organization for Standardization.
- [JPIC] Japan Plywood Inspection Corporation. 2003. *Japanese Agricultural Standard for Glued Laminated Timber*. JAS, MAFF, Notification No. 234. Tokyo: Japan Plywood Inspection Corporation.
- Malik J, Abdurachman, Supriadi A. 2006. Pengolahan kayu diameter kecil untuk kayu lamina dan komponen mebel. Di dalam: Tinambunan D, Sudrajat R, Rachman O, Sumarni G, Wiyono B, Suhariyanto, editor. *Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan*, Bogor, 30 November 2005. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Pp-163
- Pasaribu AR. 2005. Teknologi pemanfaatan limbah pembalakan dan industri untuk peningkatan nilai tambah. Di dalam: Sudrajat R, Tinambunan D, Abdurrohman S, Balfas J, Wiyono B, editor. *Prosiding*

- Ekspose Hasil-Hasil Litbang Hasil Hutan. Bogor, 14 Desember 2004. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Pp. 23-41.*
- Sastrapraja S, Widjaja EA, Prawiroatmodjo S, Soenarko S. 1977. *Beberapa Jenis Bambu*. Bogor: Lembaga Biologi Nasional LIPI.
- Sulastiningsih IM, Santoso A. 2012. Pengaruh jenis bambu, waktu kempa dan perlakuan pendahuluan bilah bambu terhadap sifat papan bambu lamina. *J Penel. Hasil Hutan* 3(3):198-206.
- Widjaya EA.2012. The Utilization of Bamboo: At present and for The Future. In: Gintings AN, Wijayanto N, editors. *Proceedings of International Seminar Strategies and Challenges on Bamboo and Potential Non Timber Forest Products (NTFP) Management and Utilization*.Bogor, Indonesia 23 – 24 November 2011. Bogor: Center for Forest Productivity Improvement Research and Development. Pp.79-85.

Riwayat naskah (*article history*)

Naskah masuk (*received*): 2 Januari 2013

Diterima (*accepted*): 15 Maret 2013