

STABILISASI DIMENSI KAYU JATI CEPAT TUMBUH DAN JABON DENGAN PERLAKUAN PEMADATAN SECARA KIMIA (*Dimensional Stability of Fast Growing Teak and Jabon Woods by Chemical Densification*)

E frida Basri & Jamal Balfas

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor. Telp. 0251-8633378
E-mail: denvig@yahoo.com; jamalbs2000@yahoo.com

Diterima 14 Januari 2015, Direvisi 8 Juni 2015, Disetujui 19 Juni 2015

ABSTRACT

In general, wood from plantation forests are dimensionally unstable, therefore, timber uses are limited. This paper observes dimensional stability of chemically densified fast-growing teak (JCT) and jabon woods. JCT and jabon woods were impregnated using a mixture of old teak sawdust extracts and resin. The resin used were vinyl acrylic and polyvinyl acetate in three concentrations : 8, 10, and 12% (w/v), and two compositions of resorcinol resin. Results show that in general, dimensions of the impregnated wood are more stable than non-impregnated wood. Wood impregnated with the mixture of teak extract solution and resorcinol resin shows better dimensional stability than other resins.

Keywords: Jabon, JCT, impregnation, wood extract, dimensional stability

ABSTRAK

Kayu yang berasal dari hutan tanaman umumnya memiliki dimensi yang tidak stabil, sehingga penggunaannya sangat terbatas. Tulisan ini mempelajari stabilitas dimensi pada kayu jati cepat tumbuh (JCT) dan kayu jabon yang diberi perlakuan densifikasi secara kimia. Kayu JCT dan jabon diimpregnasi dengan larutan campuran ekstrak serbuk kayu jati tua dan resin. Resin yang digunakan adalah vinil akrilat dan polivinil asetat, masing-masing dengan konsentrasi 8, 10, dan 12% (b/v), serta 2 komposisi resin resorsinol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kayu yang diberi perlakuan impregnasi menjadi lebih stabil dari yang tidak diimpregnasi. Kayu yang diimpregnasi dengan larutan campuran ekstrak jati dan resin resorsinol memberikan nilai stabilitas dimensi yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan resin lain.

Kata kunci: Jabon, JCT, impregnasi, ekstrak kayu, stabilitas dimensi

I. PENDAHULUAN

Pemadatan atau densifikasi kayu menurut Hill (2011) bertujuan untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan permukaan, dan kekuatan geser kayu, serta menstabilkan dimensi kayu karena berkurangnya volume kosong dalam kayu. Pemadatan kayu dapat dilakukan secara fisika (kompresi), kimia (impregnasi), maupun kombinasi keduanya (Kollmann et al., 1975 dalam

Khalil et al., 2014). Pemadatan secara fisika dilakukan dengan pemberian perlakuan panas, kemudian kayu dikempa, sehingga terjadi peningkatan densitas (kerapatan) pada struktur kayu. Pemadatan secara kimia dilakukan dengan memasukkan senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan gugus hidroksil pada mikrofibril, atau memasukkan bahan resin atau polimer yang dapat mengisi rongga sel kayu. Pemadatan kombinasi antara fisika dan kimia dilakukan dengan

mengempa kayu yang telah diimpregnasi dengan senyawa kimia atau bahan resin, atau dikenal dengan istilah kompregnasi (Kollmann et al., 1975 dalam Khalil et al., 2014).

Pada proses impregnasi, senyawa kimia yang bereaksi dengan polimer kayu akan menutup sebagian besar gugus hidroksil pada polimer kayu, sehingga mengurangi ruang bagi ikatan air di dalam kayu. Sedangkan bahan resin yang berperan sebagai bahan pengisi rongga kayu yang kosong (*bulk ing agent*) akan menutup volume kosong pada polimer kayu, sehingga kayu tidak mudah menyerap air atau mengembang pada saat digunakan di lingkungan lembab atau basah, serta menjadi lebih padat (Pandey, Jayashree, & Nagaveni, 2009; Ibach, 2010).

Kelompok bahan kimia yang lazim digunakan dalam pemadatan kayu adalah furfuril alkohol (Stamm, 1977; Esteves, Nunes, & Pereira, 2011) dan asetat anhidrida (Rowell, 2006; Hill, 2006; Ibach, 2010; Iswanto, 2013). Namun kedua bahan tersebut umumnya diproduksi oleh negara maju dan relatif mahal, sehingga aplikasinya secara ekonomis tidak efektif. Perlakuan pemadatan kayu menggunakan resin organik, seperti sirlak dan damar sudah dilakukan dan secara efektif mampu meningkatkan stabilitas dimensi beberapa kayu seperti kayu jati cepat tumbuh (JCT) dan kayu karet (Basri & Balfas, 2014). Tulisan ini mempelajari peningkatan stabilitas dimensi kayu JCT dan kayu jabon melalui proses impregnasi dengan campuran larutan ekstrak jati dan beberapa jenis resin.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan kayu yang dipadatkan adalah JCT dan kayu jabon umur lima tahun dari Jawa Barat, serta kayu jati tua sebagai pembandingan sifat pengembangan. Serbuk kayu jati tua sebagai bahan impregnan utama diambil dari Cepu (Jawa Tengah). Bahan impregnan yang dicampurkan dengan ekstrak jati terdiri atas tiga jenis resin, masing-masing adalah polivinil asetat, vinil akrilat, dan resin resorsinol teknis.

Peralatan yang digunakan, antara lain alat penggerus kayu (*hammer mill*), mesin vakum-tekan, timbangan elektrik digital, termometer, peralatan

ekstraksi, bak penangas air (*waterbath*), pengaduk, *beaker glass*, *erlenmeyer*, kertas saring, oven, dan kaliper digital.

B. Metode

1. Persiapan contoh uji

Contoh uji kayu JCT, jabon, dan kayu jati tua sebagai kontrol dibuat dengan ukuran, 1 cm (tangensial/T) x 10 cm (radial/R) x 1 cm (longitudinal/L) dan 1 cm (R) x 10 cm (T) x 1 cm (L). Jumlah contoh uji setiap jenis kayu untuk setiap perlakuan lima buah. Sebelum diimpregnasi, semua contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 63^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai kadar air sekitar 10%.

2. Persiapan bahan impregnan

Serbuk kayu jati tua digiling, kemudian diayak (200 mesh). Hasil ayakan dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok I, serbuk direbus dengan air pada suhu 80°C , selama 2-3 jam. Kelompok II, sama seperti kelompok I, tetapi ditambahkan 0,5% NaOH pada saat perebusan. Perbandingan serbuk jati dengan air adalah 1:8. Berikutnya, larutan disaring dengan kain dan diperas hingga tidak ada lagi cairan yang tersisa.

Bahan untuk impregnasi terdiri atas campuran ekstrak jati tua dan berbagai resin dalam beberapa konsentrasi (Tabel 1).

Semua contoh uji yang telah ditimbang beratnya dimasukkan ke dalam tabung vakum-tekan. Tabung ditutup rapat dan divakum selama 30 menit. Berikutnya, larutan impregnan dimasukkan ke dalam tabung dan diberi tekanan sebesar 12 kg/cm^2 dan dipertahankan selama satu jam. Selanjutnya contoh uji dikeluarkan dari tabung dan ditiriskan selama 10 menit sebelum dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 63^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai kadar air 10%. Penambahan berat diukur sebelum dan sesudah impregnasi sebagai indikator masuknya bahan impregnan ke dalam kayu.

Pengujian stabilisasi dimensi dilakukan dengan menguji pengembangan dimensi (*swelling*) contoh uji pada arah radial dan tangensial setelah direndam pada waktu tertentu. Pengukuran pengembangan dimensi dilakukan dengan mengamati perubahan dimensi melalui *swellometer* pada contoh uji yang direndam dalam air selama 5 menit, 10 menit, 30 menit, 1 jam, 4 jam, dan 24 jam. Efektifitas perlakuan stabilisasi dimensi pada

Tabel 1. Bahan impregnasi kayu (*Wood impregnation material*)

Bahan ekstrak (<i>Extract material</i>)	Pelarut (<i>Solvent</i>)	Konsentrasi resin dalam larutan (<i>Resin concentration in solution</i>)
Serbuk jati (<i>Teak sawdust</i>)	Air panas (<i>Hot water</i>)	Kontrol (<i>Control</i>)
		Vinil akrilat (<i>Vinyl acrylic</i>): 8%, 10%, 12% (b/v)
		Polivinil asetat (<i>Polyvinyl acetate</i>): 8%, 10%, 12% (b/v)
	Air panas (<i>Hot water</i>) + 0,5% NaOH (b/v)	5% resorsinol (b/v) + formalin 2% 5% resorsinol (b/v) + formalin 2% + 0,5% NaOH (b/v)

kondisi dan jenis kayu tertentu ditentukan melalui perhitungan nilai *Anti Swelling Efficiency* (ASE) (Rowell & Ellis, 1978 dalam Pandey et al., 2009), sebagai berikut:

$$ASE = \frac{(Sc - St)}{Sc} \times 100\%$$

Sc = koefisien pengembangan pada contoh uji kontrol

St = koefisien pengembangan pada contoh uji perlakuan

C. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan rancangan faktorial dengan tiga faktor. Faktor pertama adalah perlakuan impregnasi, faktor kedua jenis kayu (JCT dan jabon), dan faktor ketiga penampang kayu (tangensial dan radial). Dalam penelitian ini terdapat sembilan taraf perlakuan impregnasi, yaitu K (hanya ekstrak jati tua/kontrol), R1-R3 (campuran ekstrak jati dan resin vinil akrilat dengan konsentrasi 8 %, 10 %, dan 12 %), R4-R6 (campuran ekstrak jati dan resin polivinil asetat dengan konsentrasi 8 %, 10 %, dan 12 %). ER1 dan ER2 masing-masing campuran ekstrak jati dengan dua komposisi resorsinol teknis. Setiap taraf terdiri atas lima contoh uji sebagai ulangan. Jika hasil analisa menunjukkan perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda menurut Dunnett (Steel, Torrie, & Dickey, 1997).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi serbuk jati dengan pelarut air panas menunjukkan hasil ekstrak berat kering yang terbatas, yaitu berkisar antara 0,8 sampai dengan 1 %, sedangkan dalam larutan 0,5% NaOH (b/v) bisa mencapai 11,25%. Hasil ekstrak dalam air panas ini relatif sangat kecil jumlahnya dibanding dengan kelarutan kayu jati dalam air panas yang mencapai 11,1% sebagaimana dilaporkan Martawijaya et al. (2005). Namun demikian, perolehan ekstrak jati dengan pelarut 0,5% NaOH relatif proporsional dengan hasil ekstraksi dalam 1% NaOH sebesar 19,8% yang dilaporkan Martawijaya et al. (2005). Jumlah ekstrak padatan yang diperoleh dalam ekstraksi 0,5% NaOH dalam penelitian ini jauh lebih banyak dibandingkan dengan ekstrak padatan (sekitar 4%) yang diperoleh dalam penelitian sebelumnya menggunakan pelarut metanol (Basri & Balfas, 2014).

Serupa dengan fenomena perlakuan impregnasi kayu dengan ekstrak jati larut metanol (Basri & Balfas, 2014), contoh uji kayu JCT dan kayu jabon yang diimpregnasi dengan ekstrak jati larut air juga menunjukkan keragaman penambahan berat secara nyata ($p > 99\%$) menurut jenis kayu dan orientasi serat (Tabel 2 dan Lampiran 1A, 1B). Penambahan berat pada contoh kayu radial baik pada JCT maupun jabon lebih besar daripada contoh kayu tangensial. Hal ini terutama disebabkan oleh faktor yang

mendukung penetrasi larutan pada struktur kayu radial lebih baik dibandingkan dengan kayu tangensial karena jari-jarinya lebih terbuka, sehingga larutan impregnan lebih banyak masuk pada kayu radial (Panshin & de Zeeuw, 1980).

Penambahan berat basah pada kayu jabon lebih tinggi daripada kayu JCT (Tabel 2). Perbedaan ini menunjukkan bahwa kayu jabon memiliki sifat permeabilitas yang jauh lebih baik dibandingkan kayu JCT. Hal ini mungkin karena noktah (ceruk) dan ukuran pembuluh kayu JCT yang sempit menjadi pembatas permeabilitas dibandingkan dengan kayu jabon. Hasil pengamatan Basri et al. (2014), kayu jabon memiliki ukuran ceruk antar pembuluh sebesar 7,9 μm , sedangkan kayu JCT hanya sekitar 3,5 μm . Pada sisi lain, kayu jabon memiliki porositas baur dengan pengelompokan pembuluh soliter (>60 %), ganda 2 radial (>30 %) dan sisanya bergerombol. Sedangkan kayu JCT mempunyai persentase pembuluh soliter lebih banyak yaitu >90 %. Kehadiran pembuluh berganda dan bergerombol dalam porsi yang lebih besar pada kayu jabon dapat digunakan sebagai ruang untuk bahan impregnan masuk lebih banyak ke dalam struktur kayu ini (Basri, Balfas, Dewi, Jasni, & Abdurachman, 2014).

Penambahan berat kering akibat deposisi ekstrak jati pada contoh uji kayu JCT maupun jabon sangat kecil. Hal ini bisa disebabkan karena hasil ekstraksi serbuk jati dengan pelarut air panas yang diperoleh dalam penelitian ini sangat kecil, hanya sekitar 1 %.

Perlakuan impregnasi kayu dengan campuran ekstrak jati dan berbagai resin menyebabkan

penambahan berat, baik berat basah maupun berat kering pada contoh uji secara beragam menurut jenis kayu dan arah serat atau penampang kayu (Tabel 3, Lampiran 2A, 2B). Pada perlakuan ini, penambahan berat pada kayu jabon jauh lebih tinggi dibandingkan penambahan berat pada kayu JCT. Perbedaan ini terutama berkaitan dengan struktur kayu jabon yang lebih porus dibandingkan dengan struktur kayu JCT (Basri et al., 2014). Pengaruh penambahan berat pada contoh uji yang diimpregnasi dengan larutan ekstrak jati dan polivinil asetat juga menunjukkan pola keragaman yang serupa dengan perlakuan ekstrak jati dan vinil akrilat. Contoh uji kayu jabon secara konsisten juga mengalami penambahan berat yang lebih besar daripada contoh uji kayu JCT.

Perlakuan impregnasi dengan campuran ekstrak jati dan resorsinol teknis menghasilkan penambahan berat kering lebih besar (Tabel 3) dibandingkan dengan pertambahan berat contoh uji yang diberi perlakuan impregnan lainnya. Perlakuan impregnasi dengan larutan komposisi pertama (ER1) secara nyata ($p > 99\%$) memberikan penambahan berat kering lebih rendah dibandingkan dengan komposisi kedua (ER2) untuk semua faktor jenis kayu dan orientasi serat. Perbedaan deposit impregnan ini mungkin disebabkan oleh kandungan ekstraktif jati yang lebih banyak pada komposisi ER2 sebagaimana ditunjukkan pada nilai kelarutan ekstrak jati dengan penambahan 0,5% NaOH, sehingga impregnasi dengan larutan ER2 memberikan deposisi senyawa yang lebih berat.

Tabel 2. Penambahan berat contoh uji akibat perlakuan dengan ekstrak jati
Table 2. Weight gain due to treatment with teak extract

Jenis dan penampang kayu (<i>Wood species and sections</i>)	Berat (<i>Weight</i>), gr		Tambahan berat (<i>Weight gain</i>), %		
	Awal (<i>Initial</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)
JCT					
Radial	5,30	8,95	5,32	51,98	0,03
Tangensial (<i>Tangential</i>)	5,40	8,49	5,40	31,15	0,00
Jabon					
Radial	3,97	8,53	4,04	114,86	0,21
Tangensial (<i>Tangential</i>)	4,25	8,04	4,27	89,18	0,04

Keterangan (*Remarks*): Data merupakan rata-rata dari 5 ulangan (*The data obtained from average of 5 replications*)

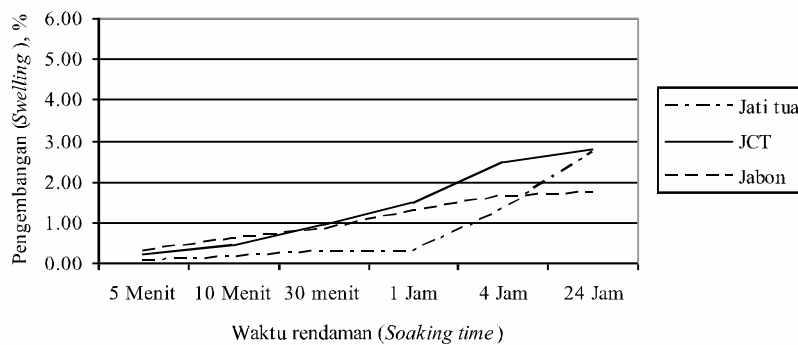
Tabel 3. Penambahan berat (%) impregnasi campuran ekstrak jati dan beberapa resin
Table 3. Weight gain due to treatment of teak extract and various resins mixture

Jenis dan penampang kayu (Wood species and sections)	Resin					
	V. akrilat (<i>V. acrilic</i>) 8%		V. akrilat (<i>V. acrilic</i>) 10%		V. akrilat (<i>V. acrilic</i>) 12%	
	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)
JCT						
Radial	143,05	8,22	117,25	6,72	128,56	7,94
Tangensial (<i>Tangential</i>)	114,58	5,79	120,93	7,83	111,43	7,22
Jabon						
Radial	247,23	12,32	211,73	14,31	237,72	13,46
Tangensial (<i>Tangential</i>)	199,88	11,70	202,08	16,99	196,40	13,00
	P. asetat (<i>P. acetate</i>) 8%		P. asetat (<i>P. acetate</i>) 10%		P. asetat (<i>P. acetate</i>) 12%	
JCT						
Radial	116,43	1,89	116,41	2,94	123,41	6,08
Tangensial (<i>Tangential</i>)	116,86	2,55	115,39	3,23	115,01	6,39
Jabon						
Radial	155,86	4,94	230,45	7,18	259,15	12,95
Tangensial (<i>Tangential</i>)	233,25	6,14	180,61	6,83	200,76	9,94
	EJ + EJR1		EJ + EJR2			
JCT						
Radial	106,43	6,96	97,45	9,02		
Tangensial (<i>Tangential</i>)	117,60	7,80	116,13	10,00		
Jabon						
Radial	251,55	16,29	270,96	22,06		
Tangensial (<i>Tangential</i>)	185,42	14,51	177,57	16,75		

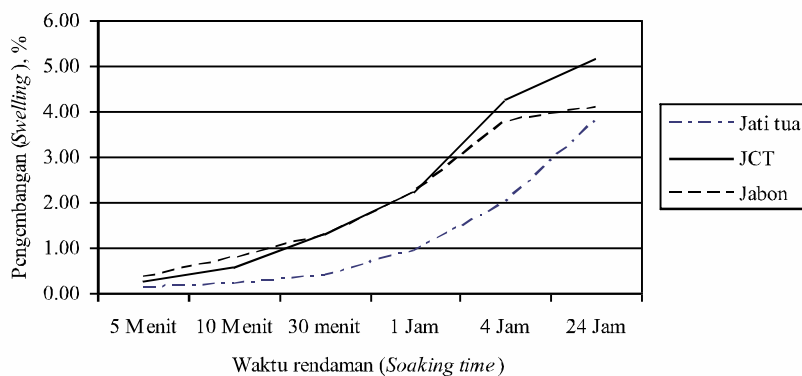
Keterangan: EJ = Ekstrak jati (*Teak extract*); ER1 & 2= Resin resorsinol (*resorinol resin*) 1 & 2

Hasil analisis keragaman pada perubahan dimensi kayu selama perendaman dalam air (Lampiran 2) menunjukkan keragaman yang nyata ($p > 99\%$) menurut jenis kayu dan perlakuan. Meskipun pengembangan radial (Gambar 1) maupun tangensial (Gambar 2) kayu JCT lebih tinggi dibandingkan kayu jabon maupun kayu jati tua, namun kayu JCT termasuk stabil karena rasio pengembangan dimensi tangensial terhadap radialnya atau T/R rasio hanya 1,83. Menurut Bowyer et al. (2007), jika nilai T/R rasio suatu jenis kayu lebih kecil dari 2 atau mendekati 1 ($T/R \leq 2$), maka diindikasikan kayu tersebut stabil dimensinya. Kayu jabon, meskipun pengembangan dimensinya lebih rendah dari kayu JCT, namun nilai T/R kayu tersebut tinggi yaitu 2,41. Hal ini menunjukkan kayu tersebut tidak stabil.

Perlakuan impregnasi dengan hanya menggunakan ekstrak jati memberikan pengaruh nyata pada kedua jenis kayu, terutama pada awal proses rendaman (5 sampai 10 menit). Pengaruh ini tampak jelas pada Gambar 3, di mana bentuk kenaikan kurva lebih landai pada periode rendaman tersebut dibandingkan dengan pola kurva yang terjadi pada contoh uji kontrolnya, baik pada kayu JCT maupun jabon. Nilai *anti swelling efficiency* (ASE) pada contoh uji JCT yang diimpregnasi dengan ekstrak jati umumnya kurang dari 20% (Tabel 4) dan pada kayu jabon tertinggi hanya mencapai 23,15% (Tabel 5). Hasil ini menunjukkan deposisi ekstrak jati pada kayu JCT maupun jabon tidak efektif menahan laju absorpsi air selama proses rendaman dalam air. Dengan kata lain perlakuan impregnasi dengan hanya ekstrak jati belum mampu meningkatkan sifat stabilitas dimensi kayu JCT maupun jabon.



Gambar 1. Pengembangan radial pada contoh uji kontrol
Figure 1. Radial swelling on control samples



Gambar 2. Pengembangan tangensial pada contoh uji kontrol
Figure 2. Tangential swelling on control samples

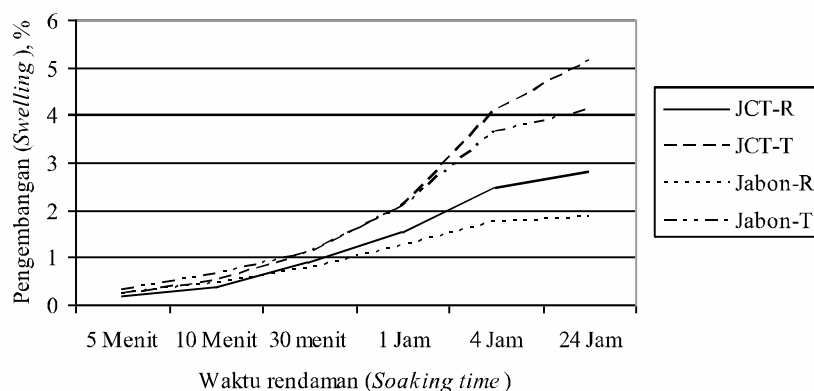
Perlakuan impregnasi dengan campuran ekstrak jati dan vinil akrilat menunjukkan efektifitas yang berbeda menurut jenis kayu dan waktu rendaman (Tabel 4 dan Tabel 5). Nilai ASE pada contoh uji tangensial kayu JCT yang diberi perlakuan dengan campuran vinil akrilat 12 % bisa mencapai 49,06 % (Tabel 6), sedangkan pada contoh uji kayu jabon bisa lebih dari 90 %. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan impregnasi dengan campuran ekstrak jati dan vinil akrilat hanya efektif meningkatkan stabilitas dimensi pada kayu jabon. Perbedaan efektifitas perlakuan tersebut mungkin disebabkan oleh deposisi resin yang lebih banyak pada kayu jabon dibandingkan dengan kayu JCT (Tabel 3). Penambahan konsentrasi vinil akrilat pada larutan ekstrak jati cenderung meningkatkan nilai stabilitas dimensi kedua jenis kayu tersebut.

Perlakuan impregnasi dengan menggunakan campuran ekstrak jati dan polivinil asetat memberikan pengaruh peningkatan stabilitas dimensi yang lebih baik pada kedua jenis kayu dibandingkan dengan perlakuan menggunakan campuran ekstrak jati dan vinil akrilat (Tabel 4 dan Tabel 5). Penambahan polivinil asetat sebanyak 8% pada ekstrak jati mampu meningkatkan nilai ASE hingga 74% pada kayu JCT (Tabel 4) atau 98 % pada kayu jabon (Tabel 5). Penambahan konsentrasi polivinil asetat pada larutan ekstrak jati memberikan pengaruh peningkatan nilai ASE secara proporsional pada arah tangensial. Pada Tabel 4 dan Tabel 5, tampak bahwa nilai stabilitas dimensi kayu JCT dan jabon mengalami peningkatan secara nyata ($p > 95\%$) dengan

penambahan konsentrasi polivinil asetat dari 8 ke 12%.

Perlakuan impregnasi paling efektif menunjukkan nilai ASE yang tinggi adalah perlakuan kedua jenis kayu dengan campuran ekstrak jati dan resin resorsinol (ER 1 dan ER2), sebagaimana tampak dalam Tabel 4 dan Tabel 5. Pada kedua perlakuan tersebut, nilai efisiensi anti pengembangan (ASE) kedua jenis kayu lebih baik dibandingkan dengan nilai ASE yang diperoleh dari perlakuan campuran ekstrak jati dan resin vinil akrilat maupun polivinil asetat. Bahkan nilai ASE kayu jabon pada perlakuan tersebut bisa di atas 100 %. Efektifitas yang tinggi pada perlakuan ini dibanding perlakuan campuran ekstrak jati dengan kedua resin yang lain mungkin karena perbedaan produk reaksi yang bersifat lebih hidrofobik antara struktur kayu dengan resin resorsinol yang ditambahkan formalin, dibandingkan dengan kedua resin tersebut.

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 tampak bahwa nilai ASE beragam menurut arah orientasi serat. Contoh uji radial cenderung memiliki nilai ASE lebih tinggi daripada contoh uji tangensial, baik pada kayu JCT maupun jabon. Perbedaan ini mungkin berhubungan dengan koefisien pengembangan yang lebih tinggi pada kayu tangensial. Pada kedua tabel juga tampak keragaman nilai ASE menurut waktu rendaman contoh uji dalam air. Secara umum terjadi penurunan nilai ASE dengan pertambahan waktu rendaman dari 5 menit hingga 24 jam. Hal ini menunjukkan penurunan performa perlakuan stabilitas dimensi, terutama pada perlakuan



Gambar 3. Pengembangan pada perlakuan ekstrak jati
Figure 3. Swelling on the teak extract treatment

Tabel 4. Nilai efisiensi anti pengembangan (%) kayu JCT menurut perlakuan, arah serat, dan waktu rendaman
 Table 4. Anti swelling efficiency (%) of JCT in accord of treatments, fiber directions (FD) and soaking times

Perlakuan (Treatments)	Arah serat (FD)	Waktu rendaman (Soaking time)							
		5 menit (5 minutes)	10 menit (10 minutes)	30 menit (30 minutes)	1 Jam (1 hour)	4 Jam (4 hours)	24 Jam (24 hours)		
EJ1	R	16,63	18,42	5,10	1,17	0,28	-0,37		
	T	18,87	16,13	17,13	7,18	3,58	0,33		
EJ1 + A 8%	R	8,71	5,09	6,27	6,06	5,40	4,20		
	T	12,66	9,97	8,47	6,41	5,47	3,25		
EJ1 + A 10%	R	29,19	17,73	16,15	8,99	7,80	3,07		
	T	13,73	13,09	8,08	6,86	4,95	3,67		
EJ1 + A 12%	R	43,02	34,01	28,49	13,74	8,40	6,28		
	T	49,06	40,66	31,59	24,18	7,33	4,51		
EJ1 + PA 8%	R	27,32	17,95	11,42	9,80	48,70	74,41		
	T	34,90	19,73	15,01	6,71	8,26	27,10		
EJ1 + PA 10%	R	36,91	34,08	32,58	15,85	44,39	76,22		
	T	57,32	40,21	26,77	23,28	32,65	41,04		
EJ1 + PA 12 %	R	55,67	37,43	36,27	22,26	44,22	74,50		
	T	58,40	43,64	28,43	32,16	40,28	52,19		
EJ2 + ER1	R	95,78	64,07	41,75	35,09	50,46	72,68		
	T	98,44	74,40	57,73	46,04	50,11	69,66		
EJ2 + ER2	R	102,67	72,29	59,53	42,33	69,91	83,55		
	T	106,88	75,45	66,69	48,61	62,04	77,49		

Keterangan (Remarks): EJ1 = Ekstrak jati dengan pelarut air panas (teak extract dissolved in hot water); EJ2 = ekstrak jati dengan pelarut 0,5% NaOH; (teak extract dissolved in 0,5% NaOH); A = Vinil akrilat (Vinyl acrilat); PA = Polivinil asetat (Polyvinyl acetate); ER1 & ER2 = Resin resorsinol (Resorcinol resin) 1 & 2

Tabel 5. Nilai efisiensi anti pengembangan (%) kayu jabon menurut perlakuan, arah serat, dan waktu rendaman
Table 5. Anti swelling efficiency (%) of jabon in accord of treatments, fiber directions (FD) and soaking times

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Arah serat (<i>FD</i>)	Waktu rendaman (<i>Soaking time</i>)							
		5 menit (<i>5 minutes</i>)	10 menit (<i>10 minutes</i>)	30 menit (<i>30 minutes</i>)	1 Jam (<i>1 hour</i>)	4 Jam (<i>4 hours</i>)	24 Jam (<i>24 hours</i>)		
EJ1	R	20,75	22,52	11,11	7,38	6,14	2,85		
	T	23,15	17,12	12,50	5,11	3,00	0,50		
EJ1 + A 8%	R	97,61	94,59	85,92	81,23	69,53	54,38		
	T	62,84	59,39	45,31	30,79	19,13	18,97		
EJ1 + A 10%	R	81,62	72,33	65,78	60,55	64,11	65,88		
	T	84,32	76,23	63,94	50,45	30,75	21,93		
EJ1 + A 12%	R	99,94	77,09	60,35	59,41	64,71	66,08		
	T	83,36	76,43	68,76	65,92	65,30	65,12		
EJ1+PA 8%	R	98,42	53,37	45,05	35,47	26,31	26,82		
	T	91,20	61,13	50,34	28,23	35,65	37,29		
EJ1+PA 10%	R	93,21	75,98	54,66	37,01	48,91	48,77		
	T	98,81	77,06	58,35	36,91	44,22	46,93		
EJ1+PA 12%	R	94,64	79,52	65,19	41,43	52,16	51,76		
	T	107,81	78,77	70,95	43,74	51,36	46,17		
EJ2 +ER1	R	96,55	79,02	69,72	72,83	89,77	98,39		
	T	98,40	74,57	69,81	113,34	140,53	173,25		
EJ2+ ER2	R	104,45	81,02	73,48	80,81	106,04	111,98		
	T	108,52	91,74	74,47	84,51	156,41	177,43		

Keterangan (*Remarks*): FD = Fiber direction; EJ1= Ekstrak jati dengan pelarut air panas (*teak extract dissolved in hot water*); EJ2= ekstrak jati dengan pelarut 0,5% NaOH; (*teak extract dissolved in 0.5% NaOH*); A= Vinil akrilat (*Vinyl acrilic*); PA= Polivinil asetat (*Polyvinyl acetate*); ER1& ER2= Resin resorsinol (*Resorcinol resin*) 1& 2

dengan larutan ekstrak jati serta campurannya dengan resin vinil akrilat. Pada sebagian perlakuan terjadi penurunan nilai ASE pada awal rendaman kemudian mengalami peningkatan nilai ASE pada waktu rendaman yang lebih lama. Hal ini terutama disebabkan oleh selisih pengembangan menurut waktu rendaman pada kelompok perlakuan tersebut relatif kecil dibandingkan dengan perubahan yang terjadi pada contoh uji kontrol.

Perlakuan impregnasi dengan larutan campuran ekstrak jati dan vinil akrilat menyebabkan perubahan warna yang lebih gelap pada kedua jenis kayu dibandingkan dengan perlakuan dengan campuran ekstrak jati dan polivinil asetat. Namun perubahan warna kedua jenis kayu lebih mendekati warna jati tua diperoleh pada perlakuan impregnasi dengan campuran ekstrak jati dan resorsinol teknis, baik ER1 maupun ER2. Hal ini karena kandungan ekstrak jati pada campuran ER1 maupun ER2 lebih banyak dibandingkan kandungan ekstrak jati pada campuran resin vinil akrilat maupun polivinil asetat.

IV. KE SIMPULAN DAN SARAN

Stabilisasi dimensi kayu jati cepat tumbuh (JCT) dan kayu jabon dapat dilakukan dengan perlakuan impregnasi menggunakan larutan campuran ekstrak serbuk jati tua dengan resin larut air (vinil akrilat, polivinil asetat) maupun resin resorsinol.

Di antara ketiga formula impregnan tersebut, penyempurnaan sifat stabilisasi dimensi terbaik kedua jenis kayu diperoleh pada penggunaan larutan campuran ekstrak jati dengan 2% resin resorsinol padatan, baik tanpa penambahan 0,5 % NaOH padatan (b/v) [ER1] maupun dengan penambahan 0,5% NaOH padatan (b/v) [ER2]. Pada perlakuan ini nilai efisiensi anti pengembangan (ASE) kayu JCT bisa mencapai lebih dari 70 % dan jabon lebih dari 100 %.

Warna kayu yang diimpregnasi dengan formula impregnan campuran ekstrak jati dan ER1 maupun ER2 menjadi lebih gelap kecokelatan dengan kesan warna mendekati warna kayu jati tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, E., Balfas, J., Dewi, L.M., Jasni & Abdurachman. (2014). Teknologi stabilisasi dimensi kayu. *Laporan Hasil Penelitian*. Bogor: Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Basri, E. & Balfas, J. (2014). Impregnasi ekstrak jati dan resin pada kayu jati cepat tumbuh dan karet. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32 (4), 283-289.
- Bowyer, J.L., Shmulsky, R. & Haygreen, J.G. (2007). *Forest products & wood science: An introduction*. (5th ed.). USA: Iowa State Press.
- Esteves, B., Nunes, L. & Pereira, H. (2011). Properties of furfurylated wood (*Pinus pinaster*). *European Journal of Wood and Wood Products*, 69, 521-525.
- Hill, C.A.S. (2006). *Wood modification: Chemical, thermal, and other processes*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Hill, C.A.S. (2011). Wood modification: An update. *Bioresources*, 6 (2), 918-919.
- Ibach, R.E. (2010). Specialty treatments. (Bab 19). Dalam Forest Products Laboratory [FPL] (Centennial edit.). *Wood handbook: Wood as an engineering material*. Wisconsin: Forest Product Society. (pp. 19.1- 19.14).
- Iswanto, A.H., Fatriasari, W., Yuniarti, A.D., Zailani, A. & Febrianto, F. (2013). Sifat fisis dan mekanis oriented strand board dari kayu terasetilasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 11 (2), 184-191.
- Khalil, H.P.S.A., Dungani, R., Mohammed, I.A., Hossain, M.S., Aprilia, N.A.S., Budiarto, S. & Rosamah, E. (2014). Determination of the Combined effect of chemical modification and compression of agatis wood on the dimensional stability, termite resistance, and morphological structure. *Bioresources*, 9 (4), 6614-6625.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Mandang, Y.I., Prawira, S.A. & Kadir, K. (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid I (Edisi revisi)*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

- Pandey, K.K., Jayashree & Nagaveni, H.C. (2009). Study of dimensional stability, decay resistance, and light stability of phenylisothiocyanate modified rubberwood. *Bioresources*, 4 (1), 257-267.
- Panshin, A. J. & de Zeeuw, C. (1980). *Textbook of wood technology*. Iowa: McGraw-Hill Book Co.
- Rowell, R.M. (2006). Acetylation. *Forest Products Journal*, 56 (9), 4-12.
- Stamm, A.J. (1977). Dimensional stabilization of wood with furfuryl alcohol resin. *Dalam Goldstein, I.S. (Ed.). Wood technology: Chemical aspects*. Washington D.C: American Chemical Society. (pp. 141–149).
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. & Dickey, D.A. (1997). *Principles and procedures of statistics. A biomaterial approach*. (3rd ed). New York: Mc.Graw-Hill Book Company.

Lampiran 1A. Analisis keragaman penambahan berat basah contoh uji kayu**Appendix 1A. Variation analysis on weight gains of wet samples**

Sumber (<i>Source</i>)	Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>)	Jumlah kuadrat (<i>Sum of square</i>)	F hitung (<i>F-calculated</i>)	Nyata (<i>Significance</i>)
Spesies (S)	1	303500	2341,745	0,000
Arah serat (A)	1	6633	51,181	0,000
Perlakuan (P)	9	591869	507,416	0,000
Interaksi S * A	1	2629	20,288	0,000
Interaksi S * P	9	65974	56,560	0,000
Interaksi A * P	9	38283	32,821	0,000
Interaksi S * A * P	9	39774	34,099	0,000
Galat	160	20737		

Lampiran 1B. Analisis keragaman penambahan berat kering contoh uji kayu**Appendix 1B. Variation analysis on weight gains of dry samples**

Sumber (<i>Source</i>)	Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>)	Jumlah kuadrat (<i>Sum of square</i>)	F hitung (<i>F-calculated</i>)	Nyata (<i>Significance</i>)
Spesies (S)	1	1254	2006,986	0,000
Arah serat (A)	1	6	10,124	0,002
Perlakuan (P)	9	4474	795,683	0,000
Interaksi S * A	1	11	17,926	0,000
Interaksi S * P	9	489	86,951	0,000
Interaksi A * P	9	62	11,015	0,000
Interaksi S * A * P	9	69	12,239	0,000
Galat	160	100		

Lampiran 2. Analisis keragaman pengembangan dimensi selama rendaman
Appendix 2. Variation analysis on swelling during soaking

Sumber keragaman (<i>Variation source</i>)	Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>)	F- Hitung pada masing-masing waktu rendaman (<i>F-calculated on each soaking time</i>)					
		5 menit (<i>5 minutes</i>)	10 menit (<i>10 minutes</i>)	30 menit (<i>30 minutes</i>)	1 jam (<i>1 hour</i>)	4 jam (<i>4 hours</i>)	24 jam (<i>24 ours</i>)
Spesies (S)	1	376,95 ^{sn}	543,16 ^{sn}	492,27 ^{sn}	378,48 ^{sn}	7,68 ^{sn}	238,42 ^{sn}
Arah serat (A)	1	117,88 ^{sn}	116,1 ^{sn}	369,59 ^{sn}	602,89 ^{sn}	1856,9 ^{sn}	1562,84 ^{sn}
Perlakuan (P)	9	117,20 ^{sn}	42,38 ^{sn}	48,08 ^{sn}	19,73 ^{sn}	73,29 ^{sn}	68,95 ^{sn}
Interaksi S * A	1	0,73 ^{tn}	4,04 ^{sn}	2,07 ^{tn}	36,31 ^{sn}	302,36 ^{sn}	265,31 ^{sn}
Interaksi S * P	9	38,49 ^{sn}	32,59 ^{sn}	52,16 ^{sn}	32,51 ^{sn}	10,77 ^{sn}	7,55 ^{sn}
Interaksi A * P	9	5,84 ^{sn}	2,51 ^{sn}	4,45 ^{sn}	4,33 ^{sn}	20,15 ^{sn}	23,58 ^{sn}
Interaksi S * A * P	9	3,49 ^{sn}	7,27 ^{sn}	16,12 ^{sn}	12,44 ^{sn}	30,53 ^{sn}	38,40 ^{sn}
Galat	160						

Keterangan (*Remarks*) : sn = Sangat berbeda nyata (*Highly significant*)
tn = Tidak berbeda nyata (*Not significant*)