

KUALITAS POLITUR ORGANIK DARI EKSTRAK KAYU JATI DAN SIRLAK (*Quality of Organic Wood Varnish from Teak Extract and Shellac*)

Jamal Balfas

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610
Telp: (0251) 8633378; Fax: (0251) 8633413
E-mail: jamalbs2000@yahoo.com

Diterima 19 Januari 2017, Direvisi 14 Maret 2017, Disetujui 4 Maret 2017

ABSTRACT

Currently, commercial wood finish products are predominantly chemical solvent-based, such as melamine formaldehyde and nitrocellulose. Although these products give desirable quality, durable and affordable cost, their volatile organic compounds are detrimental to the environmental and harmful to the health. This paper studies the use of teak extract mixed with shellac as alternative top coat or wood stain. Quality of the alternative formula was tested on tusam and rubber wood by assessing their physical, mechanical and chemical performances in comparison with the commercial products, i.e. melamine formaldehyde (MF) and nitrocellulose (NS). Samples of two wood species were treated by dipping them in various wood finishing solutions. Weight and dimensional changes due to the treatment were determined in wet and dry sample conditions. Results showed that weight and dimensional gains due to dipping treatment were varied according to wood species, grain orientation and finishing solution. Tusam samples possessed greater weight and dimensional gains than those of rubber wood samples. All organic finishing formulas were able to protect wood from water intrusion, however they were less effective than the commercial MF and NS. Top coat made from the mixture of teak extract and shellac has lower scratch resistance and less resistant against chemical liquids than the commercial MF and NS. Wood stain of teak extract and shellac mixture provided better color value than the commercial wood stain in term of color likeness to the true teak.

Keywords: Organic wood finishing, teak extract, shellac, scratch resistance, color

ABSTRAK

Penggunaan bahan *finishing* kayu dewasa ini dikuasai oleh bahan *finishing* dengan pelarut mineral, seperti melamin dan nitroselulosa. Meskipun bahan *finishing* ini dapat memberikan kualitas finishing yang baik, awet serta harga yang terjangkau, namun kelompok bahan *finishing* ini melepas banyak polutan, sehingga dapat merusak lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan. Dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi penggunaan bahan alternatif berupa ekstrak kayu jati yang dicampur dengan sirlak untuk produksi pewarnaan kayu atau lapisan atas. Performa bahan *finishing* alternatif diuji secara fisis, mekanis dan kimia pada kayu tusam dan karet, serta dibandingkan dengan performa bahan *finishing* komersial, yaitu melamin formaldehida (MF) dan nitroselulosa (NS). Contoh uji kedua jenis kayu direndam dalam larutan bahan finishing kemudian dikeringkan. Perubahan berat dan dimensi contoh uji akibat rendaman ditentukan pada kondisi basah dan kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertambahan berat dan perubahan dimensi akibat rendaman beragam menurut jenis kayu, orientasi serat dan jenis bahan *finishing* yang digunakan. Contoh kayu tusam mengalami perubahan berat dan dimensi lebih besar daripada kayu karet. Semua formula *finishing* organik mampu melindungi kayu dari intrusi air, namun tidak sebaik kelompok komersial MF dan NS. Formula lapisan atas ekstrak jati dan sirlak memiliki daya tahan terhadap larutan kimia dan ketahanan gores lebih rendah daripada MF dan

NS. Namun demikian, formula pewarnaan kayu ekstrak jati dan sirlak memiliki nilai warna lebih baik daripada wood stain komersil.

Kata kunci: *Finishing* organik, ekstrak jati, sirlak

I. PENDAHULUAN

Proses pengerjaan akhir kayu (*wood finishing*) adalah proses pemberian lapisan pada permukaan produk kayu, terutama produk mebel, untuk tujuan penghalusan atau perlindungan pada permukaan kayu. Pelapisan permukaan kayu tersebut secara komersial didominasi oleh penggunaan resin sintesis dalam lima dekade terakhir, seperti melamin dan nitroselulosa yang menggunakan pelarut mineral (*mineral solvent-based*) dan pengeras formaldehida. Kelompok resin ini memberikan hasil finishing yang baik, namun penggunaannya dapat menimbulkan pengaruh yang merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Li & Guo, 2002). Kelemahan resin sintesis pada kedua aspek tersebut telah mendorong banyak peneliti di berbagai negara mencari bahan finishing alternatif dari sumber nabati atau material organik. Terminologi organik dalam penelitian ini lebih ditekankan pada penggunaan resin organik dan pelarut organik sebagai bahan finishing. Secara umum hasil yang diperoleh dengan kategori ramah lingkungan terkonsentrasi pada penggunaan bahan kelompok minyak (*tung oil, linseed oil, lilin*), sirlak, dan bahan *finishing* larut air).

Dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi penggunaan bahan alternatif berupa zat ekstraktif dari kayu jati yang dicampur dengan resin organik sebagai komponen pewarna alami sekaligus memiliki fungsi meningkatkan keawetan pada permukaan kayu sebagaimana dilaporkan sebelumnya pada kayu karet dan jati (Balfas, Basri & Jasni, 2015). Penggunaan pelarut metanol dalam ekstraksi kayu jati diharapkan dapat melarutkan komponen antrakuinon secara maksimal pada serbuk kayu tersebut yang menjadi bahan aktif anti rayap (Kokutse, Stokes, Bailleres, Kokou & Baudasse, 2006). Zat ekstraktif ini menjadi komponen penting pengganti pigmen mineral dalam pembuatan *wood stain*. Zat ekstraktif juga digunakan untuk komposisi pembuatan larutan *top coat* yang menggunakan

resin sirlak. Tulisan ini melaporkan hasil formulasi bahan finishing yang menggunakan bahan dasar ekstraktif kayu jati dan sirlak sebagai *wood stain* dan *top coat*, sekaligus membandingkan hasilnya dengan bahan *finishing* komersial.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang diperlukan untuk formulasi bahan *finishing* terdiri atas serbuk gergajian jati, pelarut organik (metanol), resin sirlak, dan beberapa bahan pembantu lainnya. Sebagai pembandingan diperlukan bahan *finishing* komersil berupa *wood stain* dan *top coat* dari kelompok melamin dan nitroselulosa beserta pelarut *thinner*. Bahan kayu yang digunakan sebagai media aplikasi adalah bagian teras dari kayu karet dan tusam.

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri atas alat penggerus kayu (*hammermill*), kuas, ampelas, *spray gun*, timbangan elektrik digital, alat ukur kadar air, termometer, peralatan ekstraksi, bak penangas air (*waterbath*), dan oven.

B. Metode Penelitian

1. Persiapan percobaan

Serbuk jati diambil dari kilang penggergajian di Cepu, Jawa Tengah. Semua serbuk dikeringkan dalam oven pada temperatur sekitar 70°C hingga mencapai kadar air kurang dari 10%. Serbuk kering dihaluskan dengan *hammermill* hingga diperoleh serbuk dengan ukuran 200 *mesh*.

2. Ekstraksi

Ekstraksi serbuk kayu gergajian kering dilakukan dengan menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan 1 : 8, atau 1.000 g serbuk jati dalam delapan liter metanol. Campuran bahan tersebut dipanaskan pada temperatur 70 °C dalam *waterbath* selama satu jam. Setelah dingin, campuran bahan diperas dan disaring sehingga diperoleh larutan ekstrak bersih. Ekstrak tersebut kemudian ditampung dalam jerigen plastik.

Terhadap larutan ekstraktif ini dilakukan penentuan rendemen, analisa kandungan padatan (*solid content*) secara fisis melalui metode oven, serta analisis komponen dengan metode GCMS-Pyrolisis. Jenis GCMS yang digunakan adalah Shimadzu Type GCMS-QP2010 dengan kondisi operasi sebagai berikut:

Gas	: Helium
Detector	: FID
Kolom	: Capiler Type Phase Rtx-5MS; 60 m; 0,25 mmID
Temperatur kolom	: 50 °C
Tekanan inlet (kPa)	: 100
Aliran kolom (ml/min)	: 0,85
Split ratio	: 112,3
Temperatur pirolisis	: 400 °C

Identifikasi komponen ditentukan dengan memasukkan contoh uji ke dalam ruang kuarsa dalam unit pirolisis yang kemudian dipanaskan dalam lingkungan bebas oksigen hingga terjadi fragmentasi makromolekul dan menghasilkan jenis spesifik yang disesuaikan dengan database pada unit GCMS. Konsentrasi pada senyawa yang teridentifikasi ditentukan melalui nilai relatif area puncak terhadap total area puncak.

3. Pembuatan formula

Formulasi bahan finishing secara mendasar terdiri dari larutan ekstrak jati yang dicampur dengan resin sirlak dengan variasi berikut:

- 5% sirlak bobot/volume dalam larutan ekstrak jati standar (Kode E1S1)
- 10% sirlak bobot/volume dalam larutan ekstrak jati standar (Kode E1S2)
- 5% sirlak bobot/volume dalam larutan ekstrak jati konsentrasi dobel (Kode E2S1)
- 10% sirlak bobot/volume dalam larutan ekstrak jati konsentrasi dobel (Kode E2S2)
- 5% sirlak bobot/volume dalam larutan ekstrak jati konsentrasi tripel (Kode E3S1)
- 10% sirlak bobot/volume dalam larutan ekstrak jati konsentrasi tripel (Kode E3S2)

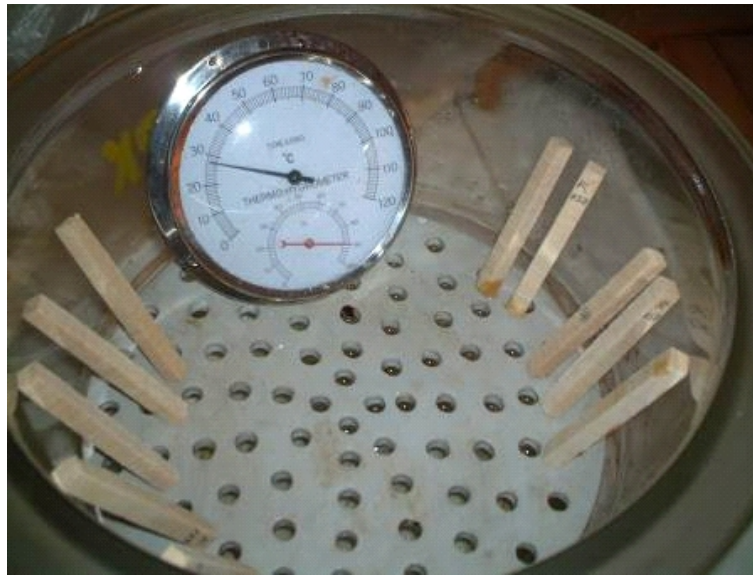
Larutan ekstrak jati standar adalah larutan ekstrak jati dengan konsentrasi ekstraktif sekitar 3% yang diperoleh langsung dari ekstraksi serbuk jati dalam metanol. Larutan ekstrak jati konsentrasi dobel dan tripel masing-masing adalah larutan ekstrak jati dengan konsentrasi ekstraktif sekitar 6% dan 9%, yang diperoleh melalui evaporasi pelarut pada larutan ekstrak jati

standar. Masing-masing komposisi di atas diuji penggunaannya pada contoh uji kayu radial maupun tangensial dari jenis karet dan tusam sebagai *wood stain* dan *top coat*. Hasil tampilan komposisi ini dievaluasi efektivitasnya secara visual dibandingkan dengan produk komersial, baik dari kelompok resin melamin (kode MF) maupun nitroselulosa (kode NS).

4. Pengujian bahan finishing

Pada penelitian ini dilakukan beberapa macam pengujian, yaitu pengujian fungsi bahan dalam hal penolakan air (*water repellency*) dengan pengukuran perubahan dimensi (*swelling*) pada contoh uji kayu yang direndam dalam larutan finishing, pengujian aspek mekanis dan kimia. Pengujian kemampuan bahan finishing dalam penolakan air dilakukan pada contoh uji radial dan tangensial berukuran 1 cm (tebal) x 1 cm (lebar) x 10 cm (radial) dan 1 cm (tebal) x 1 cm (lebar) x 10 cm (tangensial) baik kontrol maupun perlakuan masing-masing dengan lima buah ulangan. Semua contoh uji diukur dimensi dan beratnya pada saat sebelum perlakuan, setelah perlakuan kondisi basah dan kondisi kering setelah dioven selama 12 jam pada suhu 65°C. Perlakuan rendaman selama lima menit dilakukan pada masing-masing komposisi bahan finishing ekstrak jati maupun bahan finishing komersial. Pengujian kemampuan proteksi bahan finishing terhadap air dilakukan melalui dua cara, yaitu metode rendaman dan metode pembasahan. Pengujian pengembangan contoh uji dalam air dilakukan dengan menggunakan *swellometer* pada periode rendaman 5 menit, 10 menit, 30 menit, 1 jam, 4 jam dan 24 jam sebagaimana diuraikan dalam Basri dan Balfas (2014). Pengujian pembasahan contoh uji pada ruangan lembap dilakukan dalam desikator tertutup berisi air yang kelembapannya dijaga antara 90-95% dan suhu antara 25 – 30°C seperti pada Gambar 1. Monitoring suhu dan kelembapan dalam desikator dilakukan dengan bantuan alat *thermohygrometer* yang ditempatkan dalam desikator. Pengamatan proses pembasahan dalam desikator dilakukan dengan mengukur berat dan dimensi contoh uji setelah 30 menit, 1 jam, 4 jam dan 24 jam penempatannya dalam desikator.

Pengujian aspek mekanis pada lapisan finishing dilakukan berupa pengukuran ketahanan gores pada permukaan film dengan prosedur pengujian mengikuti ASTM D4366-95. Pengujian aspek



Gambar 1. Pengujian pembasahan contoh uji dalam desikator
Figure 1. Wetting test of wood samples in desiccator

Tabel 1. Perlakuan pemberian asam, basa dan pelarut pada contoh uji
Table 1. Samples subjected to acid, alkaline and solvent

Bahan cair (<i>Liquid material</i>)	Waktu perlakuan (<i>Treatment time</i>)
Silena (Xylene)	2 menit (<i>minute</i>)
Aseton	15 detik (<i>second</i>)
HCl 5%	5 menit (<i>minute</i>)
NaOH 5%	5 menit (<i>minute</i>)
Etanol 48%	1 jam (<i>hour</i>)
Air	24 jam (<i>hour</i>)
NH ₄ OH 10%	60 menit (<i>minute</i>)

kimia dalam hal ketahanan film *finishing* terhadap senyawa asam, basa serta berbagai pelarut dilakukan dengan metode tetes yang diamati secara visual sebagaimana diuraikan dalam ASTM D1308-02. Perlakuan pemberian larutan asam, basa dan pelarut beragam menurut waktu perlakuan sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.

Pengujian ini dilakukan pada contoh uji berukuran 1 cm (tebal) x 10 cm (lebar) x 30 cm (panjang) yang dilaburi masing-masing komposisi bahan *finishing* sebanyak enam kali laburan. Contoh uji ditimbang pada saat sebelum dan setelah perlakuan laburan untuk menentukan volume aplikasi bahan *finishing* pada tiap laburan. Setelah pelaburan, contoh uji dibiarkan (*conditioning*) dalam ruangan terbuka selama tujuh

hari sebelum dilakukan pengujian. Emisi gas racun formaldehida pada contoh uji *finishing* dilakukan menurut metode standar Indonesia (SNI 01-4449, 1998). Pengujian efektivitas warna bahan *wood stain* hasil formulasi maupun yang komersial terhadap warna kayu jati standar dilakukan dengan sistem Cielab. Pengukuran warna dilakukan pada sepuluh titik setiap bidang contoh uji dengan Precise Color Reader, WR-10. Pengukuran warna kayu dilakukan dengan standar pengukuran yang telah ditetapkan yaitu standar iluminan D65 dan sudut observasi 10°. Parameter yang diukur meliputi nilai kecerahan (*lightness, L**), nilai kemerahan (*green-red, a**) dan nilai kekuningan (*blue-yellow, b**) sebagaimana diuraikan dalam Krisdianto (2013).

5. Analisis data

Penelitian ini memiliki tiga faktor peubah, yaitu jenis kayu (dua taraf), arah serat (dua taraf) dan komposisi bahan *finishing* (8 taraf). Masing-masing taraf terdiri atas lima buah contoh uji sebagai ulangan. Untuk mengetahui efektivitas masing-masing bahan *finishing* terhadap perubahan sifat fisis, yaitu penambahan berat dan perubahan dimensi akibat polituran pada contoh uji dilakukan analisis keragaman (Anova) data secara faktorial $2 \times 2 \times 8$. Analisa keragaman yang menunjukkan hasil berbeda nyata diuji lebih lanjut dengan uji beda nyata Tukey untuk mengetahui bagian mana dari faktor yang menunjukkan perbedaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi Kayu Jati

Hasil ekstraksi serbuk jati 200 mesh dalam metanol dengan waktu ekstraksi 60 menit pada mesin ekstraktor menghasilkan ekstrak jati beragam antara 2 sampai 4% (rata-rata 2,984 dan standar deviasi 0,615) dari berat kering serbuk. Hasil tersebut menunjukkan rendemen ekstrak jati rata-rata sekitar 3%. Hasil ekstrak ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan kelarutan kayu jati dalam etanol-benzena yang dapat mencapai 4,6% (Martawijaya, Kartasujana, Mandang, Prawira, & Kadir, 2005). Perbedaan ini terutama berhubungan dengan penggunaan pelarut yang berbeda, di mana etanol-benzena mampu melarutkan lebih banyak ekstraktif daripada penggunaan metanol.

Hasil analisis GCMS pada ekstrak jati (Lampiran 1) menunjukkan komponen dominan dalam ekstrak tersebut adalah senyawa dari kelompok Epoksi. Secara umum kelompok senyawa Epoksi yang mencapai lebih dari 40% dengan nilai Similarity Index (SI) sebesar 50, diikuti oleh Tetrakosaheksana sebanyak 14% (SI: 76), Antrakuinon sebanyak 13,54% (SI: 60), dan Hentriakontanon sebanyak 7.93% (SI: 57). Komposisi senyawa yang terkandung dalam ekstrak jati tersebut menunjukkan bahwa ekstrak jati mengandung senyawa organik yang aman bagi kesehatan manusia, namun mengandung senyawa efektif yang dapat meningkatkan sifat ketahanan kayu terhadap rayap (Kokutse, Stokes, Bailleres, Kokou, & Baudasse, 2006)

B. Rendaman Kayu

Perlakuan rendaman pada contoh uji kayu pinus dan kayu karet dengan berbagai larutan bahan *finishing* menunjukkan penambahan berat secara nyata ($p > 99\%$) menurut jenis kayu, orientasi serat dan jenis bahan *finishing*, sebagaimana tampak pada Tabel 2 serta Lampiran 2 dan 3A. Penambahan berat basah dan kering pada kayu tusam jauh lebih tinggi daripada penambahan pada kayu karet. Perbedaan ini menunjukkan bahwa proses difusi bahan *finishing* ke dalam struktur kayu tusam terjadi lebih mudah daripada kayu karet. Penambahan berat akibat penetrasi bahan *finishing* pada contoh kayu radial cenderung lebih besar daripada contoh kayu tangensial. Hal ini terutama disebabkan oleh akomodasi infiltrasi larutan yang lebih baik pada bidang radial dibandingkan dengan bidang tangensial sebagaimana dijumpai sebelumnya pada perlakuan impregnasi dengan bahan serupa (Basri & Balfas, 2014).

Namun demikian pada Tabel 2 dan Lampiran 2 tampak bahwa penambahan berat kering tidak berbeda nyata menurut arah serat kayu. Hal ini mungkin disebabkan oleh banyaknya pelarut yang menguap saat proses pengeringan bahan finishing pada contoh uji, sehingga keragaman berat kering pada contoh uji radial menjadi serupa dengan keragaman berat kering pada contoh uji tangensial.

Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan berat basah pada kedua jenis kayu dan arah serat tampak beragam menurut perlakuan bahan *finishing*. Penambahan berat basah tertinggi secara konsisten dijumpai pada contoh uji yang direndam pada bahan *finishing* E3S2, yaitu campuran 10% resin sirlak pada ekstrak jati dengan konsentrasi tripel. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena formula E3S2 merupakan larutan yang memiliki fraksi terberat dalam kelompok campuran ekstrak jati dan sirlak.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa keragaman penambahan berat kering pada contoh uji kedua jenis kayu cenderung meningkat dengan pertambahan konsentrasi resin sirlak pada formulasi campurannya dengan ekstrak jati dari 5% (S1) ke 10% (S2). Namun demikian, pertambahan berat kering tertinggi secara konsisten terjadi pada contoh uji yang direndam dalam bahan MF (Melamin Formaldehida). Hal

Tabel 2. Penambahan berat kayu tusam dan karet akibat rendaman bahan finishing
Table 2. Weight gain on tusam and rubber wood due to dipping in finishing solution

Orientasi Serat (<i>Grain orientation</i>)	Kode Perlakuan (<i>Treatment code</i>)	Tambah berat pada tusam (<i>Weight gain on tusam, %</i>)		Tambah berat pada karet (<i>Weight gain on rubber wood, %</i>)	
		Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)
Radial	E1S1	27,39	3,45	8,12	2,42
	E1S2	25,87	5,66	11,32	3,30
	E2S1	28,62	4,01	9,36	2,80
	E2S2	25,09	6,66	9,09	3,61
	E3S1	21,19	4,68	8,39	3,06
	E3S2	43,14	8,56	12,20	3,88
	MF	29,88	10,10	10,83	4,87
	NS	30,75	7,61	8,88	2,12
Tangensial	E1S1	26,03	3,64	9,73	2,38
	E1S2	26,49	6,15	9,88	3,33
	E2S1	26,27	4,24	9,37	2,69
	E2S2	22,81	6,64	9,97	3,79
	E3S1	16,82	5,10	8,14	3,03
	E3S2	42,03	8,75	14,16	4,19
	MF	28,44	10,15	10,79	2,18
	NS	29,41	7,98	11,64	1,50

Keterangan (*Remarks*): E1S1= 5% sirlak dalam larutan ekstrak jati standar (*Treated with 5% shellac diluted in the standard teak extract solution*); E1S2= 10% sirlak dalam larutan ekstrak jati standar (*Treated with 10% shellac diluted in the standard teak extract solution*); E2S1=5% sirlak dalam larutan ekstrak jati konsentrasi double (*Treated with 5% shellac diluted in the double concentration of teak extract solution*); E2S2= 10% sirlak dalam larutan ekstrak jati konsentrasi double (*Treated with 10 % shellac diluted in the double concentration of teak extract solution*); E3S1=5% sirlak dalam larutan ekstrak jati konsentrasi triple (*Treated with 5% shellac diluted in the triple concentration of teak extract solution*); E3S2=10% sirlak dalam larutan ekstrak jati konsentrasi triple (*Treated with 10% shellac diluted in the triple concentration of teak extract solution*); MF= Melamine formaldehide; NS= Nitrocellulose

ini mungkin disebabkan karena bahan ini memiliki berat fraksi padatan tertinggi di antara semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 11.

Perlakuan rendaman contoh uji kayu pinus dan kayu karet dengan berbagai larutan bahan finishing juga menunjukkan perubahan dimensi secara nyata ($p > 99\%$) menurut jenis kayu, orientasi serat dan jenis bahan finishing, sebagaimana tampak pada Tabel 3 serta Lampiran 2 dan 3B. Pertambahan dimensi basah pada contoh uji kayu tusam lebih tinggi daripada pertambahan dimensi pada kayu karet, baik pada arah radial maupun tangensial.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pertambahan dimensi basah dan kering pada contoh uji tangensial lebih tinggi daripada contoh uji radial pada kayu tusam maupun karet. Pola pertambahan dimensi ini cenderung mengikuti pola alami pengembangan kayu di mana pengembangan pada arah tangensial memiliki satuan lebih tinggi daripada arah radial (Panshin & de Zeuw, 1980). Pertambahan dimensi contoh uji tampak beragam menurut perlakuan bahan finishing, di mana formula campuran ekstrak jati dan sirlak yang menggunakan pelarut metanol cenderung menyebabkan pertambahan dimensi lebih besar dibandingkan dengan bahan MF dan

Tabel 3. Penambahan dimensi kayu tusam dan karet akibat rendaman finishing
Table 3. Dimensional gain on tusam and rubber wood due to dipping in finishing solution

Orientasi Serat (<i>Grain orientation</i>)	Kode Perlakuan (<i>Treatment code</i>)	Dimensi pada tusam (<i>Dimensional gain on tusam, %</i>)		Tambah dimensi pada karet (<i>Dimensional gain on rubber wood, %</i>)	
		Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)
Radial	E1S1	2,50	0,20	1,13	0,09
	E1S2	2,64	0,27	1,02	0,15
	E2S1	2,84	0,23	1,30	0,19
	E2S2	2,86	0,22	1,04	0,08
	E3S1	2,73	0,12	0,97	0,04
	E3S2	2,59	0,35	1,50	0,43
	MF	2,30	0,65	0,84	0,18
	NS	2,52	0,65	0,91	0,14
Tangensial	E1S1	3,10	0,24	2,39	0,24
	E1S2	3,46	0,44	2,17	0,22
	E2S1	3,26	0,31	2,70	0,48
	E2S2	3,24	0,22	2,30	0,39
	E3S1	2,82	0,44	1,88	0,27
	E3S2	3,31	0,42	2,83	0,54
	MF	2,38	0,82	1,61	0,58
	NS	2,61	0,69	2,21	0,53

NS yang menggunakan pelarut minyak (*thinner*). Namun demikian, Tabel 3 dan Lampiran 2 menunjukkan bahwa penambahan dimensi kering tidak berbeda menurut jenis kayu. Fenomena ini mungkin disebabkan oleh penguapan pelarut dalam porsi yang besar sehingga menyebabkan kehilangan berat yang besar dari kondisi basah ke kondisi kering, yang berakibat pada homogenisasi penambahan berat kering contoh uji pada kedua jenis kayu.

Salah satu manfaat penting dari pekerjaan finishing pada kayu adalah proteksi kayu dari intrusi air, baik berupa kontak langsung (rendaman) maupun ekspose pada kelembapan tinggi (pembasahan). Hasil pengujian sifat pengembangan kayu selama rendaman dalam air disajikan pada Tabel 4 dan 5. Hasil analisis keragaman pada perubahan dimensi kayu selama perendaman dalam air (Lampiran 4) menunjukkan

keragaman yang nyata ($p > 99\%$) menurut faktor jenis kayu dan orientasi serat, namun tidak berbeda nyata menurut perlakuan bahan finishing.

Pada kedua tabel tersebut tampak bahwa pola pertambahan dimensi pada kayu karet terjadi lebih lambat dibandingkan dengan pertambahan dimensi pada kayu tusam. Selain itu, nilai pertambahan dimensi pada kayu karet lebih rendah dibandingkan dengan pertambahan dimensi pada kayu tusam. Sifat pengembangan contoh uji kontrol radial memiliki nilai perubahan dimensi lebih rendah daripada contoh uji kontrol tangensial baik pada kayu tusam maupun kayu karet. Menurut Bowyer, Shmulsky dan Haygreen (2007) perbedaan ini mungkin berhubungan dengan adanya jaringan jari-jari pada penampang radial, terdapat pernoktahan pada dinding radial, terdapat dominasi kayu "*summer*" pada arah tangensial, serta perbedaan jumlah dinding sel

Tabel 4. Pengembangan dimensi kayu tusam selama rendaman dalam air
Table 4. Swelling on tusam due to soaking in water

Orientasi Serat (<i>Grain orientation</i>)	Kode Perlakuan (<i>Treatment code</i>)	Pengembangan pada periode rendaman (<i>Swelling on soaking period, %</i>)					
		5 menit (<i>minute</i>)	10 menit (<i>minute</i>)	30 menit (<i>minute</i>)	1 jam (<i>hour</i>)	4 jam (<i>hour</i>)	24 jam (<i>hour</i>)
Radial	Kontrol	0,86	1,36	1,88	1,92	1,94	2,02
	E1S1	0,59	0,60	0,88	2,02	2,05	2,06
	E1S2	0,13	0,23	0,73	1,97	2,01	2,03
	E2S1	0,44	0,56	0,96	2,19	2,23	2,26
	E2S2	0,74	0,56	1,12	1,83	1,85	1,87
	E3S1	0,88	1,30	1,82	1,87	1,90	1,93
	E3S2	0,84	1,43	2,21	2,32	2,38	2,40
	MF	0,31	0,65	1,59	1,71	1,75	1,77
	NS	0,73	1,13	1,54	1,57	1,58	1,59
Tangensial	Kontrol	1,59	1,62	1,79	2,42	2,72	2,78
	E1S1	1,59	2,18	2,40	2,47	2,49	2,52
	E1S2	1,65	2,03	2,39	2,60	2,62	2,68
	E2S1	1,53	1,76	2,03	2,08	2,08	2,11
	E2S2	1,38	1,76	2,39	2,54	2,54	2,58
	E3S1	1,64	2,34	2,58	2,62	2,66	2,71
	E3S2	0,84	2,12	2,47	2,52	2,55	2,59
	MF	0,18	0,58	1,86	2,11	2,14	2,17
	NS	0,44	1,46	2,13	2,16	2,18	2,19

Tabel 5. Pengembangan kayu karet selama rendaman dalam air
Table 5. Swelling on rubber wood due to soaking in water

Orientasi Serat (<i>Grain orientation</i>)	Kode Perlakuan (<i>Treatment code</i>)	Pengembangan pada periode rendaman (<i>Swelling on soaking period, %</i>)					
		5 menit (<i>minute</i>)	10 menit (<i>minute</i>)	30 menit (<i>minute</i>)	1 jam (<i>hour</i>)	4 jam (<i>hour</i>)	24 jam (<i>hour</i>)
Radial	Kontrol	0,08	0,14	0,32	0,55	0,84	0,90
	E1S1	0,05	0,09	0,27	0,46	0,69	0,74
	E1S2	0,10	0,14	0,32	0,52	0,81	0,86
	E2S1	0,16	0,19	0,39	0,59	0,87	0,93
	E2S2	0,04	0,06	0,22	0,43	0,63	0,69
	E3S1	0,09	0,11	0,30	0,55	0,81	0,88
	E3S2	0,44	0,11	0,31	0,56	0,82	0,87
	MF	0,09	0,12	0,28	0,50	0,78	0,86
	NS	0,08	0,14	0,30	0,55	0,76	0,90
Tangensial	Kontrol	0,14	0,22	0,79	1,42	2,63	2,97
	E1S1	0,13	0,24	0,78	1,35	2,60	3,00
	E1S2	0,12	0,19	0,66	0,99	2,13	2,51
	E2S1	0,08	0,16	0,68	1,52	2,00	2,30
	E2S2	0,10	0,14	0,62	0,99	1,85	2,23
	E3S1	0,10	0,18	0,63	1,48	2,15	2,53
	E3S2	0,11	0,18	0,68	1,06	2,18	2,58
	MF	0,10	0,29	0,55	5,75	2,16	2,59
	NS	0,15	0,27	0,68	1,47	2,40	2,77

Tabel 6. Pengembangan kayu tusam selama proses pembasahan
Table 6. Swelling on tusam during wetting process

Orientasi Serat (<i>Grain orientation</i>)	Kode Perlakuan (<i>Treatment code</i>)	Pengembangan pada periode pembasahan (<i>Swelling on wetting period, %</i>)			
		30 menit (<i>minute</i>)	1 jam (<i>hour</i>)	4 jam (<i>hour</i>)	24 jam (<i>hour</i>)
Radial	Kontrol	0,20	0,39	0,87	2,18
	E1S1	0,16	0,19	0,45	1,38
	E1S2	0,12	0,21	0,47	1,21
	E2S1	0,23	0,30	0,58	1,47
	E2S2	0,16	0,23	0,64	1,66
	E3S1	0,14	0,32	0,47	1,19
	E3S2	0,26	0,33	0,39	1,06
	MF	0,18	0,26	0,38	0,87
	NS	0,26	0,36	0,46	1,07
Tangensial	Kontrol	0,35	0,83	2,32	2,73
	E1S1	0,17	0,27	0,32	1,14
	E1S2	0,07	0,12	0,14	0,80
	E2S1	0,11	0,15	0,17	0,62
	E2S2	0,06	0,23	0,23	0,90
	E3S1	0,37	0,40	0,42	1,22
	E3S2	0,40	0,56	0,82	1,41
	MF	0,11	0,15	0,23	0,68
	NS	0,16	0,23	0,26	0,66

pada kedua arah orientasi serat tersebut. Fenomena serupa dijumpai pada proses difusi Wolmanit CB pada kayu tusam yang jauh lebih tinggi daripada kayu karet. Perbedaan ini diperkirakan berkaitan dengan dimensi dan porositas membran noktah yang lebih besar pada kayu tusam daripada kayu karet (Tobing & Febrianto, 1993).

Pada Tabel 4 dan 5 tampak bahwa penggunaan bahan *finishing* komersial (MF dan NS) mampu memberi proteksi pada kayu tusam dan karet terhadap intrusi air dibandingkan dengan penggunaan bahan formulasi organik. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh porsi kandungan padatan yang lebih tinggi pada resin komersial dibandingkan dengan resin organik (Tabel 11). Selain itu kedua bahan *finishing* tersebut menggunakan pelarut *thinner* yang bersifat hidrofobik, sehingga memiliki daya tolak air lebih tinggi daripada bahan formulasi organik yang menggunakan pelarut metanol yang bersifat polar.

Hasil pengujian sifat pengembangan kayu selama pembasahan dalam desikator disajikan pada Tabel 6 dan 7. Hasil analisis keragaman pada perubahan dimensi kayu selama pembasahan (Lampiran 5) menunjukkan keragaman yang nyata ($p > 99\%$) hanya disebabkan faktor jenis kayu, sedangkan faktor orientasi serat dan perlakuan bahan *finishing* tidak berpengaruh nyata. Hasil pengujian pada Tabel 6 dan 7 menunjukkan pola perubahan dimensi yang serupa dengan metode perendaman (Tabel 4 dan 5), di mana pola penambahan dimensi pada kayu karet terjadi lebih lambat dibandingkan dengan penambahan dimensi pada kayu tusam. Selain itu, nilai penambahan dimensi pada kayu karet lebih rendah dibandingkan dengan penambahan dimensi pada kayu tusam. Secara umum tampak bahwa melalui pengujian pembasahan semua bahan *finishing* mampu memberikan proteksi terhadap instruksi air pada contoh uji, meskipun nilai proteksi tertinggi tetap dimiliki oleh bahan *finishing* komersial, yaitu MF dan NS.

Tabel 7. Pengembangan dimensi kayu karet selama proses pembasahan
Table 7. Swelling on rubber wood during wetting process

Orientasi Serat (<i>Grain orientation</i>)	Kode Perlakuan (<i>Treatment code</i>)	Pengembangan pada periode pembasahan (<i>Swelling on wetting period, %</i>)			
		30 menit (<i>minute</i>)	1 jam (<i>hour</i>)	4 jam (<i>hour</i>)	24 jam (<i>hour</i>)
Radial	Kontrol	0,18	0,32	0,59	0,83
	E1S1	0,09	0,13	0,23	0,52
	E1S2	0,11	0,12	0,20	0,50
	E2S1	0,08	0,11	0,17	0,55
	E2S2	0,03	0,07	0,11	0,47
	E3S1	0,03	0,06	0,10	0,48
	E3S2	0,03	0,13	0,22	0,49
	MF	0,05	0,06	0,16	0,47
	NS	0,12	0,28	0,37	0,52
Tangensial	Kontrol	0,28	0,52	0,79	1,53
	E1S1	0,09	0,13	0,23	0,52
	E1S2	0,11	0,12	0,20	0,50
	E2S1	0,08	0,11	0,17	0,55
	E2S2	0,03	0,07	0,11	0,47
	E3S1	0,03	0,06	0,10	0,46
	E3S2	0,03	0,13	0,22	0,49
	MF	0,05	0,09	0,16	0,42
	NS	0,14	0,18	0,36	0,44

Proses pengembangan dimensi dalam rendaman (Tabel 4 dan Tabel 5) tampak lebih responsif dan drastis dibandingkan dengan perubahan dimensi yang terjadi pada proses pembasahan (Tabel 6 dan Tabel 7) sebagaimana ditunjukkan pada Anova Lampiran 4 dan 5. Perbedaan respon pengembangan contoh uji pada dua metode ekspose terhadap air tersebut mungkin disebabkan oleh perbedaan mekanisme intrusi air ke dalam contoh uji, di mana pada proses rendaman terjadi intrusi air lebih aktif ke dalam struktur kayu daripada proses pembasahan melalui udara yang berlangsung secara perlahan menurut gradien kelembapan kayu dan udara.
















C. Karakteristik Wood Stain/Top Coat

Efektivitas larutan pewarna kayu (*wood stain*) pada dasarnya ditentukan oleh kedekatan warna larutan tersebut terhadap warna kayu tujuan. Dalam penelitian ini digunakan *wood stain* hasil

formulasi ekstrak jati dan resin sirlak pada beberapa komposisi dibandingkan dengan *wood stain* komersial yang lazim digunakan untuk pewarnaan kayu ke arah warna jati. Hasil pengukuran warna kayu jati dan *wood stain* dengan sistem Cielab (Tabel 8) menunjukkan bahwa nilai kecerahan (L*), kemerahan (a*) dan kekuningan (b*) pada kayu jati sebagai kontrol adalah masing-masing 48,01; 9,17 dan 21,3.

Pada contoh uji kayu tusam dan karet tampak keragaman nilai masing-masing parameter menurut perlakuan pelaburan *wood stain* pada contoh uji. Penggunaan *wood stain* komersial (WS 162) pada kayu tusam dan karet menunjukkan nilai kecerahan (L*) dan kekuningan (b*) yang lebih dekat pada nilai kontrol (jati) dibandingkan dengan *wood stain* komposisi campuran ekstrak jati dan sirlak. Namun demikian, nilai kemerahan (a*) pada *wood stain* komposisi campuran ekstrak jati dan sirlak secara konsisten lebih dekat pada nilai kontrol. Parameter warna kemerahan pada kayu

Tabel 8. Hasil pengukuran warna kayu jati dan wood stain
Table 8. Color measuring results on teak and wood stain

Jenis Kayu (<i>Wood species</i>)	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Nilai rata-rata (<i>Average</i>)			Warna aktual contoh uji (<i>Sample actual color</i>)
		L*	a*	b*	
Jati (<i>Teak</i>)	Kontrol	48,01	9,17	21,3	
Tusam	WS 162	49,12	21,19	29,05	
	E1S1	57,89	14,73	35,95	
	E1S2	62,09	14,34	37,84	
	E2S1	62,39	13,27	34,47	
	E2S2	56,31	15,76	36,34	
	E3S1	52,94	15,48	34,14	
	E3S2	51,09	15,79	33,17	
Karet	WS 162	50,38	21,85	28,53	
	E1S1	60,35	13,64	33,81	
	E1S2	56,82	14,05	33,19	
	E2S1	57,41	14,17	33,02	
	E2S2	53,45	13,98	32,28	
	E3S1	53,13	14,57	32,3	
	E3S2	51,8	14,87	32,13	

Tabel 9. Ketahanan film terhadap asam, basa dan pelarut
Table 9. Film resistance against acid, alkaline and solvent

Bahan Film (<i>Film material</i>)	Asam/basa/pelarut (<i>Acid/alkaline/solvent</i>)						
	Silena (<i>Xylene</i>)	Aseton (<i>Acetone</i>)	HCl 5%	NaOH 5%	Etanol 48%	Air (<i>Water</i>)	NH ₄ OH 10%
E1S1	Baik	Rusak	Baik	Rusak	Rusak	Baik	Rusak
E1S2	Baik	Rusak	Baik	Rusak	Rusak	Baik	Rusak
E2S1	Baik	Rusak	Baik	Rusak	Rusak	Baik	Rusak
E2S2	Baik	Rusak	Baik	Rusak	Rusak	Baik	Rusak
E3S1	Baik	Rusak	Baik	Rusak	Rusak	Baik	Rusak
E3S2	Baik	Rusak	Baik	Rusak	Rusak	Baik	Rusak
MF	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
NS	Baik	Rusak	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik

Keterangan (*Remarks*) : Baik (*Good*); Rusak (*Broken*)

jati tampak lebih dominan dibandingkan dengan parameter kecerahan dan kekuningan, sehingga kedekatan warna *wood stain* terhadap warna tujuan (kayu jati) lebih efektif ditentukan berdasarkan parameter kemerahan. Tabel 8 menunjukkan

bahwa efek pewarnaan jati dengan nilai kemerahan terdekat pada kayu tusam adalah perlakuan E2S1, sedangkan pada kayu karet dimiliki oleh perlakuan E1S1.

Tabel 10. Ketahanan gores top coat organik dan komersil
Table 10. Scratch resistance of commercial and organic top coats

Sampel <i>Top coat</i>	Ketebalan film 100 mikron (<i>Film thickness 100 μm</i>)			Ketebalan film 200 mikron (<i>Film thickness 200 μm</i>)		
	Hari (<i>Day</i>) 1	Hari (<i>Day</i>) 3	Hari (<i>Day</i>) 7	Hari (<i>Day</i>) 1	Hari (<i>Day</i>) 3	Hari (<i>Day</i>) 7
	E1S1	100	99	84	70	83
E1S2	77	92	82	74	76	82
E2S1	106	107	99	65	78	64
E2S2	75	76	69	56	56	58
E3S1	93	86	89	66	63	63
E3S2	64	70	64	58	64	65
MF	109	115	115	38	56	65
NS	109	115	115	75	78	79

Salah satu karakteristik penting yang perlu dimiliki oleh bahan pelapis akhir (*top coat*) adalah sifat ketahanan filmnya terhadap bahan kimia atau cairan rumah tangga. Hasil pengujian ketahanan film *top coat* formulasi ekstrak jati dan bahan komersil pada Tabel 9 menunjukkan bahwa komposisi *top coat* organik dari ekstrak jati dan sirlak memiliki ketahanan sangat terbatas terhadap silena, HCl 5%, dan air.

Film dari kelompok bahan organik tersebut yang digunakan pada kayu tusam maupun karet mengalami kerusakan serius bila terkena Aseton, NaOH, Etanol, dan NH₄OH. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *top coat* formula organik memerlukan tambahan proteksi film dari kontak bahan cairan kimia. Dalam penelitian ini digunakan bahan proteksi berupa vaselin yang penggunaannya dilaburkan pada permukaan film *top coat* organik. Bahan vaselin ini bukan sekedar berfungsi sebagai pelindung bagi permukaan film, tetapi juga memberikan efek kilap (*glossy*) pada permukaan film.

Hasil pengujian film *top coat* organik dan bahan komersil terhadap ketahanan gores disajikan pada Tabel 10. Pada aplikasi ketebalan film 100 mikron tampak bahwa baik top coat organik maupun top coat komersil (MF dan NS) memiliki ketahanan gores lebih tinggi daripada aplikasi film 200 mikron. Ketebalan film 100 mikron juga memiliki stabilitas lebih baik menurut waktu pengujian dibandingkan dengan ketebalan film 200 mikron.

Tabel 10 menunjukkan bahwa ketahanan gores film organik lebih rendah daripada film komersial pada aplikasi film 100 mikron. Pada kelompok *top coat* formula organik tampak bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak jati maupun sirlak cenderung menurunkan nilai ketahanan gores pada aplikasi film 100 maupun 200 mikron. Nilai ketahanan gores tertinggi diperoleh pada aplikasi film 100 mikron dengan komposisi E2S1, yaitu campuran ekstrak jati konsentrasi dobel dan sirlak 5%.

Berbagai aspek pengujian sifat fisis dan mekanis dari bahan *finishing* di atas menunjukkan keunggulan kualitas bahan *finishing* komersial (MF dan NS) daripada bahan *finishing* organik dalam berbagai aspek *finishing*. Namun demikian, kedua bahan komersil tersebut mengandung racun yang dapat terhirup pada saat aplikasi pengerjaan *finishing* maupun dalam penggunaan produk yang dihasilkan. Hasil pengujian emisi formaldehida pada contoh uji yang difinishing dengan melamin formaldehida menunjukkan nilai ragam emisi cukup tinggi pada kayu tusam, yaitu dari 1,5 sampai 4,4 dengan rata-rata 2,76 mg/l. Sedangkan nilai emisi formaldehida pada kayu karet beragam dari 1,1 sampai dengan 1,8 dengan rata-rata 1,5 mg/l. Selain emisi formaldehida, bahan finishing yang menggunakan pelarut *thinner* mengandung bahan utama berupa silena (xylene) dan toluena (toluene), keduanya akan menguap dalam proses aplikasi maupun proses pematangan (*curing*) resin *finishing*. Pada Tabel 11 tampak bahwa kedua bahan *finishing* komersial tersebut

Tabel 11. Estimasi harga larutan wood stain/ top coat dan aplikasi/m²
Table 11. Estimated cost of wood stain/top coat liquid and application/m²

Formulasi (<i>wood stain/ top coat</i>) (<i>coat formulation</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration, %ow/v</i>)		Kandungan padatan (<i>Solid content</i>)	Harga/liter (<i>Price/ litre, Rp</i>)	Aplikasi/m ² (<i>Aplikasi/ m², Rp</i>)
	Ekstrak (<i>Extract</i>)	Sirlak (<i>Sshellac</i>)			
E1S1	3	5	11,2	15.200	3.400
E1S2	3	10	12,6	23.000	4.600
E2S1	6	5	11,8	18.700	3.500
E2S2	6	10	13,2	26.500	5.300
E3S1	9	5	14,3	22.200	4.500
E3S2	9	10	16,3	30.000	6.000
MF			31,5	60.000	12.000
NS			30,0	55.000	11.000
WS 162			12,2	50.000	10.000

Asumsi (*Assumptions*): Harga sirlak (*Sshellac price*) Rp 150.000/kg; Harga metanol (*methanol price*) Rp 5.000/l; Harga serbuk jati (*teak saw dust*)= Rp 2.000/kg; Rendemen metanol dalam ekstraksi jati (*methanol recovery during extraction*)=70%; Kelarutan ekstrak jati (*Solluble teak extract*)= 3%; Aplikasi bahan finishing 3 kali laburan: masing-masing tebal 100 mikron (*Finishing application, three times rubbing, each 100 microne-thick*).

memiliki kandungan padatan sekitar 30% pada proses aplikasi pada kayu. Hal ini berarti kedua bahan tersebut melepas sekitar 70% dari berat campuran bahan ke atmosfer berupa uap silena dan toluena. Emisi formaldehida dan *thinner* dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan pada manusia maupun alam di sekitarnya. Menurut Kim (2010) emisi senyawa kimia tersebut dapat menyebabkan berbagai iritasi pada saluran pernafasan, gangguan pada syaraf, menyebabkan kanker paru, serta menyebabkan mutasi genetika.

D. Biaya Produksi

Perlakuan pelaburan bahan *finishing* pada permukaan kayu tusam dan karet dengan berbagai komposisi formula menyebabkan timbulnya biaya perlakuan yang beragam menurut bahan yang digunakan. Tabel 11 menunjukkan estimasi harga larutan bahan *finishing* per liter dan biaya aplikasi per m² permukaan kayu. Perlakuan laburan permukaan kayu dengan larutan campuran ekstrak jati dan sirlak memerlukan biaya beragam dari Rp 3.400,- sampai Rp 6.000,- per m². Biaya ini jauh lebih murah dibandingkan dengan biaya perlakuan laburan dengan bahan komersial yang memerlukan biaya sekitar Rp 11.000,- hingga Rp 12.000,- per m². Penggunaan larutan

campuran ekstrak jati dan sirlak sebagai *wood stain* juga lebih murah daripada penggunaan *wood stain* komersial (WS 162).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Ekstraksi serbuk gergajian jati dengan menggunakan pelarut metanol teknis menghasilkan ekstrak padatan dari jenis Epoksi, Tetrakosaheksana, Antrakuinon dan Hentriakontanon. Ekstrak padatan yang diperoleh dari ekstraksi serbuk jati 200 mesh selama 1 jam dengan pelarut metanol adalah sekitar 3%.

Perlakuan rendaman contoh uji dalam larutan bahan *finishing* menunjukkan keragaman perubahan berat menurut faktor jenis kayu, arah serat, dan jenis bahan *finishing* yang digunakan. Jenis kayu tusam mengalami pertambahan berat lebih tinggi daripada jenis kayu karet. Contoh uji radial mengalami pertambahan berat lebih tinggi daripada contoh uji tangensial pada kedua jenis kayu. Pertambahan berat basah tertinggi secara konsisten terjadi pada contoh uji yang direndam dalam formula bahan *finishing* E3S2. Deposisi bahan *finishing* dengan perlakuan

rendaman pada kayu tusam dan karet menyebabkan perubahan dimensi pada kedua jenis kayu. Pertambahan dimensi akibat rendaman bahan *finishing* beragam menurut faktor jenis kayu, arah serat dan jenis bahan *finishing*. Kayu tusam mengalami pertambahan dimensi lebih tinggi daripada kayu karet. Contoh uji tangensial memiliki pertambahan dimensi lebih tinggi daripada contoh uji radial. Contoh uji yang direndam dalam bahan *finishing* dengan pelarut metanol memiliki perubahan dimensi lebih besar daripada contoh uji yang direndam dengan bahan pelarut *thinner*.

Perlakuan rendaman pada bahan *finishing* mampu memberikan proteksi pada contoh uji terhadap intrusi air. Efektivitas proteksi bahan *finishing* tampak lebih baik pada pengujian pembasahan dalam desikator daripada pengujian perendaman dalam air. Bahan *finishing* komersial melamin formaldehida dan nitro selulosa memiliki kemampuan proteksi air lebih tinggi daripada bahan *finishing* formula organik. Kedua bahan *finishing* komersial tersebut juga memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap cairan kimia dan rumah tangga, serta ketahanan gores daripada bahan *finishing* organik. Namun demikian, kedua bahan *finishing* komersial memiliki emisi gas racun berupa formaldehida, silena dan toluena yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Pada kelompok formula organik, komposisi E2S1 memiliki ketahanan gores tertinggi daripada komposisi lainnya.

Komposisi bahan formulasi ekstrak jati dan sirlak sebagai pewarna kayu (*wood stain*) memiliki nilai pewarnaan jati yang lebih baik daripada bahan *wood stain* komersial. Efektivitas pewarnaan bahan *finishing* tersebut berbeda menurut jenis kayu. Efek pewarnaan jati dengan nilai kemerahan terdekat pada kayu tusam adalah perlakuan E2S1, sedangkan pada kayu karet dimiliki oleh perlakuan E1S1. Penggunaan formulasi organik sebagai *wood stain* memiliki beban biaya lebih murah serta resiko kesehatan lebih aman bagi manusia dibandingkan dengan penggunaan *wood stain* komersial.

B. Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi ekstrak jati dan resin sirlak dapat digunakan dalam pewarnaan kayu (*woodstaining*) dan pelapisan akhir (*top coating*) pada kayu yang ingin diberi kesan warna jati. Pada sisi lain, penelitian ini menunjuk-

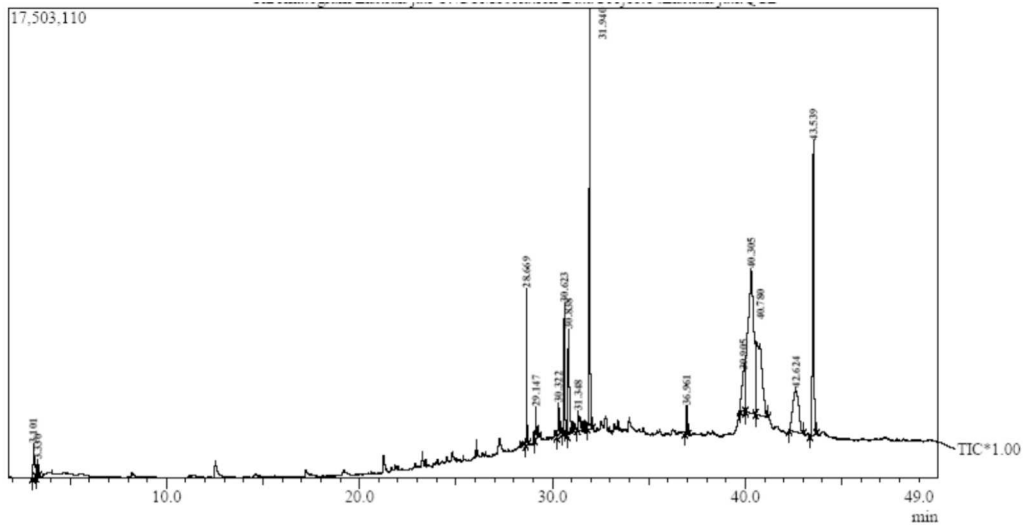
kan bahwa *top coating* dengan resin formulasi organik tidak dapat menandingi kualitas bahan *finishing* komersial dalam banyak aspek. Fakta ini menunjukkan bahwa formulasi resin organik lebih sesuai digunakan sebagai *wood stain* daripada *top coat*. Dalam aplikasi komersial dapat disarankan penggunaan formulasi campuran ekstrak jati dan sirlak sebagai *wood stain*, dilanjutkan dengan *top coating* menggunakan resin komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (1995). *Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum damping tests*. D4366. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 0610
- ASTM. (2002). *Standard test methods for effect of household chemicals on clear and pigmented organic finishes*. D1308. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 0610.
- Balfas, J. (2007). Perlakuan resin pada kayu kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 25 (2), 108-118.
- Balfas, J., Basri, E. & Jasni. (2015). Effect of teak extractive imposition on wood characteristic improvements. Dalam C.A. Siregar, N. Mindawati, G. Pari, M. Turjaman, H.L. Tata, H. Krisnawati, T. Setyawati, ...J. Balfas (Eds). Topic V: Forests and Non Timber Forest Products. *Proceedings of International Conference of Indonesia Forestry Researchers III*. Research, Development and Innovation Agency, Bogor.
- Basri, E. & Balfas, J. (2014). Impregnasi ekstrak jati dan resin pada kayu jati cepat tumbuh dan karet. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32 (4), 283-296.
- Bowyer, J.L., Shmulsky, R. & Haygreen, J.G. (2007). *Forest products & wood science: An introduction*. (5th ed.). USA: Iowa State Press.
- Guo, M. (2005). Characterization of an environmentally safe wood vanishes containing whey proteins. *Non technical summary*. University of Vermont, Burlington.

- Haupt M., Leithoff H., Meier D., Puls J., Richter H.G., & Faix O. (2003). Heartwood extractives and natural durability of plantation-grown teakwood (*Tectona grandis* L.) – a Case study. *Holz als Roh- und Werkstoff* 61, 473–474.
- Hill, C.A.S. (2006). *Wood modification: Chemical, thermal, and other processes*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Jewitt, J. (2014). Selecting a finish; Before you start your next furniture project, consider a finish's appearance, its method of application and its durability. Diakses dari <http://vegasguitars.com/selecting-a-finish-by-jeff-jewett/> pada Oktober 2014.
- Kementerian Kehutanan. (2013). *Statistika Kementerian Kehutanan Tahun 2013*. Jakarta
- Kim, S. (2010). Control of formadehyde and TVOC emission from wood-based flooring composites at various manufacturing processes by surface finishing. *Journal of Hazardous Material*, 176(1-3), 14-19.
- Kokutse A. D., A Stokes, H Bailleres, K Kokou, C Baudasse, 2006. Decay resistance of Togolese teak (*Tectona grandis* L.) heartwood and relationship with colour. *Trees* 20, 219 - 223.
- Krisdianto. (2013). Pengukuran warna kayu dengan system Cielab. *Forpro* 2(1), 28-31.
- Li, J. & Guo, M. R. (2002). Develop an environmentally safe wood finishing product using whey protein as a co-binding material. *Journal of Dairy Science*, 85 (Suppl.1), 380.
- 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.
- Panshin, A. J., & de Zeuw, C. (1980). *Textbook of wood technology*. Iowa: McGraw-Hill Book Co. p. 209-272.
- Rowell, R.M. (2005). *Handbook of wood chemistry and wood composites*. Taylor and Francis Group, CRC Press.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1998. *Emisi formaldehida pada panel kayu*. (SNI 01-4449-1998). Badan Standardisasi Nasional.
- Tobing, T.L. & Febrianto F. (1993). Pembuatan tabel konversi retensi dalam rangka penyempurnaan spesifikasi pengawetan kayu bangunan di Indonesia. *Buletin Jurusan Teknologi Hasil Hutan*, VI(1), 12-19.

Lampiran 1. Hasil analisis GCMS ekstrak jati
Appendix 1. GCMS analysis result on teak extract



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Conc%	Name
1	3.101	6857695	1.64	Nitrogen oxide (N2O) (CAS) Nitrous oxide
2	3.330	2918960	0.70	Ethane, 1-chloro-1-fluoro- (CAS) 1-Chloro-1-fluoroethane
3	28.669	11827510	2.84	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate
4	29.147	4228994	1.01	Hexadecanoic acid (CAS) Palmitic acid
5	30.322	5282806	1.27	9,10-Anthracenedione (CAS) 9,10-Anthraquinone
6	30.623	14922157	3.58	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate
7	30.838	19451770	4.67	[1,1'-Biphenyl]-2-ol, 5-(1,1-dimethylethyl)- (CAS) 4-tert-Butyl-2-phenylphen
8	31.348	6856001	1.64	2-NAPHTHALENECARBOXYLIC ACID, 1,4-DIHYDROXY-3-(3-METHYL-2
9	31.940	56440150	13.54	9,10-Anthracenedione, 2-methyl- (CAS) 2-METHYL ANTHRAQUINONE
10	36.961	3793060	0.91	1,2-Benzenedicarboxylic acid, dioctyl ester (CAS) Dioctyl phthalate
11	39.905	20856769	5.00	
12	40.305	111029655	26.63	NONADECAN, 1,2-EPOXI-
13	40.780	60105845	14.42	NONADECAN, 1,2-EPOXI-
14	42.624	33066978	7.93	16-Hentriacontanone (CAS) Palmitone
15	43.539	59260102	14.21	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) S
		416898452	100.00	

Lampiran 2. Analisis keragaman penambahan berat dan dimensi contoh uji
Appendix 2. Variation analysis on weight and dimensional gains of wood samples

Sumber (<i>Source</i>)	F- Hitung pada masing-masing parameter (<i>F-calculated on each parameter</i>)			
	Penambahan berat (<i>Weight gain</i>)		Penambahan dimensi (<i>Dimensional gain</i>)	
	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Basah (<i>Wet</i>)	Kering (<i>Dry</i>)
Spesies (S)	2,527 ^{sn}	4,118 ^{sn}	231,204 ^{sn}	2,187 ^{tn}
Arah serat/ <i>Grain</i> (A)	3,182 ^{sn}	1,135 ^{tn}	86,717 ^{sn}	61,452 ^{sn}
Perlakuan/ <i>Treatment</i> (P)	12,983 ^{sn}	2,338 ^{sn}	3,062 ^{sn}	2,714 ^{sn}
Interaksi S * A	3,769 ^{sn}	0,071 ^{tn}	102,811 ^{sn}	5,672 ^{sn}
Interaksi S * P	164,312 ^{sn}	23,498 ^{sn}	3,690 ^{sn}	5,446 ^{sn}
Interaksi A * P	28,917 ^{sn}	5,094 ^{sn}	4,519 ^{sn}	0,762 ^{tn}
Interaksi S * A * P	0,546 ^{tn}	1,849 ^{tn}	0,472 ^{tn}	0,901 ^{tn}

Keterangan (*Remarks*): sn = Sangat nyata (*Very significant*); tn = Tidak nyata (*Unsignificant*)

Lampiran 3A. Hasil uji Tukey pada penambahan berat contoh uji
Appendix 3A. Tukey test results on sample weight gain

Sumber keragaman (<i>Source of variance</i>)		Penambahan berat basah (<i>Wet weight gain, %</i>)		Penambahan berat kering (<i>Dry weight gain, %</i>)	
		Rata-rata (<i>Average</i>)	Tukey test	Rata-rata (<i>Average</i>)	Tukey test
Spesies (S)	Tusam	28,14	A	6,46	A
	Karet	10,12	B	3,07	B
Arah serat/ <i>Grain</i> (A)	Radial	9,77	A	3,26	A
	Tangential	10,46	B	2,89	A
Perlakuan/ <i>Treatment</i> (P)	E1S1	8,93	A	2,4	A
	E1S2	10,6	B	3,32	B
	E2S1	9,37	C	2,75	A
	E2S2	9,53	C	3,70	B
	E3S1	8,27	A	3,05	B
	E3S2	13,18	D	4,04	C
	MF	10,81	B	5,53	E
	NS	10,26	B	4,81	D

Keterangan (*Remarks*): Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf hasil uji Tukey yang sama dalam satu faktor tidak berbeda nyata (*Average number followed with the same letter of Tukey test within one factor is not significantly different*)

Lampiran 3B. Hasil uji Tukey pada penambahan dimensi contoh uji
Appendix 3B. Tukey test results on sample dimensional gain

Sumber keragaman (Source of variance)		Penambahan dimensi basah (Wet dimensional gain, %)		Penambahan dimensi kering (Dry dimensional gain, %)	
		Rata-rata (Average)	Tukey test	Rata-rata (Average)	Tukey test
Spesies (S)	Tusam	2,82	A	0,22	A
	Karet	1,68	B	0,20	A
Arah serat/ <i>Grain</i> (A)	Radial	2,62	A	0,31	A
	Tangential	3,02	B	0,45	B
Perlakuan/ <i>Treatment</i> (P)	E1S1	2,8	A	0,27	A
	E1S2	3,05	B	0,29	A
	E2S1	3,05	B	0,34	B
	E2S2	3,05	B	0,34	B
	E3S1	2,78	A	0,46	C
	E3S2	2,95	B	0,49	C
	MF	2,34	C	0,38	D
	NS	2,56	D	0,34	B

Keterangan (*Remarks*): Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf hasil uji Tukey yang sama dalam satu faktor tidak berbeda nyata (*Average numbers followed with the same letter of Tukey test within one factor are not significantly different*)

Lampiran 4. Analisis keragaman pengembangan dimensi selama rendaman
Appendix 4. Variation analysis on dimensional 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 period</i>)					
		5 menit (<i>minute</i>)	10 menit (<i>minute</i>)	30 menit (<i>minute</i>)	1 jam (<i>hour</i>)	4 jam (<i>hour</i>)	24 jam (<i>hour</i>)
Spesies (S)	1	42,32 ^{sn}	60,558 ^{sn}	126,592 ^{sn}	10,930 ^{sn}	92,613 ^{sn}	13,495 ^{sn}
Arah serat/ <i>Grain</i> (A)	1	3,039 ^{sn}	7,551 ^{sn}	15,067 ^{sn}	9,153 ^{sn}	154,599 ^{sn}	150,347 ^{sn}
Perlakuan/ <i>Treatment</i> (P)	7	0,910 ^{tn}	0,974 ^{tn}	0,881 ^{tn}	0,621 ^{tn}	0,878 ^{tn}	0,405 ^{tn}
Interaksi S * A	1	0,865 ^{tn}	4,396 ^{sn}	1,285 ^{tn}	3,183 ^{sn}	74,299 ^{sn}	51,987 ^{sn}
Interaksi S * P	7	0,222 ^{tn}	0,793 ^{tn}	0,653 ^{tn}	1,258 ^{tn}	1,614 ^{tn}	2,374 ^{tn}
Interaksi A * P	7	0,261 ^{tn}	0,917 ^{tn}	0,944 ^{tn}	1,030 ^{tn}	1,794 ^{tn}	1,135 ^{tn}
Interaksi S * A * P	7	4,37 ^{sn}	18,699 ^{sn}	8,681 ^{sn}	0,903 ^{tn}	1,099 ^{tn}	2,003 ^{tn}
Galat (<i>Error</i>)	128						

Keterangan (*Remarks*): sn = Sangat nyata (*Very significant*); tn = Tidak nyata (*Unsignificant*)

Lampiran 5. Analisis keragaman pengembangan dimensi selama pembasahan
Appendix 5. Variation analysis on dimensional swelling during wetting

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 period</i>)			
		30menit (<i>minute</i>)	1jam (<i>hour</i>)	4jam (<i>hour</i>)	24jam (<i>hour</i>)
Spesies (S)	1	14,173 ^{sn}	28,756 ^{sn}	1,623 ^{tn}	0,950 ^{tn}
Arah serat/ <i>Grain</i> (A)	1	0,238 ^{tn}	0,567 ^{tn}	0,002 ^{tn}	0,003 ^{tn}
Perlakuan/ <i>Treatment</i> (P)	7	0,868 ^{tn}	1,355 ^{tn}	0,337 ^{tn}	0,806 ^{tn}
Interaksi S * A	1	0,676 ^{tn}	1,090 ^{tn}	16,144 ^{sn}	17,241 ^{sn}
Interaksi S * P	7	3,410 ^{sn}	2,927 ^{tn}	3,532 ^{sn}	1,414 ^{tn}
Interaksi A * P	7	2,435 ^{tn}	1,989 ^{tn}	3,123 ^{tn}	1,409 ^{tn}
Interaksi S * A * P	7	1,706 ^{tn}	1,153 ^{tn}	1,344 ^{tn}	6,919 ^{sn}
Galat (<i>Error</i>)	128				

Keterangan (*Remarks*): sn = Sangat nyata (*Very significant*); tn = Tidak nyata (*Unsignificant*)