

## EFEKTIVITAS BAHAN PENGISI KAYU PADA TIGA JENIS KAYU (*Wood Filler Effectivity on Three Wood Species*)

Jamal Balfas, Efrida Basri, & Adi Santoso

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 22 Desember 2017, direvisi 14 Februari 2018, disetujui 18 April 2018

### ABSTRACT

*The use of wood filler is vital in wood finishing. However, the most commercial wood fillers available in the market are made of chemical solvent-based resins, such as polyurethane and nitrocellulose. These products contain volatile organic compounds. This study examines performance of alternative and commercial wood fillers. The alternative wood fillers were made from the mixture of putty powder and organic resins, i.e. shellac, acrylic and polyvinyl acetate. The wood fillers were tested on tusam, jabon and rubber wood by assessing their physical, mechanical and chemical performances in comparison with the most commercial wood filler, i.e. nitrocellulose wood filler. Samples of three wood species were treated by spreading them with various wood filler solutions. Weight and dimensional changes due to treatment were determined in wet and dry sample conditions. Chemical and scratch resistance of the wood filler films were also tested to determine their chemical and mechanical performance. Color similarity of the wood filler treated samples and control were evaluated using the CIELab color system. The effect of treatment were varied according to wood species. Tusam samples possess greater weight and dimensional gains than those of jabon and rubber wood samples. All organic wood filler formula could effectively protect wood from water intrusion, comparable to that of the commercial wood filler (WF). The organic wood fillers had higher scratch resistance, less chemical resistance, and better color appearance than the commercial WF.*

*Keywords: Finishing, organic wood filler, shellac, acrylic, polyvinyl acetate*

### ABSTRAK

Penggunaan bahan pengisi kayu sangat penting dalam pekerjaan *finishing* kayu. Namun, bahan pengisi kayu komersial yang tersedia di pasar dewasa ini umumnya terbuat dari resin yang menggunakan pelarut kimia, seperti poliuretan dan nitroselulosa. Produk ini mengandung bahan yang dapat melepas polutan. Penelitian ini bertujuan menguji performa bahan pengisi kayu alternatif dan komersial. Bahan pengisi kayu alternatif dalam penelitian ini dibuat dari campuran tepung dempul dengan resin organik yaitu sirlak, akrilik, dan polivinil asetat. Performa bahan pengisi kayu diamati pada kayu tusam, jabon, dan karet, serta dibandingkan dengan performa bahan dempul komersial, yaitu nitroselulosa. Contoh uji ketiga jenis kayu dilabur dengan larutan bahan pengisi kayu kemudian dikeringkan. Perubahan berat dan dimensi contoh uji akibat laburan ditentukan pada kondisi basah dan kering. Ketahanan film bahan pengisi kayu terhadap pereaksi kimia dan pelarut diuji menurut prosedur ASTM. Ketahanan gores pada film bahan pengisi kayu diuji untuk mengetahui sifat mekanis dari formula bahan pengisi kayu. Kedekatan warna antar perlakuan bahan pengisi kayu dengan warna kayu kontrol dievaluasi menggunakan sistem pengukuran warna CIELab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan bahan pengisi kayu beragam menurut jenis kayu. Pertambahan berat dan dimensi pada kayu tusam lebih besar daripada kayu jabon dan karet. Formula bahan pengisi kayu alternatif mampu melindungi kayu dari intrusi air, setara dengan bahan pengisi kayu komersial. Formula bahan pengisi kayu organik memiliki ketahanan gores lebih tinggi, ketahanan lebih rendah terhadap larutan kimia, serta penampilan warna lebih baik daripada bahan pengisi kayu komersial.

Kata kunci: *Finishing*, bahan pengisi kayu organik, sirlak, akrilik, polivinil asetat

## I. PENDAHULUAN

Dalam aplikasi komersial, penyempurnaan kualitas penampakan kayu umumnya dilakukan dengan perlakuan pemberian lapisan bahan *finishing* pada permukaan kayu. Perlakuan ini dapat meningkatkan stabilitas dimensi kayu, melindungi permukaan kayu dari berbagai kotoran dan noda cairan kimia atau cairan rumah tangga, serta meningkatkan keindahan struktur kayu (Williams, Railings, & Cleaners, 2010). Namun demikian, menurut Jewitt (2014), Kaci, Djidjelli, Boukerrou, dan Zaidi (2007), efektivitas perlakuan *finishing* sangat ditentukan oleh tahapan kerja yang dilalui dalam proses pekerjaan tersebut, terutama tahapan persiapan pada permukaan kayu sebelum diberi lapisan film terakhir (*top coat*).

Salah satu langkah penting dalam tahapan persiapan permukaan kayu adalah pemberian bahan pengisi (bahan pengisi kayu) pada permukaan kayu setelah dilakukan pengampelasan. Pemberian bahan pengisi kayu dimaksudkan untuk mengisi semua rongga halus pada struktur kayu, seperti rongga serat/trakeida, pembuluh, parenkim, jari-jari, dan saluran damar. Pengisian rongga pada struktur kayu dengan bahan pengisi kayu akan menyebabkan penutupan rongga halus pada kayu sehingga menimbulkan kesan permukaan kayu lebih padat dan merata. Pemberian bahan pengisi kayu juga dapat mencegah perembesan getah pada permukaan kayu, serta memberikan hasil pewarnaan (*staining*) lebih merata (Hawks, 1995; Ellis, 2011). Pemberian bahan pengisi kayu pada permukaan kayu dapat menyebabkan pengurangan porositas pada permukaan kayu saat pemberian lapisan terakhir, sehingga dapat menghemat penggunaan bahan *top-coat* (Williams et al., 2010; Ellis, 2011).

Serupa dengan perlakuan modifikasi kayu di atas, bahan *finishing* yang digunakan di Indonesia umumnya menggunakan resin atau bahan kimia impor, berupa epoksi, silikon, nitroselulosa, dan akrilik, sehingga memiliki implikasi melemahkan daya saing produk akhir kayu Indonesia. Pada sisi lain, kelompok resin tersebut, kecuali akrilik, menggunakan pelarut *xylene* atau *toluene* yang banyak melepas komponen volatil (VOCs) dan komponen polutan udara beracun (HAPs) yang

mengganggu lingkungan maupun kesehatan yang bisa menyebabkan kanker pada manusia (Darmono, 2010; Kim, 2010; Vollmer & Evans, 2013). Menurut Natasya (2015) kriteria ramah lingkungan untuk suatu bahan, di antaranya adalah tidak beracun, dalam proses pembuatannya tidak memproduksi zat-zat berbahaya bagi lingkungan, mudah diperoleh dengan harga terjangkau, dan mudah terurai secara alami. Tujuan penelitian ini mempelajari penggunaan bahan pengisi kayu alternatif dari resin organik berupa sirlak, polivinil asetat, dan akrilik yang dicampur dengan tepung dempul. Masing-masing resin tersebut dicampurkan dalam beberapa kombinasi campuran dan digunakan pada tiga jenis kayu bersamaan dengan satu jenis bahan pengisi kayu komersial sebagai pembanding.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang diperlukan untuk formulasi bahan pengisi kayu terdiri pelarut organik (metanol), air destilata, resin sirlak, akrilik, polivinil asetat, dan tepung dempul. Sebagai pembanding diperlukan bahan pengisi kayu komersial dari kelompok nitroselulosa beserta pelarut *thinner*. Bahan kayu yang digunakan sebagai media aplikasi adalah kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.), jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb.), dan tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vr.).

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari alat penggerus kayu (*hammermill*), *beaker glass*, kuas, ampelas, *spray gun*, timbangan elektrik digital, *electric hand sander*, dapur pengering kombinasi tenaga surya dan tungku, alat ukur kadar air, alat ukur suhu (termometer), alat ukur pengembangan (*swellometer*), dan oven.

### B. Metode Penelitian

#### 1. Persiapan percobaan

Dolok segar bebas cacat dengan ukuran panjang 200 cm digergaji dua sisi untuk mendapatkan papan tangensial dan papan radial. Papan tersebut sebelum dijadikan contoh uji, baik contoh uji penelitian maupun sortimen aplikasi, dikeringkan terlebih dahulu hingga kadar airnya mencapai sekitar 15–20% agar tidak terserang

jamur pewarna kayu (*blue stain*). Pengeringan dilakukan dalam dapur pengering kombinasi tenaga surya dan tungku.

Contoh kayu untuk pengujian fungsi bahan penolakan air (*water repellency*) berukuran 1 cm (T) x 1 cm (L) x 10 cm (R) dan 1 cm (R) x 1 cm (L) x 10 cm (T) sebagaimana digunakan dalam Basri dan Balfas (2014). Contoh uji untuk pengujian aspek kimia ketahanan lapisan bahan pengisi kayu terhadap senyawa asam, basa serta berbagai pelarut berukuran 1 cm (tebal) x 10 cm (lebar) x 30 cm (panjang), tidak ditentukan orientasi seratnya sebagaimana digunakan dalam ASTM D-1308-02 (2013). Jumlah ulangan untuk kontrol maupun perlakuan, masing-masing lima ulangan.

## 2. Pembuatan formula bahan pengisi kayu

Formulasi bahan *finishing* yang diteliti adalah pembuatan bahan pengisi kayu organik dengan beberapa komposisi, sebagai berikut:

- a. 5% sirlak bobot/volume dalam larutan alkohol ditambah 20% bobot/volume tepung dempul (kode SF1),
- b. 10% sirlak bobot/volume dalam larutan alkohol ditambah 20% bobot/volume tepung dempul (kode SF2),
- c. 10% akrilik bobot/volume dalam air ditambah 20% bobot/volume tepung dempul (kode AF1),
- d. 20% akrilik bobot/volume dalam air ditambah 20% bobot/volume tepung dempul (kode AF2),
- e. 10% PVAc bobot/volume dalam air ditambah 20% bobot/volume tepung dempul (kode PF1),
- f. 20% PVAc bobot/volume dalam air ditambah 20% bobot/volume tepung dempul (kode PF2).

Formulasi bahan pengisi kayu di atas dibandingkan performanya dengan bahan pengisi kayu komersial yang banyak tersedia di pasaran. Bahan dempul komersial tersebut dibuat dengan menggunakan bahan resin nitroselulosa dan menggunakan pelarut minyak berupa *thinner*. Masing-masing bahan pengisi kayu digunakan sebanyak dua kali pelaburan yang dilakukan dengan kuas.

## 3. Pengujian bahan *finishing*

Pada penelitian ini dilakukan beberapa macam pengujian, yaitu pengujian fungsi bahan

dalam hal penolakan terhadap air (*water repellency*) dengan pengukuran perubahan dimensi (*swelling*) pada contoh uji kayu yang sudah dilapisi dengan bahan pengisi kayu. Semua contoh uji diukur dimensi dan beratnya pada saat sebelum perlakuan, setelah perlakuan pada kondisi basah dan kondisi kering, yaitu setelah contoh uji dikeringkan dalam oven selama 12 jam pada suhu 65°C. Perlakuan pelaburan dilakukan pada masing-masing komposisi bahan pengisi kayu di atas dan bahan pengisi kayu komersial. Pengujian kemampuan proteksi bahan *finishing* terhadap air dilakukan dengan metode rendaman. Pengujian pengembangan contoh uji 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 aspek mekanis pada lapisan bahan pengisi kayu dilakukan berupa pengukuran ketahanan gores pada permukaan film dengan prosedur pengujian mengikuti ASTM D4366-16 (ASTM, 2016; Malassenet, 2015). Pengujian aspek kimia terdiri atas ketahanan lapisan dempul terhadap senyawa asam, senyawa basa, dan berbagai pelarut dilakukan dengan metode tetes yang diamati secara visual sebagaimana diuraikan dalam ASTM D1308-02 (ASTM, 2013). Perlakuan pemberian larutan asam, basa, dan pelarut beragam menurut waktu perlakuan sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.

Contoh uji untuk aplikasi bahan pengisi kayu pada permukaan kayu berukuran 1 cm (tebal) x 10 cm (lebar) x 30 cm (panjang) dibagi dua bagian panjangnya, yaitu 10 cm kontrol dan 20 cm perlakuan sebagaimana digunakan dalam ASTM D-1308-02 (ASTM, 2013) (Gambar 1). Masing-masing contoh uji dilaburi dengan komposisi bahan pengisi kayu sebanyak dua kali laburan dengan ukuran lebar kuas 25 mm. Perubahan berat akibat perlakuan atau banyaknya konsumsi bahan pengisi kayu pada luas permukaan contoh uji ditentukan melalui penimbangan contoh uji sebelum dan sesudah pelaburan dengan timbangan digital. Setelah pelaburan, contoh uji dibiarkan (*conditioning*) dalam ruangan terbuka selama tujuh hari, kemudian diampelas dengan kertas ampelas grit 400 searah serat menggunakan *electric hand sander* sebelum dilakukan pengujian warna kayu. Pengujian warna pada permukaan

kayu pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan bahan pengisi kayu dilakukan pengukuran 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 oleh Krisdianto (2013). Semua contoh uji kemudian dilapisi permukaannya dengan bahan dempul organik maupun dempul komersial, dibiarkan beberapa hari sebelum dilakukan pengujian kualitas permukaan dan warna.

Setiap komposisi di atas diuji performanya pada contoh uji kayu karet, jabon, dan tusam

sebagai bahan pengisi kayu. Performa komposisi ini dievaluasi efektivitasnya secara visual dan dibandingkan dengan produk komersial yang tersedia di pasaran.

4. Analisa data

Penelitian ini dilakukan dengan rancangan percobaan faktorial 3 x 2 x 7. Ketiga faktor tersebut yaitu jenis kayu (3 taraf), orientasi serat (2 taraf), dan faktor komposisi bahan bahan pengisi kayu (7 taraf). Masing-masing taraf terdiri dari 5 buah contoh uji sebagai ulangan. Pengujian keragaman (Anova) dilakukan untuk mengetahui efektivitas masing-masing bahan bahan pengisi kayu (organik dan larut air) terhadap sifat fisis, terutama penambahan berat dan perubahan dimensi akibat laburan bahan pengisi kayu. Analisis keragaman yang menunjukkan hasil berbeda nyata diuji lebih lanjut dengan uji beda

**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> ) |
|---------------------------------------|---|
| Silen                                 | 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 <sub>4</sub> OH 10%                | 60 menit ( <i>minute</i> )                |



Keterangan (*Remarks*): a. Kondisi awal (*Initial condition*) b. Telah dilabur bahan pengisi kayu (*Wood filler coated surfaces*)

**Gambar 1. Contoh uji aplikasi bahan pengisi kayu pada permukaan kayu**  
**Figure 1. Wood filler application on the wood samples**

nyata Tukey untuk mengetahui bagian mana dari faktor yang menunjukkan perbedaan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pelaburan Bahan Pengisi Kayu

Pelaburan bahan pengisi kayu pada contoh uji kayu tusam (Tabel 2) tampak menyebabkan penambahan berat basah hampir 37% dan berat kering sekitar 16%. Pertambahan berat basah pada kayu karet yang dilaburi bahan pengisi kayu (Tabel 3) mencapai 18%, sedangkan pertambahan berat keringnya sekitar 12%. Pertambahan berat basah dan kering pada contoh uji kayu jabon yang dilaburi bahan pengisi kayu (Tabel 4) masing-masing mencapai sekitar 30% dan 13%.

Pertambahan berat basah dan kering akibat laburan pada kayu tusam (Tabel 2) jauh lebih tinggi daripada pertambahan berat yang terjadi pada kayu karet (Tabel 3) dan jabon (Tabel 4). Analisis statistik menunjukkan penambahan berat contoh uji secara nyata ( $p > 99\%$ ) menurut faktor jenis kayu dan interaksi antara ketiga faktor seperti tampak pada Lampiran 1. Perbedaan ini menunjukkan bahwa aplikasi bahan pengisi kayu pada struktur kayu tusam terjadi lebih banyak daripada kayu karet dan jabon. Perbedaan tersebut diduga berhubungan dengan sifat kayu tusam yang lebih higroskopis dibandingkan kayu karet dan jabon, sebagaimana ditunjukkan pada sifat kecepatan pengembangan ketiga jenis kayu pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 juga tampak kecenderungan penambahan berat akibat laburan bahan pengisi kayu pada contoh kayu radial lebih besar daripada contoh kayu tangensial. Fenomena ini mungkin disebabkan oleh fasilitas penetrasi larutan bahan pengisi kayu yang lebih baik pada kayu radial dibandingkan dengan kayu tangensial sebagaimana dijumpai sebelumnya pada perlakuan impregnasi kayu tusam dan karet dengan bahan *finishing* organik (Basri & Balfas, 2014; Basri, Balfas, Hendra & Santoso, 2015). Menurut Gindl, Hansmann, dan Wolfgang (2002) kayu radial memiliki permeabilitas lebih tinggi daripada kayu tangensial karena memiliki jaringan trakeida jari-jari dan saluran damar radial.

Perlakuan laburan bahan pengisi kayu pada ketiga jenis kayu dan arah serat tampak menyebabkan pertambahan berat basah yang beragam menurut komposisi bahan pengisi kayu (Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Lampiran 2A). Pertambahan berat akibat laburan bahan pengisi kayu cenderung meningkat dengan pertambahan porsi bahan tambahan pada formula bahan pengisi kayu, yaitu dari SF1 ke SF2, dari AF1 ke AF2, dan dari PF1 ke PF2. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan porsi padatan (*solid content*) pada formulasi bahan pengisi kayu organik dapat meningkatkan berat penggunaan bahan pengisi kayu dalam aplikasinya pada permukaan kayu. Perbedaan tersebut tampak pada nilai rata-rata pertambahan berat pada Lampiran 2A.

Pada Tabel 2, 3, 4, dan Lampiran 2A tampak bahwa pertambahan berat akibat laburan bahan pengisi kayu tidak memiliki pola tertentu, beragam menurut jenis kayu, arah serat, dan formula bahan pengisi kayu yang digunakan. Pertambahan berat basah tertinggi pada kayu tusam dan jabon dijumpai pada contoh uji radial maupun tangensial dengan perlakuan bahan pengisi kayu SF2, sedangkan pada kayu karet dijumpai pada contoh uji radial dengan perlakuan bahan pengisi kayu PF2. Pada sisi lain, kenaikan berat kering tertinggi pada kayu tusam dijumpai pada contoh uji tangensial dengan perlakuan bahan pengisi kayu PF1, sedangkan pada kayu karet dijumpai pada contoh uji radial dengan perlakuan PF2, dan pada kayu jabon dijumpai pada contoh uji radial dengan perlakuan AF1.

Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 juga menunjukkan pertambahan dimensi basah pada contoh uji kayu tusam lebih tinggi daripada pertambahan dimensi pada kayu karet dan jabon, baik pada arah radial maupun tangensial. Hasil analisis statistik pada Lampiran 1 menunjukkan bahwa perlakuan laburan bahan pengisi kayu pada contoh uji kayu pinus, karet, dan jabon dengan berbagai komposisi bahan pengisi kayu menyebabkan pertambahan dimensi secara nyata ( $p > 99\%$ ) menurut jenis kayu dan interaksi dengan dua faktor lainnya yaitu orientasi serat dan komposisi bahan sebagaimana ditunjukkan pada hasil uji Tukey pada Lampiran 2B.

**Tabel 2. Pertambahan berat dan dimensi kayu tusam akibat laburan bahan pengisi kayu**

**Table 2. Weight and dimensional gains on tusam due to wood filler spread**

| Orientasi Serat<br>(Grain orientation) | Kode Perlakuan<br>(Treatment code) | Pertambahan berat<br>(Weight gain, %) |              | Pertambahan dimensi (Dimensional gain, %) |              |
|--|------------------------------------|---------------------------------------|--------------|---|--------------|
|  |                                    | Basah (Wet)                           | Kering (Dry) | Basah (Wet)                               | Kering (Dry) |
| Radial                                 | SF1                                | 21,34                                 | 6,08         | 1,78                                      | 0,92         |
|  | SF2                                | 36,59                                 | 11,78        | 3,77                                      | 1,28         |
|  | AF1                                | 32,05                                 | 10,40        | 1,51                                      | 0,53         |
|  | AF2                                | 25,77                                 | 10,96        | 1,65                                      | 1,21         |
|  | PF1                                | 24,41                                 | 7,01         | 2,24                                      | 1,07         |
|  | PF2                                | 32,07                                 | 8,15         | 2,57                                      | 1,08         |
|  | WF                                 | 8,88                                  | 7,49         | 0,38                                      | 0,31         |
| Tangensial                             | SF1                                | 32,53                                 | 8,30         | 2,33                                      | 0,80         |
|  | SF2                                | 35,13                                 | 12,20        | 4,14                                      | 1,30         |
|  | AF1                                | 26,17                                 | 9,11         | 2,49                                      | 0,96         |
|  | AF2                                | 24,18                                 | 10,51        | 2,13                                      | 1,02         |
|  | PF1                                | 32,88                                 | 16,15        | 2,97                                      | 2,82         |
|  | PF2                                | 25,36                                 | 10,68        | 2,35                                      | 1,72         |
|  | WF                                 | 9,44                                  | 8,77         | 0,38                                      | 0,23         |

Keterangan (Remarks): SF1= 5% sirlak dalam metanol ditambah 20% tepung dempul (Treated with 5% shellac in methanol added with 20% putty powder); SF2= 10% sirlak dalam metanol ditambah 20% tepung dempul (Treated with 10% shellac in methanol added with 20% putty powder); AF1=10% akrilik dalam air ditambah 20% tepung dempul (Treated with 10% acrylic in water added with 20% putty powder); AF2= 20% akrilik dalam air ditambah 20% tepung dempul (Treated with 20% acrylic in water added with 20% putty powder); PF1=10% polivinil asetat dalam air ditambah 20% tepung dempul (Treated with 10% polyvinyl acetate in water added with 20% putty powder); PF2=20% polivinil asetat dalam air ditambah 20% tepung dempul (Treated with 20% polyvinyl acetate in water added with 20% putty powder); WF= Wood filler komersial (Treated with commercial wood filler)

**Tabel 3. Pertambahan berat dan dimensi kayu karet akibat laburan bahan pengisi kayu**

**Table 3. Weight and dimensional gains on rubber wood due to wood filler spread**

| Orientasi Serat<br>(Grain orientation) | Kode Perlakuan<br>(Treatment code) | Pertambahan berat<br>(Weight gain, %) |              | Pertambahan dimensi<br>(Dimensional gain, %) |              |
|--|------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--|--------------|
|  |                                    | Basah (Wet)                           | Kering (Dry) | Basah (Wet)                                  | Kering (Dry) |
| Radial                                 | SF1                                | 3,31                                  | 2,19         | 0,22   | 0,15         |
|  | SF2                                | 6,89                                  | 2,91         | 0,30   | 0,10         |
|  | AF1                                | 11,07                                 | 4,78         | 0,24   | 0,14         |
|  | AF2                                | 7,57                                  | 6,52         | 0,46   | 0,11         |
|  | PF1                                | 11,95                                 | 5,74         | 0,29   | 0,17         |
|  | PF2                                | 17,87                                 | 12,21        | 0,41   | 0,21         |
|  | WF                                 | 3,99                                  | 0,82         | 0,54   | 0,22         |
| Tangensial                             | SF1                                | 6,07                                  | 2,63         | 0,17   | 0,00         |
|  | SF2                                | 6,01                                  | 4,23         | 0,62   | 0,13         |
|  | AF1                                | 11,13                                 | 4,01         | 0,30   | 0,19         |
|  | AF2                                | 8,71                                  | 4,65         | 0,64   | 0,29         |
|  | PF1                                | 6,33                                  | 1,28         | 0,51   | 0,42         |
|  | PF2                                | 6,58                                  | 0,54         | 0,65   | 0,23         |
|  | WF                                 | 3,68                                  | 3,42         | 0,18   | 0,11         |

**Tabel 4. Pertambahan berat dan dimensi kayu jabon akibat laburan bahan pengisi kayu**  
**Table 4. Weight and dimensional gains on jabon due to wood filler spread**

| Orientasi Serat<br>( <i>Grain orientation</i> ) | Kode Perlakuan<br>( <i>Treatment code</i> ) | Pertambahan berat<br>( <i>Weight gain, %</i> ) |                       | Pertambahan dimensi<br>( <i>Dimensional gain, %</i> ) |                       |
|---|---|--|-----------------------|---|-----------------------|
|   |   | Basah ( <i>Wet</i> )                           | Kering ( <i>Dry</i> ) | Basah ( <i>Wet</i> )                                  | Kering ( <i>Dry</i> ) |
| Radial  | SF1   | 9,48   | 5,35                  | 0,22  | 0,28                  |
|   | SF2   | 29,36  | 10,24                 | 1,53  | 0,56                  |
|   | AF1   | 17,27  | 12,88                 | 0,91  | 0,77                  |
|   | AF2   | 18,47  | 6,51                  | 0,77  | 0,63                  |
|   | PF1   | 18,23  | 8,07                  | 1,46  | 0,71                  |
|   | PF2   | 19,35  | 8,30                  | 1,00  | 0,87                  |
|   | WF  | 11,69  | 8,78                  | 0,21  | 0,14                  |
| Tangensial                                      | SF1   | 6,50   | 4,12                  | 0,21  | 0,25                  |
|   | SF2   | 22,46  | 8,85                  | 1,94  | 0,66                  |
|   | AF1   | 11,60  | 4,88                  | 0,79  | 0,46                  |
|   | AF2   | 16,56  | 6,30                  | 0,80  | 0,63                  |
|   | PF1   | 15,33  | 6,82                  | 1,15  | 0,63                  |
|   | PF2   | 16,79  | 7,36                  | 0,93  | 0,60                  |
|   | WF  | 9,52   | 8,22                  | 0,21  | 0,10                  |

Pertambahan dimensi basah dan kering akibat laburan bahan pengisi kayu pada contoh uji tangensial tidak berbeda nyata dengan pertambahan berat pada contoh uji radial baik pada kayu tusam, karet maupun kayu jabon (Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4). Hasil ini berbeda dengan fenomena yang dilaporkan sebelumnya pada penelitian perlakuan bahan *finishing* organik pada kayu tusam dan karet (Basri et al., 2015), dimana pertambahan dimensi pada arah tangensial memiliki satuan lebih tinggi daripada arah radial. Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 menunjukkan pertambahan dimensi pada contoh uji beragam menurut perlakuan bahan pengisi kayu, dimana formula campuran bahan pengisi kayu organik yang menggunakan pelarut polar (metanol atau air), cenderung menyebabkan pertambahan dimensi lebih besar dibandingkan dengan bahan nitroselulosa (WF) yang menggunakan pelarut minyak (*thinner*), yang bersifat non-polar.

Kemampuan bahan pengisi kayu dalam proteksi kayu dari intrusi air diuji melalui metode kontak langsung (rendaman) maupun ekspose contoh uji pada kelembapan tinggi (pembasahan). Hasil pengujian sifat pengembangan kayu tusam, karet dan jabon selama rendaman dalam air disajikan pada Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7. Ketiga tabel tersebut menunjukkan bahwa pola

pertambahan dimensi pada kayu karet terjadi lebih lambat dibandingkan dengan pertambahan dimensi pada kayu tusam dan jabon. Pada sisi lain, nilai pertambahan dimensi pada kayu karet lebih rendah dibandingkan dengan pertambahan dimensi pada kayu tusam dan jabon. 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). Hasil analisis keragaman pada perubahan dimensi kayu selama perendaman dalam air (Lampiran 2) menunjukkan keragaman yang nyata ( $p > 99\%$ ) hanya menurut faktor jenis kayu.

Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 juga menunjukkan sifat pengembangan contoh uji ketiga jenis kayu (tusam, karet, jabon) yang lebih rendah terhadap kayu kontrol baik pada kayu contoh uji radial maupun contoh uji tangensial. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan porositas struktur anatomi kayu pada arah radial dan tangensial. Menurut Bowyer, Shmulsky, dan Haygreen (2007) terdapat jaringan jari-jari serta pernoktah pada dinding dan penampang radial, sementara pada arah tangensial terdapat dominasi kayu "*summer*", serta perbedaan jumlah dinding sel pada kedua arah orientasi serat tersebut.

**Tabel 5. Pengembangan kayu tusam selama rendaman dalam air**  
**Table 5. Swelling on tusam due to water soaking**

| Orientasi Serat<br>( <i>Grain orientations</i> ) | Kode Perlakuan<br>( <i>Treatment codes</i> ) | Pengembangan pada periode rendaman<br>( <i>Swelling on soaking period, %</i> ) |                                |                                |                          |                           |                            |
|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
|  |  | 5 menit<br>( <i>minutes</i> )  | 10 menit<br>( <i>minutes</i> ) | 30 menit<br>( <i>minutes</i> ) | 1 jam<br>( <i>hour</i> ) | 4 jam<br>( <i>hours</i> ) | 24 jam<br>( <i>hours</i> ) |
| Radial   | Kontrol                                      | 2,51   | 3,07                           | 3,07                           | 3,32                     | 3,36                      | 3,39                       |
|  | SF1  | 2,13   | 2,52                           | 2,86                           | 2,94                     | 2,99                      | 3,04                       |
|  | SF2  | 0,16   | 0,28                           | 1,11                           | 2,36                     | 3,55                      | 3,70                       |
|  | AF1  | 1,07   | 1,61                           | 1,92                           | 1,94                     | 2,05                      | 2,09                       |
|  | AF2  | 2,75   | 3,42                           | 3,53                           | 3,60                     | 4,06                      | 4,12                       |
|  | PF1  | 0,46   | 1,67                           | 2,94                           | 3,23                     | 3,32                      | 3,39                       |
|  | PF2  | 0,87   | 1,25                           | 6,63                           | 2,47                     | 2,54                      | 2,58                       |
|  | WF   | 0,04   | 0,14                           | 0,96                           | 2,55                     | 3,03                      | 3,07                       |
| Tangensial                                       | Kontrol                                      | 2,66   | 3,63                           | 3,99                           | 4,07                     | 4,13                      | 4,19                       |
|  | SF1  | 1,73   | 2,34                           | 2,71                           | 2,91                     | 2,98                      | 3,05                       |
|  | SF2  | 0,27   | 0,64                           | 2,31                           | 2,94                     | 3,13                      | 3,21                       |
|  | AF1  | 2,76   | 2,89                           | 2,98                           | 3,01                     | 3,07                      | 3,13                       |
|  | AF2  | 3,46   | 3,58                           | 3,66                           | 3,71                     | 4,17                      | 4,22                       |
|  | PF1  | 1,18   | 2,77                           | 3,16                           | 3,22                     | 3,29                      | 3,35                       |
|  | PF2  | 1,14   | 1,55                           | 2,71                           | 3,01                     | 3,12                      | 3,20                       |
|  | WF   | 0,13   | 0,36                           | 1,82                           | 2,82                     | 3,47                      | 3,52                       |

**Tabel 6. Pengembangan kayu karet selama rendaman dalam air**  
**Table 6. Swelling on rubber wood due to water soaking**

| Orientasi Serat<br>( <i>Grain orientations</i> ) | Kode Perlakuan<br>( <i>Treatment codes</i> ) | Pengembangan pada periode rendaman<br>( <i>Swelling on soaking period, %</i> ) |                                |                                |                          |                           |                            |
|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
|  |  | 5 menit<br>( <i>minutes</i> )  | 10 menit<br>( <i>minutes</i> ) | 30 menit<br>( <i>minutes</i> ) | 1 jam<br>( <i>hour</i> ) | 4 jam<br>( <i>hours</i> ) | 24 jam<br>( <i>hours</i> ) |
| Radial   | Kontrol                                      | 0,11   | 0,19                           | 0,60                           | 1,31                     | 2,36                      | 3,04                       |
|  | SF1  | 0,13   | 0,14                           | 0,29                           | 0,74                     | 1,25                      | 2,78                       |
|  | SF2  | 0,08   | 0,12                           | 0,21                           | 0,38                     | 0,91                      | 1,01                       |
|  | AF1  | 0,13   | 0,15                           | 0,27                           | 0,43                     | 0,83                      | 0,92                       |
|  | AF2  | 0,13   | 0,17                           | 0,35                           | 0,51                     | 0,94                      | 1,00                       |
|  | PF1  | 0,09   | 0,12                           | 0,03                           | 0,43                     | 0,80                      | 0,86                       |
|  | PF2  | 0,05   | 0,08                           | 0,15                           | 0,19                     | 0,61                      | 0,71                       |
|  | WF   | 0,04   | 0,08                           | 0,19                           | 0,59                     | 1,77                      | 1,93                       |
| Tangensial                                       | Kontrol                                      | 0,06   | 0,11                           | 0,55                           | 1,22                     | 2,25                      | 3,37                       |
|  | SF1  | 0,18   | 0,26                           | 0,35                           | 1,10                     | 1,24                      | 1,43                       |
|  | SF2  | 0,12   | 0,16                           | 0,30                           | 0,70                     | 2,13                      | 2,56                       |
|  | AF1  | 0,12   | 0,14                           | 0,51                           | 0,73                     | 1,62                      | 2,56                       |
|  | AF2  | 0,14   | 0,19                           | 0,49                           | 0,83                     | 2,33                      | 2,67                       |
|  | PF1  | 0,14   | 0,20                           | 0,52                           | 0,88                     | 2,07                      | 2,34                       |
|  | PF2  | 0,11   | 0,16                           | 0,32                           | 0,56                     | 1,97                      | 2,52                       |
|  | WF   | 0,05   | 0,10                           | 0,21                           | 0,58                     | 2,19                      | 2,45                       |



**Tabel 7. Pengembangan kayu jabon selama rendaman dalam air**

**Table 7. Swelling on jabon due to water soaking**

| Orientasi Serat<br>( <i>Grain orientations</i> ) | Kode Perlakuan<br>( <i>Treatment codes</i> ) | Pengembangan pada periode rendaman<br>( <i>Swelling on soaking period, %</i> ) |                                |                                |                          |                        |                         |
|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
|  |  | 5 menit<br>( <i>minutes</i> )  | 10 menit<br>( <i>minutes</i> ) | 30 menit<br>( <i>minutes</i> ) | 1 jam<br>( <i>hour</i> ) | 4 jam ( <i>hours</i> ) | 24 jam ( <i>hours</i> ) |
| Radial   | Kontrol                                      | 0,23   | 0,41                           | 1,23                           | 2,01                     | 3,03                   | 3,19                    |
|  | SF1  | 0,50   | 0,90                           | 1,51                           | 1,82                     | 2,79                   | 2,96                    |
|  | SF2  | 0,43   | 0,83                           | 1,39                           | 1,83                     | 2,53                   | 2,94                    |
|  | AF1  | 0,00   | 0,00                           | 0,00                           | 0,00                     | 0,00                   | 0,00                    |
|  | AF2  | 0,44   | 0,63                           | 1,33                           | 1,85                     | 2,57                   | 2,71                    |
|  | PF1  | 0,50   | 0,72                           | 1,29                           | 1,83                     | 2,70                   | 2,86                    |
|  | PF2  | 0,34   | 0,58                           | 0,92                           | 1,44                     | 2,55                   | 2,80                    |
|  | WF   | 0,15   | 0,25                           | 0,75                           | 1,20                     | 2,71                   | 2,86                    |
| Tangensial                                       | Kontrol                                      | 0,19   | 0,34                           | 1,00                           | 1,68                     | 2,71                   | 3,45                    |
|  | SF1  | 0,46   | 0,81                           | 1,40                           | 1,99                     | 2,59                   | 3,21                    |
|  | SF2  | 0,30   | 0,75                           | 1,24                           | 1,73                     | 2,72                   | 3,33                    |
|  | AF1  | 0,49   | 0,91                           | 1,44                           | 2,12                     | 2,98                   | 3,40                    |
|  | AF2  | 0,34   | 0,51                           | 1,19                           | 1,75                     | 2,69                   | 2,85                    |
|  | PF1  | 0,34   | 0,52                           | 1,03                           | 1,50                     | 2,46                   | 2,62                    |
|  | PF2  | 0,31   | 0,50                           | 0,94                           | 1,52                     | 2,47                   | 2,52                    |
|  | WF   | 0,05   | 0,10                           | 0,37                           | 0,76                     | 2,60                   | 2,81                    |

























Penggunaan bahan pengisi kayu komersial (WF) mampu menahan penetrasi air lebih tinggi pada kayu tusam, karet, dan jabon (Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7) dibandingkan dengan penggunaan bahan pengisi kayu organik. Perbedaan ini terutama disebabkan oleh porsi kandungan padatan yang lebih tinggi pada resin komersial dibandingkan dengan resin organik. Selain itu, kedua bahan pengisi kayu tersebut menggunakan resin dan pelarut *thinnery* yang keduanya bersifat hidrofobik, sehingga memiliki daya tolak air lebih tinggi daripada bahan formulasi organik yang menggunakan pelarut metanol atau air yang bersifat polar. Fenomena serupa dilaporkan pada perlakuan bahan pengisi kayu komersial oleh Ellis (2011) pada kayu red oak, hickory, dan red maple.

## B. Aplikasi Bahan Pengisi Kayu

Penggunaan bahan pengisi kayu pada dasarnya ditujukan untuk menutup rongga mikroskopis yang terdapat pada struktur kayu, baik berupa rongga serat/trakeida, pembuluh, saluran damar maupun kerusakan jari-jari atau

parenkim. Efektivitas penggunaan bahan pengisi kayu ditentukan oleh kemampuan bahan dalam menutup rongga mikro pada permukaan kayu serta kedekatan warna bahan pengisi kayu terhadap warna kayu saat sebelum *finishing*. Hasil pengukuran warna pada permukaan kayu yang telah diberi bahan pengisi kayu dan warna kayu alami tusam, karet, dan jabon dengan sistem CIElab (Tabel 8) menunjukkan bahwa nilai kecerahan ( $L^*$ ), kemerahan ( $a^*$ ) dan kekuningan ( $b^*$ ) pada kayu tusam kontrol adalah masing-masing 76,30; 5,14 dan 19,89, sedangkan pada kayu karet kontrol adalah 72,9; 6,28; dan 21,52, serta pada jabon kontrol adalah 77,55; 4,32; dan 21,49. Pada Tabel 8 tampak bahwa warna perlakuan bahan pengisi kayu yang mendekati warna kayu kontrol tusam, karet, dan jabon berbeda menurut jenis kayu. Perlakuan bahan pengisi kayu SF1, SF2, dan AF2 memberikan pengaruh perubahan warna yang minimal pada kayu tusam. Pada kayu karet tampak bahwa perlakuan AF1, AF2, PF1, dan PF2 memiliki nilai kecerahan, kemerahan, dan kekuningan yang mendekati nilai kayu kontrol. Sedangkan, pada kayu jabon perlakuan dengan menggunakan bahan pengisi kayu SF1, SF2, dan

**Tabel 8. Hasil pengukuran warna permukaan kayu dan perlakuan bahan pengisi kayu**  
**Tabel 8. Color measuring results on control and wood filler treated surfaces**

| Jenis Kayu ( <i>Wood species</i> ) | Perlakuan ( <i>Treatments</i> ) | Nilai rata-rata ( <i>Average</i> ) |       |       | Warna pada kontrol dan setelah perlakuan ( <i>Color on control and after treatments</i> ) |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------|-------|---|
|                                    |                                 | L*                                 | a*    | b*    |   |
| Tusam                              | Kontrol                         | 76,30                              | 5,14  | 19,89 |        |
|                                    | SF1                             | 72,74                              | 9,86  | 29,28 |        |
|                                    | SF2                             | 73,79                              | 9,10  | 30,11 |        |
|                                    | AF1                             | 81,11                              | 4,44  | 20,04 |        |
|                                    | AF2                             | 74,28                              | 8,05  | 25,95 |        |
|                                    | PF1                             | 81,06                              | 4,42  | 18,73 |        |
|                                    | PF2                             | 79,91                              | 4,35  | 17,65 |        |
|                                    | WF                              | 72,81                              | 12,44 | 39,31 |       |
| Karet                              | Kontrol                         | 72,9                               | 6,28  | 21,52 |      |
|                                    | SF1                             | 71,27                              | 8,21  | 28,05 |      |
|                                    | SF2                             | 68,37                              | 9,65  | 28,15 |      |
|                                    | AF1                             | 74,32                              | 5,43  | 19,01 |      |
|                                    | AF2                             | 75,68                              | 4,83  | 19,06 |      |
|                                    | PF1                             | 78,50                              | 3,70  | 15,71 |      |
|                                    | PF2                             | 75,73                              | 4,45  | 16,90 |      |
|                                    | WF                              | 64,85                              | 12,31 | 34,12 |      |
| Jabon                              | Kontrol                         | 77,55                              | 4,32  | 21,49 |      |
|                                    | SF1                             | 76,13                              | 6,50  | 28,76 |      |
|                                    | SF2                             | 79,63                              | 3,64  | 19,13 |      |
|                                    | AF1                             | 78,59                              | 3,91  | 20,73 |      |
|                                    | AF2                             | 77,30                              | 4,24  | 21,94 |      |
|                                    | PF1                             | 80,00                              | 3,09  | 16,88 |      |
|                                    | PF2                             | 79,63                              | 3,64  | 19,13 |      |
|                                    | WF                              | 68,97                              | 12,03 | 36,92 |      |

**Tabel 9. Ketahanan film bahan pengisi kayu terhadap asam, basa, dan pelarut**

**Table 9. Wood filler film resistance against acid, alkaline and solvent**

| Bahan Film<br>( <i>Film material</i> ) | Asam/basa/pelarut<br>( <i>Acid/alkaline/solvent</i> ) |                              |        |         |            |                      |                           |
|--|---|------------------------------|--------|---------|------------|----------------------|---------------------------|
|  | Silen<br>( <i>Xylene</i> )                            | Aseton<br>( <i>Acetone</i> ) | HCl 5% | NaOH 5% | Etanol 48% | Air ( <i>Water</i> ) | NH <sub>4</sub> OH<br>10% |
| SF1                                    | Baik  | Rusak                        | Baik   | Rusak   | Rusak      | Baik                 | Rusak                     |
| SF2                                    | Baik  | Rusak                        | Baik   | Rusak   | Rusak      | Baik                 | Rusak                     |
| AF1                                    | Baik  | Baik                         | Baik   | Rusak   | Baik       | Baik                 | Rusak                     |
| AF2                                    | Baik  | Baik                         | Baik   | Rusak   | Baik       | Baik                 | Rusak                     |
| LF1                                    | Baik  | Baik                         | Baik   | Rusak   | Baik       | Baik                 | Rusak                     |
| LF2                                    | Baik  | Baik                         | Baik   | Rusak   | Baik       | Baik                 | Rusak                     |
| WF                                     | Baik  | Rusak                        | Baik   | Baik    | Baik       | Baik                 | Rusak                     |

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

AF2 memberikan nilai warna paling dekat dengan warna kayu kontrol. Secara umum tampak bahwa bahan pengisi kayu organik memiliki kedekatan warna lebih baik daripada bahan pengisi kayu komersial. Bahkan beberapa komposisi bahan pengisi kayu organik, seperti SF1, SF2, AF1, dan AF2 memiliki nilai kecerahan, kemerahan dan kekuningan yang mendekati nilai kayu kontrol baik tusam, karet maupun jabon.

Bahan pengisi kayu sebagai bahan *finishing* yang digunakan untuk mengisi rongga mikroskopis pada kayu harus memiliki stabilitas fisis terhadap bahan kimia atau cairan rumah tangga. Hasil pengujian ketahanan film bahan pengisi kayu organik dan bahan pengisi kayu komersial pada Tabel 9 menunjukkan bahwa komposisi bahan pengisi kayu organik yang menggunakan resin sirlak memiliki ketahanan hanya terhadap silen, HCl 5%, dan air, sedangkan bahan pengisi kayu yang menggunakan resin akrilik dan polivinil asetat memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap silen dan etanol, yaitu tidak dijumpai kerusakan pada permukaan film kedua resin tersebut. Film bahan pengisi kayu dari kelompok bahan organik tersebut yang digunakan pada kayu tusam, karet maupun jabon mengalami kerusakan serius bila terkena larutan alkali NaOH dan NH<sub>4</sub>OH. Pada Tabel 9 tampak bahwa bahan pengisi kayu komersial mengalami kerusakan bila kontak dengan larutan aseton dan NH<sub>4</sub>OH. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan pengisi kayu formula organik maupun komersial memerlukan tambahan proteksi film dari kontak terhadap bahan kimia dan cairan rumah tangga.

Proteksi pelapisan permukaan (*top coat*) dengan bahan resin sintetik yang menggunakan pelarut minyak seperti melamin dan nitroselulosa dilaporkan mampu melindungi kerusakan film *finishing* dari berbagai larutan tersebut (Balfas, 2017; Singh, Park, Nuryawan, & Kazayawoko, 2013).

Bahan bahan pengisi kayu sebagai komponen penyusun lapisan film *finishing* harus memiliki sifat mekanis, yaitu ketahanan terhadap goresan. Pengujian ketahanan gores pada film bahan pengisi kayu organik dan bahan pengisi kayu komersial yang merujuk pada ASTM D4366-16 (ASTM, 2016) disajikan pada Tabel 10. Penggunaan bahan pengisi kayu pada ketebalan film 200 µm baik pada bahan pengisi kayu organik maupun bahan pengisi kayu komersial memiliki ketahanan gores lebih tinggi daripada aplikasi film 100 µm. Ketebalan film 200 µm juga cenderung memiliki stabilitas lebih baik menurut waktu pengujian dibandingkan dengan ketebalan film 100 µm. Film bahan pengisi organik, terutama dari bahan akrilik dan polivinil memiliki ketahanan gores lebih tinggi daripada film *wood filler* komersial pada aplikasi film 100 maupun 200 µm. Pada kelompok formula organik tampak bahwa peningkatan konsentrasi sirlak maupun resin sintetik cenderung meningkatkan nilai ketahanan gores pada aplikasi film 100 maupun 200 µm. Nilai ketahanan gores tertinggi pada kelompok bahan pengisi kayu organik diperoleh pada aplikasi film 100 µm dengan komposisi LF2, yaitu campuran polivinil asetat 20% dengan

**Tabel 10. Ketahanan gores bahan pengisi kayu organik dan komersial****Table 10. Scratch resistance of commercial and organic wood filler film**

| Sampel<br>(Wood filler) | Ketebalan film 100 $\mu\text{m}$<br>(Film thickness 100 $\mu\text{m}$ ) |              |              | Ketebalan film 200 $\mu\text{m}$<br>(Film thickness 200 $\mu\text{m}$ ) |              |              |
|-------------------------|---|--------------|--------------|---|--------------|--------------|
|                         | Hari (Day) 1  | Hari (Day) 3 | Hari (Day) 7 | Hari (Day) 1  | Hari (Day) 3 | Hari (Day) 7 |
| SF1                     | 102   | 103          | 98           | 103   | 106          | 102          |
| SF2                     | 103   | 106          | 100          | 109   | 111          | 106          |
| AF1                     | 109   | 111          | 109          | 118   | 116          | 111          |
| AF2                     | 111   | 109          | 106          | 119   | 117          | 110          |
| LF1                     | 116   | 113          | 113          | 118   | 116          | 116          |
| LF2                     | 118   | 117          | 114          | 121   | 119          | 115          |
| WF                      | 103   | 102          | 101          | 108   | 107          | 106          |

tepung dempul sebanyak 20%. Pada Tabel 10 tampak bahwa ketahanan gores bahan pengisi kayu cenderung mengalami peningkatan dari hari pertama ke hari ketiga, kemudian menurun setelah pengkondisian selama tujuh hari. Perubahan ini mungkin disebabkan oleh proses pematangan (*curing*) pada komponen resin yang digunakan dalam formulasi bahan pengisi kayu (Williams et al., 2010).

Hasil pengujian pada beberapa sifat fisis dan mekanis dari bahan bahan pengisi kayu di atas menunjukkan adanya beberapa keunggulan bahan bahan pengisi kayu organik daripada bahan pengisi kayu komersial. Bahkan dalam aplikasi *finishing* sebagaimana tampak pada Tabel 8 bahan pengisi kayu organik memiliki keunggulan dalam hal kedekatan pewarnaan dibandingkan dengan bahan pengisi kayu komersial. Pada sisi lain, bahan dempul komersial menggunakan pelarut *thinner* yang mengandung komponen racun mudah menguap, yang dapat terhirup pada saat aplikasi perlakuan bahan pengisi kayu. Pelarut *thinner* mengandung bahan utama berupa silen (*xylene*) dan toluen (*toluene*) yang akan menguap dalam proses aplikasi bahan pengisi kayu maupun proses pematangan (*curing*) resin bahan pengisi kayu. Bahan pengisi kayu komersial memiliki kandungan padatan sekitar 46% pada proses aplikasi pada kayu. Hal ini berarti kedua bahan tersebut melepas sekitar 54% dari berat campuran bahan ke atmosfer berupa uap silen dan toluen. Emisi *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 genetik.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Pelaburan contoh uji kayu dengan bahan bahan pengisi kayu menyebabkan pertambahan berat yang beragam menurut faktor jenis kayu. Pertambahan berat karena laburan bahan pengisi kayu pada kayu tusam lebih tinggi daripada jenis kayu karet dan jabon. Pertambahan berat dalam aplikasi bahan pengisi kayu pada contoh uji radial lebih tinggi dibandingkan dengan pertambahan berat pada contoh uji tangensial pada ketiga jenis kayu. Pertambahan berat basah dan kering akibat laburan bahan pengisi kayu cenderung meningkat dengan pertambahan konsentrasi resin organik (sirlak, akrilik, dan polivinil asetat). Semua komposisi formula bahan pengisi kayu organik dapat berfungsi efektif sebagai bahan pengisi kayu serupa dengan bahan pengisi kayu komersial. Laburan bahan bahan pengisi kayu pada kayu tusam, karet, dan jabon juga menyebabkan pertambahan dimensi contoh uji pada ketiga jenis kayu. Pertambahan dimensi akibat laburan bahan bahan pengisi kayu beragam menurut faktor jenis kayu. Pertambahan dimensi pada kayu tusam akibat penggunaan bahan pengisi kayu lebih tinggi daripada kayu karet dan jabon. Contoh uji kontrol tangensial pada ketiga jenis kayu memiliki pertambahan dimensi lebih tinggi daripada contoh uji kontrol radial. Contoh uji yang dilabur dengan bahan bahan pengisi

kayu organik (pelarut metanol atau air) memiliki perubahan dimensi lebih besar daripada contoh uji yang dilabur dengan bahan pengisi kayu komersial (pelarut *thinner*).

Pelaburan bahan pengisi kayu pada permukaan kayu secara umum mampu menahan penetrasi air ke dalam struktur kayu. Efektivitas proteksi bahan pengisi kayu terhadap intrusi air menurun dengan pertambahan waktu pengujian. Efektivitas proteksi bahan pengisi kayu terhadap intrusi air ke dalam kayu tampak lebih baik pada pengujian pembasahan dalam desikator daripada pengujian perendaman dalam air. Bahan pengisi kayu komersial nitroselulosa memiliki kemampuan proteksi kayu terhadap intrusi air lebih tinggi daripada bahan pengisi kayu organik. Bahan pengisi kayu komersial memiliki sedikit keunggulan dalam hal ketahanan terhadap cairan kimia dan rumah tangga, namun memiliki ketahanan gores lebih rendah daripada bahan *finishing* organik. Formula bahan pengisi kayu memiliki kualitas pewarnaan lebih baik daripada bahan pengisi kayu komersial.

## B. Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi bahan pengisi kayu organik (SF1, SF2, LF1, LF2, PF1, dan PF2) memiliki beberapa keunggulan dalam aplikasi bahan pengisi kayu kayu dibandingkan dengan bahan pengisi kayu komersial. Namun demikian, bahan pengisi kayu organik memiliki sedikit kelemahan pada ketahanan terhadap bahan kimia dan cairan rumah tangga, sehingga penggunaannya harus dilindungi dengan bahan pelapis atas (*top coat*) yang memiliki ketahanan terhadap bahan kimia dan cairan rumah tangga, seperti penggunaan *top coat* komersial dari resin sintesis melamin, poliuretan, atau nitroselulosa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan yang telah membiayai penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada Dr. Krisdianto yang telah membantu pelaksanaan pengujian warna pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (2013). *Standard test methods for effect of household chemicals on clear and pigmented organic finishes* (D1308-2nd ed.). ASTM International. West Conshohocken, PA.
- ASTM. (2016). *Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum damping tests* (D4366 ed.). ASTM International. West Conshohocken, PA.
- Balfas, J. (2017). Kualitas dempul organik dari serbuk kayu jati dan sirlak. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(3), 155–170.
- Basri, E., Balfas, J., Hendra, D., Yuniarti, K. ... Santoso, A. (2015). Formulasi bahan impregnan dan *finishing* kayu. *Laporan Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, 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* (5<sup>th</sup> Ed). Iowa, USA: Iowa State Press.
- Darmono. (2010). Aplikasi teknik *finishing* mebel dengan bahan berbasis ramah lingkungan. *Inotek*, 14(2), 208–223.
- Ellis, J. L. (2011). *Comparison of two wood filler types with respect to relative shrinkage across variations in temperature, in humidity, and within wood species*. Los Angeles: Western Carolina University.
- Hansmann, C., Gindl, W., Wolfgang, G., & Teischinger, A. (2002). Permeability of wood - A review. *Wood Research*, 47(4), 1–16.
- Hawks, L. K. (1995). Sealing, staining and filling. Diakses dari [https://extension.usu.edu/files/publications/publication/HI\\_27.pdf](https://extension.usu.edu/files/publications/publication/HI_27.pdf) pada tanggal 20 Februari 2014.
- 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 tanggal 15 Agustus 2015.
- Kaci, M., Djidjelli, H., Boukerrou, A., & Zaidi, L. (2007). Effect of wood filler treatment and EBAGMA compatibilizer on morphology and mechanical properties of low density polyethylene/olive husk flour composites. *Express Polymer Letters*, 1(7), 467–473.
- Kim, S. (2010). Control of formaldehyde and TVOC emission from wood-based flooring composites at various manufacturing processes by surface finishing. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1–3), 14–19.
- Krisdianto. (2013). Pengukuran warna kayu dengan sistem Cielab. *FORPRO*, 2(1), 28–31.
- Malassenet L., George, B., Merlin, A. & Podgorski, L. (2015). Persoz hardness: A useful property to study performance of exterior wood coatings. *International Wood Products Journal*, 6(4), 174–180.
- Natasya, D. (2015). Material ramah lingkungan. Diakses dari [http://www.academia.edu/9015306/material\\_ramah\\_lingkungan](http://www.academia.edu/9015306/material_ramah_lingkungan), pada tanggal 3 Februari 2016.
- Singh A., Park B., Nuryawan, A. & Kazayawoko, M. (2013). Advances in probing wood-coating interface by microscopy: A review. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology*, 3(1A), 49–54.
- Tobing, T. L. & Febrianto, F. (1993). Pembuatan tabel konversi retensi dalam rangka penyempurnaan spesifikasi pengawetan kayu bangunan di Indonesia. *Buletin Jurusan Teknologi Hasil Hutan*, 6(1), 12–19.
- Vollmer S. & Evans, P. D. (2013). Performances of clear coatings on modified wood exposed to weather for 2 years in Australia. *International Wood Products Journal*, 4(3), 177–182.
- Williams, R. S., Jourdain, C., Daisey, G. I., & Springate, R. W. (2000). Wood properties affecting finish service life. *Journal of Coatings Technology*, 72(3), 35–42.
- Williams, R. S., Railings, D., & Cleaners, W. (2010). Chapter 16 - *Finishing of wood*. In *Wood Handbook - Wood as an engineering material* (pp. 1–39). Wisconsin: Forest Products Laboratory, USDA Forest Service.

**Lampiran 1. Analisis keragaman penambahan berat dan dimensi contoh uji**  
**Appendix 1. 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)                     | 26,411 **  | 7,641 **              | 17,078 **                                      | 12,288 **             |
| Arah serat/ <i>Grain</i> (A)    | 1,743 *  | 0,397 *               | 1,643 *  | 0,570 *               |
| Perlakuan/ <i>Treatment</i> (P) | 3,161 *  | 6,848 **              | 2,984 *  | 2,521 *               |
| Interaksi S * A                 | 1,326 *  | 2,492 *               | 3,827 *  | 2,164 *               |
| Interaksi S * P                 | 3,822 *  | 0,446 *               | 12,902 **                                      | 1,752 *               |
| Interaksi A * P                 | 1,315 *  | 0,747 *               | 0,988 *  | 1,145 *               |
| Interaksi S * A * P             | 5,286 **   | 7,623 **              | 1,761 *  | 9,851 **              |

Keterangan (*Remarks*): \*\* = Sangat nyata (*Very significant*); \* = Tidak nyata (*Insignificant*)

**Lampiran 2A. Hasil uji Tukey pada pertambahan berat contoh uji**  
**Appendix 2A. Tukey test results on sample weight gain**

| Sumber keragaman<br>( <i>Source of variance</i> ) |            | Penambahan berat basah<br>( <i>Wet weight gain, %</i> ) |            | Penambahan berat kering<br>( <i>Dry weight gain, %</i> ) |            |
|---|------------|---|------------|--|------------|
|   |            | Rata-rata<br>( <i>Average</i> )                         | Tukey test | Rata-rata<br>( <i>Average</i> )                          | Tukey test |
| Spesies (S)                                       | Tusam      | 29,09   | A          | 16,17  | A          |
|   | Karet      | 12,38   | C          | 7,21   | C          |
|   | Jabon      | 25,41   | B          | 11,52  | B          |
| Arah serat/ <i>Grain</i> (A)                      | Radial     | 19,13   | A          | 8,35   | A          |
|   | Tangential | 15,66   | B          | 8,47   | A          |
| Perlakuan/ <i>Treatment</i><br>(P)                | SF1        | 17,50   | A          | 7,44   | A          |
|   | SF2        | 18,93   | B          | 9,32   | B          |
|   | AF1        | 19,58   | C          | 7,75   | A          |
|   | AF2        | 17,25   | A          | 10,08  | B          |
|   | LF1        | 23,40   | D          | 11,24  | C          |
|   | LF2        | 20,01   | B          | 15,50  | E          |
|   | WF         | 20,06   | B          | 12,60  | 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 2B. Hasil uji Tukey pada penambahan dimensi contoh uji**  
**Appendix 2B. Tukey test results on sample dimensional gain**

| Sumber keragaman<br>(Source of variance) |            | Penambahan dimensi basah<br>(Wet dimensional gain, %) |            | Penambahan dimensi kering<br>(Dry dimensional gain, %) |            |
|--|------------|---|------------|--|------------|
|  |            | Rata-rata<br>(Average)                                | Tukey test | Rata-rata<br>(Average)                                 | Tukey test |
| Spesies (S)                              | Tusam      | 4,02  | A          | 0,82   | A          |
|  | Karet      | 1,70  | C          | 0,45   | C          |
|  | Jabon      | 3,68  | B          | 0,64   | B          |
| Arah serat/Grain (A)                     | Radial     | 2,33  | A          | 0,51   | A          |
|  | Tangential | 3,36  | B          | 0,75   | B          |
| Perlakuan/Treatment (P)                  | SF1        | 2,72  | A          | 0,25   | A          |
|  | SF2        | 3,08  | B          | 0,26   | A          |
|  | AF1        | 3,06  | B          | 0,36   | B          |
|  | AF2        | 2,75  | A          | 0,48   | C          |
|  | LF1        | 2,98  | B          | 0,49   | C          |
|  | LF2        | 2,32  | C          | 0,38   | D          |
|  | WF         | 2,02  | 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 number followed with the same letter of Tukey test within one factor is not significantly different)

**Lampiran 3. Analisis keragaman pengembangan dimensi selama rendaman**  
**Appendix 3. Variation analysis on dimensional swelling during soaking**

| Sumber Keragaman<br>(Variation source) | Derajat bebas<br>(Degrees of freedom) | F- Hitung pada masing-masing waktu rendaman<br>(F-calculated on each soaking period) |                      |                      |                |                |                 |
|--|---------------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|
|  |                                       | 5 menit<br>(minute)  | 10 menit<br>(minute) | 30 menit<br>(minute) | 1jam<br>(hour) | 4jam<br>(hour) | 24jam<br>(hour) |
| Spesies (S)                            | 2                                     | 8,469 **   | 11,234 **            | 76,809 **            | 47,073 **      | 10,966 **      | 5,895 **        |
| Arah serat/Grain (A)                   | 1                                     | 0,621 *  | 0,595 *              | 0,049 *              | 1,168 *        | 2,146 *        | 2,609 *         |
| Perlakuan/Treatment (P)                | 7                                     | 1,225 *  | 1,181 *              | 1,345 *              | 2,465 *        | 2,746 *        | 2,015 *         |
| Interaksi S * A                        | 2                                     | 4,019 **   | 8,558 **             | 0,160 *              | 9,145 **       | 6,107 **       | 2,819 *         |
| Interaksi S * P                        | 14                                    | 10,951 **  | 22,138 **            | 1,555 *              | 5,299 **       | 2,743 *        | 1,831 *         |
| Interaksi A * P                        | 7                                     | 0,821 *  | 0,824 *              | 0,848 *              | 1,381 *        | 0,976 *        | 0,963 *         |
| Interaksi S * A * P                    | 14                                    | 9,703 **   | 6,332 **             | 1,315 *              | 4,164 **       | 5,743 **       | 2,003 *         |
| Galat (Error)                          | 192                                   |  |                      |                      |                |                |                 |

Keterangan (Remarks): \*\* = Sangat nyata (Very significant); \* = Tidak nyata (In significant)