

## UJI PELAPUKAN LIMA JENIS KAYU YANG DIPASANG SEKRUP LOGAM (*Decay Tests on Five Wood Species Fastened with Metal Screw*)

Sihati Suprapti & Djarwanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan  
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor. 16610. Telp. (0251)-8633378, Fax. (0251)-8633413  
E-mail: sihatisuprapti@yahoo.com; djarwanto2006@yahoo.com

Diterima 3 Juni 2014, Direvisi 8 Januari 2015, Disetujui 15 Mei 2015

### ABSTRACT

*This study examining study fungal resistance properties of five wood species using Kolle-flask method. The studied wood species include: ki hiur (Castanopsis acuminatissima), huru pedes (Cinnamomum iners), huru koja (Litsea angulata), ki kanteh (Ficus nervosa), and kelapa ciung (Horsfieldia glabra). Samples were grouped into inner part and outer part of logs as well as metal screwed and unscrewed. Results show that all of five studied wood species no matter parts of log are classified not-resistant (class IV). Weight loss of wood samples with the attached metal screw is higher in average than the unscrewed wood samples. The highest weight loss was recorded on the inner part of unscrewed huru pedes wood exposed to Pycnoporus sanguineus. While the lowest weight loss was found in screwed samples of the same species exposed to Dacryopinax spathularia. The metal screws were found corroded after the test and the highest screw weight loss was found on ki kanteh wood. Metal screw that attached on the inner part experienced lower weight loss than screws attached on the outer part of log.*

*Keywords: Fungal resistance of wood, Kolle-flask method, metal screw, corrosion*

### ABSTRAK

Lima jenis kayu yaitu kayu ki hiur (*Castanopsis acuminatissima*), huru pedes (*Cinnamomum iners*), huru koja (*Litsea angulata*), ki kanteh (*Ficus nervosa*), dan kelapa ciung (*Horsfieldia glabra*), diuji ketahanannya terhadap jamur pelapuk menggunakan metode *Kolle-flask*. Contoh uji setiap jenis kayu diambil dari bagian tepi dan dalam dolok, dan sebagian dipasang sekrup logam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis kayu yang disekrup dan tidak disekrup termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kedua bagian kayu termasuk kelompok yang sama yaitu tidak-tahan (kelas IV). Rata-rata kehilangan berat kayu yang disekrup lebih tinggi dibandingkan dengan kayu yang tidak disekrup (kontrol), dan keduanya termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam kayu huru pedes yang tidak disekrup dan diumpankan pada *Pycnoporus sanguineus*. Sedangkan kehilangan berat terendah dijumpai pada bagian dalam kayu huru pedes yang disekrup dan diumpankan pada *Dacryopinax spathularia*. Berdasarkan kerusakan logam, kehilangan berat sekrup tertinggi didapatkan pada kayu ki kanteh. Kehilangan berat sekrup yang dipasang pada kayu bagian ki kanteh dalam lebih rendah dibandingkan dengan bagian tepi dolok.

Kata kunci: Ketahanan kayu terhadap jamur, metode *Kolle-flask*, sekrup logam, pengkaratan

## I. PENDAHULUAN

Kayu kurang dikenal dan dimanfaatkan serta diperdagangkan yang berasal dari suatu wilayah umumnya menjadi andalan setempat, dan berpotensi menggantikan kayu perdagangan yang telah langka (Sumarni et al., 2009). Oleh karena itu, agar peran tersebut terpenuhi maka perlu diidentifikasi sifat dan kegunaannya, salah satunya adalah sifat ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk.

Menurut Nawawi (2002) untuk berbagai keperluan kayu yang digunakan dapat berikatan dengan logam gantungan, pe

dipotong-potong sepanjang 5 cm. Dimensi akhir contoh uji 2,5 cm x 1,5 cm x 5 cm (lebar, tebal, panjang). Contoh uji diampelas dan diberi nomor, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu  $103 \pm 2$  °C sampai kering oven dan selanjutnya diletakkan di ruang terbuka.

## 2. Pembuatan media jamur

Media uji yang digunakan adalah MEA (malt-ekstrak-agar) dengan komposisi malt-ekstrak 3% dan bacto-agar 2% dalam air suling dan khusus untuk *Chaetomium globosum* digunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) 39 gram per liter air suling. Media yang telah dilarutkan secara homogen dimasukkan ke dalam piala Kolle (*Kolle-flask*) sebanyak 80 ml per-piala. Mulut piala di sumbat dengan kapas steril, kemudian disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C, dengan tekanan 1,5 atmosfer, selama 30 menit. Media yang telah dingin diinokulasi biakan murni jamur pengujian, selanjutnya disimpan di ruang inkubasi sampai pertumbuhan miseliumnya rata dan tebal (BSN, 2014).

## 3. Pengujian pelapukan kayu

Pengujian pelapukan kayu dilakukan dengan menggunakan metode *Kolle-flask* mengacu Standar Nasional Indonesia (SNI) 7207:2014 (BSN, 2014). Pada sisi muka lebar contoh uji dipasang sekrup logam pada kedalaman sampai batas leher sekrup, dan contoh kontrol tanpa sekrup. Contoh uji yang telah diketahui berat kering mutlaknya dimasukkan ke dalam piala Kolle yang berisi biakan jamur pengujian. Setiap piala Kolle diisi dua buah contoh uji, diletakkan sedemikian rupa sehingga tidak saling bersinggungan. Selanjutnya diinkubasi selama 12 minggu di ruangan dengan suhu sekitar 25°C. Pada akhir pengujian contoh uji dikeluarkan dari piala Kolle, dibersihkan dari miselium yang melekat, dan ditimbang. Sekrup dikeluarkan dari kayu kemudian dicelupkan ke dalam HCl teknis, dibersihkan secara hati-hati menggunakan sikat nilon halus dengan larutan teknis alkohol-aceton (2:1), dibiarkan kering dan selanjutnya ditimbang (Djarwanto, 2013). Apabila terdapat sekrup yang patah di dalam contoh uji maka kayu tersebut dibelah secara hati-hati untuk mengeluarkan sekrupnya. Penilaian adanya pengkaratan

didasarkan pada kehilangan berat sekrup. Selain itu, contoh uji kayu yang telah dikeringkan dengan oven  $103 \pm 2$  °C juga ditimbang untuk mengetahui kehilangan beratnya. Contoh kayu yang disekrup diketuk-ketuk untuk membersihkan bubuk karat yang kemungkinan tertinggal di dalam lubang bekas sekrup. Kehilangan berat kayu, dan sekrup dihitung berdasarkan selisih berat kering sebelum dan sesudah perlakuan dibagi berat awalnya dan dinyatakan dalam persen.

Kelunturan atau pewarnaan di permukaan contoh uji kayu akibat pengkaratannya diamati secara visual dan diklasifikasikan berdasarkan skala penampilan warna yang disampaikan Djarwanto dan Suprpti (2008), yaitu sebagai berikut:

- = tidak terdapat pewarnaan
- + = pewarnaan sedikit disekitar sekrup
- ++ = pewarnaan sedang
- +++ = pewarnaan agak meluas
- ++++ = pewarnaan meluas

Kelunturan atau pewarnaan di permukaan kepala (pentolan) sekrup akibat pengkaratannya diamati secara visual dan diklasifikasikan berdasarkan skala penampilan warna (Djarwanto, 2013), sebagai berikut:

- = tidak terdapat pewarnaan
- \* = pengkaratan kepala sekrup 25%
- \*\* = pengkaratan kepala sekrup 50%
- \*\*\* = pengkaratan kepala sekrup 75%
- \*\*\*\* = pengkaratan kepala sekrup 100%.

## C. Analisis Data

Persentase kehilangan berat kayu di analisis menggunakan rancangan acak lengkap faktorial  $5 \times 2 \times 2 \times 6$  (jenis kayu, bagian kayu, perlakuan sekrup, dan jenis jamur), dengan lima ulangan. Persentase kehilangan berat sekrup di analisis menggunakan rancangan acak lengkap faktorial  $5 \times 2 \times 6$  (jenis kayu, bagian kayu, dan jenis jamur), dengan lima ulangan (Steel & Torrie, 1993). Pengolahan data menggunakan prosedur SAS (SAS Institute, 2007). Rata-rata kehilangan berat kayu dikelompokkan dengan menggunakan nilai atau skala kelas ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk menurut SNI 7207:2014 (BSN, 2014) sesuai Tabel 1.

**Tabel 1. Klasifikasi ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk berdasarkan persentase kehilangan berat****Table 1. Classification of wood resistance to destroying fungus based on its weight loss**

Kelas (Class)	Ketahanan (Resistance)	Kehilangan berat rata-rata (Average weight loss), %
I	Sangat tahan ( <i>Very resistant</i> )	< 0,5 ( <i>Less than 0.5</i> )
II	Tahan ( <i>Resistant</i> )	0,5 – 4,9 ( <i>0.5 to 4.9</i> )
III	Agak tahan ( <i>Moderately resistant</i> )	5,0 – 9,9 ( <i>5.0 to 9.9</i> )
IV	Tidak tahan ( <i>Non-resistant</i> )	10,0 – 30,0 ( <i>10.0 to 30.0</i> )
V	Sangat tidak tahan ( <i>Perishable</i> )	> 30,0 ( <i>More than 30.0</i> )

Sumber (Source): BSN (2014)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan terhadap contoh uji maka terlihat jamur pelapuk mulai menyerang kayu pada minggu kedua setelah kayu diumpankan, yang ditandai dengan tumbuhnya miselium di permukaan contoh uji. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kehilangan berat kayu bagian dalam dan tepi dolok masing-masing dipasang sekrup logam disajikan pada Tabel 2. Dinwoodie (1981) menyatakan kehilangan berat merupakan tanda serangan dan pelapukan kayu. Menurut Baldwin dan Streisel (1985) kehilangan berat telah umum digunakan untuk menyatakan tanda tingkat pelapukan. Kehilangan berat tersebut merupakan akibat proses degradasi komponen kimia kayu terutama selulosa dan lignin (Antai & Crawford, 1982; Fortin & Poliquin, 1976). Hasil analisis statistik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis kayu, bagian kayu, perlakuan sekrup dan jenis jamur berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat contoh uji kayu dan sekrup ( $p \leq 0,05$ ).

Pada Tabel 3 disajikan rata-rata kehilangan berat kayu dan kelas ketahanannya terhadap jamur. Hasil uji beda Tukey ( $p \leq 0,05$ ) terhadap lima jenis kayu menunjukkan bahwa persentase kehilangan berat terendah terjadi pada kayu ki hiur (*C. acuminatissima*) yaitu 14,13%, sedangkan persentase kehilangan berat tertinggi terjadi pada kayu ki kanteh (*F. nervosa*) yaitu 19,67%, dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan 3 jenis kayu lainnya kecuali dengan ki hiur.

Berdasarkan posisi contoh uji didapatkan bahwa rata-rata kehilangan berat (olah data Tabel

2) pada kayu bagian dalam (teras) yaitu 17,82% lebih rendah dibandingkan dengan kehilangan berat kayu bagian tepi dolok (gubal) yaitu 17,93%, dan kedua bagian tersebut termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Hal ini diduga pada bagian gubal kayu masih dalam proses pertumbuhan aktif, sementara itu pada bagian teras telah terjadi pembentukan zat ekstraktif yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Menurut Suprpti, Djarwanto, dan Hudiansyah (2011), Djarwanto (2010), Coggins (1980), dan Freas (1982) ketahanan kayu bagian teras (*heartwood*) lebih tinggi dibandingkan dengan ketahanan kayu bagian gubal (*sapwood*). Bouslimi, Koubaa, dan Bergeron (2013) menyatakan bahwa kandungan zat ekstraktif pada kayu tua lebih besar jika dibandingkan dengan kayu muda, dan kandungan zat ekstraktif kayu teras lebih besar daripada kayu gubal. Kayu teras (*heartwood*) tahan terhadap serangan mikroorganisme karena adanya zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap jamur. Menurut Freas (1982), kayu gubal (*sapwood*) dari semua jenis kayu lebih cepat rusak jika dipasang pada kondisi lingkungan lembab dan basah.

Berdasarkan hasil uji lanjut beda Tukey menunjukkan bahwa rata-rata kehilangan berat pada kayu kontrol (tanpa sekrup) yaitu 17,84% lebih rendah namun tidak berbeda nyata ( $p \leq 0,05$ ) dengan kehilangan berat kayu yang disekrup yaitu 17,91%, dan kedua bagian tersebut termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Djarwanto dan Suprpti (2008) menyatakan bahwa pengurangan berat kayu yang dipasang sekrup logam lebih besar dibandingkan dengan yang tidak disekrup.

**Tabel 2. Persentase kehilangan berat kayu dan kelas resistensinya**  
**Table 2. The percentage of weight loss and its resistance class**

Jenis kayu (Wood species)	Perlakuan (Treatment)	Persentase kehilangan berat kayu oleh jamur dan kelas ketahanannya (Weight loss percentage of wood by fungi and resistance class)											
		<i>Chaetomium globosum</i>		<i>Dacryopinax spathularia</i>		<i>Polyporus</i> sp.		<i>Pycnoporus sanguineus</i>		<i>Schizophyllum commune</i>		<i>Trametes</i> sp.	
		Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)
<b>Bagian dalam dolok (Inner part logs)</b>													
<i>Castanopsis acuminatissima</i>	Sekrup (Screw)	6,53 <sup>CD</sup> EFGHIJK LMNO	III	6,95 <sup>BC</sup> DEFGHIJ KLMNO	III	18,23 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DEFG	IV	17,43 <sup>no</sup> pqrstuvwxy zABCDEF GH	IV	18,53 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DEFG	IV	35,72 <sup>cd</sup> efgh	V
	Kontrol (Control)	1,46 <sup>NO</sup>	II	1,10 <sup>NO</sup>	II	6,63 <sup>CD</sup> EFGHIJK LMNO	III	23,47 <sup>ijkl</sup> mnopqrstu	IV	16,25 <sup>qr</sup> stuvwxyza BCDEFG HIJK	IV	34,20 <sup>de</sup> fghi	V
<i>Cinnamomum iners</i>	Sekrup (Screw)	1,82 <sup>NO</sup>	II	0,59 <sup>O</sup>	II	30,27 <sup>ef</sup> ghijklm	V	12,96 <sup>tu</sup> vwxyzABC DEFGHIJ KLMNO	IV	19,60 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzAB	IV	29,64 <sup>ef</sup> ghijklmno	IV
	Kontrol (Control)	1,48 <sup>NO</sup>	II	2,33 <sup>LM</sup> NO	II	21,03 <sup>kl</sup> mnopqrstu vw	IV	56,19 <sup>a</sup>	V	19,18 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DE	IV	30,74 <sup>ef</sup> ghijk	V
<i>Ficus nervosa</i>	Sekrup (Screw)	6,04 <sup>GH</sup> IJKLMNO	III	7,60 <sup>rsA</sup> BCDEFG HIJKLMN O	III	28,64 <sup>fg</sup> hijklmnopq r	IV	36,86 <sup>cd</sup> efg	V	19,23 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC D	IV	26,66 <sup>fg</sup> hijklmnopq rs	IV
	Kontrol (Control)	6,11 <sup>GH</sup> IJKLMNO	III	6,95 <sup>BC</sup> DEFGHIJ KLMNO	III	9,94 <sup>wxy</sup> zABCDEF GHIJKLM NO	III	43,57 <sup>ab</sup> cd	V	19,26 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC D	IV	7,79 <sup>yzA</sup> BCDEFG HIJKLMN O	III
<i>Horsfieldia glabra</i>	Sekrup (Screw)	2,20 <sup>MN</sup> O	II	2,17 <sup>MN</sup> O	II	19,91 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzA	IV	22,50 <sup>ijkl</sup> mnopqrstu v	IV	20,98 <sup>kl</sup> mnopqrstu vw	IV	24,67 <sup>gh</sup> ijklmnopqr st	IV
	Kontrol (Control)	4,06 <sup>KL</sup> MNO	II	2,77 <sup>LM</sup> NO	II	19,23 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC D	IV	47,45 <sup>ab</sup> c	V	22,56 <sup>ijk</sup> lmnopqrst uv	IV	18,26 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DEFG	IV
<i>Litsea angulata</i>	Sekrup (Screw)	0,88 <sup>NO</sup>	II	4,38 <sup>IJK</sup> LMNO	II	30,56 <sup>ef</sup> ghijkl	V	18,35 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DEFG	IV	19,28 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC	IV	53,57 <sup>ab</sup>	V
	Kontrol (Control)	1,48 <sup>NO</sup>	II	7,17 <sup>AB</sup> CDEFGH IJKLMNO	III	15,10 <sup>st</sup> uvwxyzAB CDEFGH IJKL	IV	35,02 <sup>cd</sup> efghi	V	17,30 <sup>no</sup> pqrstuvwxy zABCDE FGH	IV	28,14 <sup>fg</sup> hijklmnopq r	IV
<b>Bagian tepi dolok (Outer part logs)</b>													
<i>Castanopsis acuminatissima</i>	Sekrup (Screw)	6,46 <sup>DE</sup> FGHIJKL MNO	III	5,02 <sup>HJ</sup> KLMNO	III	18,39 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DEFG	IV	16,94 <sup>pq</sup> rstuvwxy zABCDEF GHI	IV	15,86 <sup>st</sup> uvwxyzAB CDEFGH IJK	IV	23,52 <sup>ijk</sup> lmnopqrst u	IV
	Kontrol (Control)	1,44 <sup>NO</sup>	II	2,62 <sup>LM</sup> NO	II	6,30 <sup>GH</sup> IJKLMNO	III	20,28 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxy	IV	16,66 <sup>pq</sup> rstuvwxy zABCDEF GHIJ	IV	19,03 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABC DEF	IV
<i>Cinnamomum iners</i>	Sekrup (Screw)	1,64 <sup>NO</sup>	II	1,5 <sup>NO</sup>	II	30,02 <sup>ef</sup> ghijklmn	V	22,83 <sup>ijk</sup> lmnopqrst u	IV	13,29 <sup>tu</sup> vwxyzABC DEFGHIJ KLMNO	IV	28,95 <sup>fg</sup> hijklmnopq	IV
	Kontrol (Control)	1,77 <sup>NO</sup>	II	2,53 <sup>LM</sup> NO	II	13,59 <sup>tu</sup> vwxyzABC DEFGHIJ KLMN	IV	44,89 <sup>ab</sup> cd	V	20,59 <sup>kl</sup> mnopqrstu vw	IV	27,19 <sup>f</sup> ghijklmn opqrs	IV

**Tabel 2. Lanjutan**  
**Table 2. Continued**

Jenis kayu (Wood species)	Perlakuan (Treatment)	Persentase kehilangan berat kayu oleh jamur dan kelas ketahanannya (Weight loss percentage of wood by fungi and resistance class)											
		<i>Chaetomium globosum</i>		<i>Dacryopinax spathularia</i>		<i>Polyporus sp.</i>		<i>Pycnoporus sanguineus</i>		<i>Schizophyllum commune</i>		<i>Trametes sp.</i>	
		Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)	Kb (Wl)	Kk (Rc)
Bagian dalam dolok (Inner part logs)													
<i>Ficus nervosa</i>	Sekrup (Screw)	6,22 <sup>HUJ</sup> KLMNO	III	6,67 <sup>CD</sup> EFGHIJK LMNO	III	42,16 <sup>bc</sup> de	V	33,72 <sup>de</sup> fghij	V	22,35 <sup>ijk</sup> lmnopqrst uvw	IV	24,53 <sup>gh</sup> ijklmnopq rstu	IV
	Kontrol (Control)	7,19 <sup>AB</sup> CDEFGH IJKLMNO	III	7,49 <sup>zAB</sup> CDEFGH IJKLMNO	III	28,23 <sup>fg</sup> hijklmnopq r	IV	44,25 <sup>ab</sup> cd	V	21,00 <sup>kl</sup> mnopqrstu vw	IV	9,57 <sup>wxy</sup> zABCDEFGHI JKLMNO	III
<i>Horsfieldia glabra</i>	Sekrup (Screw)	1,67 <sup>NO</sup>	II	6,40 <sup>EF</sup> GHIJKLM NO	III	24,65 <sup>gh</sup> ijklmnopq st	IV	20,60 <sup>kl</sup> mnopqrstu vw	IV	23,39 <sup>ijk</sup> lmnopqrst u	IV	39,11 <sup>cd</sup> ef	V
	Kontrol (Control)	3,80 <sup>KL</sup> MNO	II	3,89 <sup>JKL</sup> MNO	II	18,00 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxyzABCDE EFG	IV	45,48 <sup>ab</sup> cd	V	26,65 <sup>fg</sup> hijklmnop qrs	IV	44,25 <sup>ab</sup> cd	V
<i>Litsea angulata</i>	Sekrup (Screw)	1,21 <sup>NO</sup>	II	3,47 <sup>KL</sup> MNO	II	29,19 <sup>fg</sup> hijklmnop	IV	11,79 <sup>uv</sup> vwxyzABCDE FGHIJKLMN O	IV	20,33 <sup>kl</sup> mnopqrstu vwxy	IV	29,95 <sup>ef</sup> ghijklmn	IV
	Kontrol (Control)	1,62 <sup>NO</sup>	II	8,31 <sup>xyz</sup> ABCDEFGHIJ KLMNO	III	14,82 <sup>st</sup> uvwxyzABCDE EFGHIJKLM	IV	47,06 <sup>ab</sup> c	V	17,91 <sup>lm</sup> nopqrstuv vwxyzABCDEF G	IV	17,69 <sup>m</sup> nopqrstuvw xyzABCDEF GH	IV

Keterangan (Remarks): Kb= kehilangan berat (Wl=weight loss), Kk= kelas ketahanan (Rc= resistance class), Angka-angka dalam masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey  $p \leq 0,05$  (The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test  $p \leq 0.05$ ).

**Tabel 3. Rata-rata kehilangan berat dan kelas ketahanan lima jenis kayu**  
**Table 3. The average of weight loss and resistance class of five wood species**

Nama daerah (Local name)	Jenis kayu (Wood species)	Diameter dolok (Log diameter), cm	Kehilangan berat (Weight loss), %		Kelas ketahanan (Resistance class)
			Sekrup (Screw)	Kayu (Wood)	
Ki hiur	<i>Castanopsis acuminatissima</i>	45,5	6,79 <sup>b</sup>	14,13 <sup>b</sup>	IV (II-V)
Huru pedes	<i>Cinnamomum iners</i>	21,0	6,62 <sup>b</sup>	18,11 <sup>a</sup>	IV (II-V)
Ki kanteh	<i>Ficus nervosa</i>	42,5	8,19 <sup>a</sup>	19,67 <sup>a</sup>	IV (III-V)
kelapa ciung	<i>Horsfieldia glabra</i>	21,0	7,39 <sup>b</sup>	19,36 <sup>a</sup>	IV (II-V)
Huru koja	<i>Litsea angulata</i>	33,5	6,36 <sup>b</sup>	18,11 <sup>a</sup>	IV (II-V)

Keterangan (Remarks): Angka-angka dalam masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey  $P \leq 0,05$  (The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test  $p \leq 0.05$ ).

Terdapat interaksi yang nyata antara jenis kayu, bagian atau posisi kayu dalam dolok, perlakuan sekrup dan jenis jamur ( $p \leq 0,05$ ), seperti tercantum pada Tabel 2. Kehilangan berat kayu tertinggi terjadi pada bagian dalam kayu huru pedes (*C. iners*) tanpa disekrup (kontrol) yang diumpankan

pada *P. sanguineus* yakni 56,19% yang diikuti oleh bagian dalam kayu huru koja (*Litsea angulata*) yang disekrup dan duji dengan *Trametes sp.* (53,57%). Sedangkan kehilangan berat terendah di-jumpai pada bagian dalam kayu *C. iners* yang di-sekrup dan diumpankan pada *D. spathularia* (0,59%).

Berdasarkan klasifikasi ketahanan kayu terhadap jamur secara laboratoris seperti dalam Tabel 3, maka ke lima jenis kayu yang diteliti termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Penelitian Muslich et al. (2013) pada ke lima jenis kayu yang sama dengan penelitian yang dilakukan diketahui kelarutan dalam NaOH 1% untuk jenis-jenis tersebut berkisar antara 9,80-19,52%. Kelarutan tertinggi didapatkan pada kayu *C. iners* dan kelarutan yang terendah pada *H. glabra*. Mengacu pada kelas ketahanan yang rendah maka kelima jenis kayu tersebut jika hendak dipergunakan untuk bahan bangunan diawetkan terlebih dahulu dengan bahan anti jamur agar usia pakainya meningkat. Djarwanto dan Abdurrohman (2000) menyatakan bahwa kayu kelas awet III-V jika hendak digunakan sebagai bahan bangunan sebaiknya diawetkan terlebih dahulu menggunakan bahan pengawet yang mengandung unsur

tembaga khrom boron (CCB) atau tembaga khrom fluor (CCF) dengan cara rendaman atau vakum tekan. Oey (1990) melaporkan kayu *C. acuminatissima* termasuk kelas ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian ini yaitu termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III), sementara kayu *C. iners* dan *L. angulata* memiliki kelas yang sama yaitu kelas IV (tidak-tahan), sedangkan *F. nervosa* dan *H. glabra* memiliki kelas ketahanan lebih rendah yaitu kelas V (sangat tidak-tahan). Hal ini didasarkan pada usia pakai kayu tanpa dirinci jenis organisme perusak yang menyerangnya.

Dalam Tabel 4 disajikan data rata-rata kadar air contoh uji setelah diumpan jamur selama 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan kadar air pada kayu antara 31,68-66,54%, jamur dapat tumbuh dan dapat mengakibatkan kayu menjadi lapuk. Menurut Carll dan Highley (1999), dan

**Tabel 4. Rata-rata kadar air akhir kayu setelah diumpan jamur**  
**Table 4. The average final moisture content after being exposed on fungi**

Jenis kayu (Wood species)	Bagian dolok (Part of log)	Kadar air akhir kayu (Final moisture content), %					
		<i>Chaetomium globosum</i>	<i>Dacryopinax spathularia</i>	<i>Polyporus sp.</i>	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Trametes sp.</i>
<i>Castanopsis acuminatissima</i>	Dalam (Inner part)	35,48 ± 4,18	32,35 ± 2,12	35,46±5,71	38,96 ±6,82	40,83 ±7,14	49,33±7,30
	Tepi (Outer part)	34,56 ± 3,58	35,06 ± 4,63	33,28±4,74	41,90 ±5,59	37,02 ±7,64	34,58±3,91
<i>Cinnamomum iners</i>	Dalam (Inner part)	31,68 ± 2,31	37,25 ± 2,51	42,08±7,94	40,18 ±7,32	56,98 ±8,19	56,41±6,57
	Tepi (Outer part)	34,96 ± 1,86	37,61 ± 3,06	38,71±2,43	50,73 ±5,11	50,26 ±6,29	41,67±5,55
<i>Ficus nervosa</i>	Dalam (Inner part)	54,71 ± 6,19	58,27 ± 4,75	51,70±8,27	66,05 ±5,48	56,00 ±8,38	66,54±1,70
	Tepi (Outer part)	55,71 ± 2,51	58,74 ± 2,11	55,63±8,78	57,81 ±9,43	58,07 ±7,27	64,74±2,75
<i>Horsfieldia glabra</i>	Dalam (Inner part)	42,51 ± 3,67	49,69 ± 2,89	57,38±3,87	51,70 ±5,09	53,82 ±7,46	59,99±4,35
	Tepi (Outer part)	33,76 ± 3,67	45,82 ± 3,93	46,91±4,51	48,34 ±5,17	48,48 ±7,45	57,94±8,37
<i>Litsea angulata</i>	Dalam (Inner part)	37,80 ± 2,58	47,12 ± 6,81	61,70±7,67	43,27 ±3,89	48,00 ±8,10	57,97±7,45
	Tepi (Outer part)	39,13 ± 1,77	42,18 ± 5,90	60,79±6,10	53,65 ±1,02	44,18 ±7,91	46,35±6,18

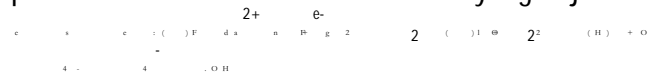
Keterangan (Remarks): ± = Standar deviasi (Standard deviation)

O'hEanaigh (2000), jamur pelapuk ditemukan tumbuh pada kisaran kadar air 20-25%. Sedangkan menurut Schmidt (2007), kadar air optimum untuk pertumbuhan jamur pelapuk berkisar antara 36-210%.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sekrup yang dipasang pada masing-masing jenis kayu mengalami kerusakan yang bervariasi. Kerusakan sekrup tersebut dapat ditandai oleh adanya pewarnaan kayu akibat pelunturan karat dan pengkaratan kepala sekrup (Tabel 5). Hampir semua jenis kayu yang diuji menunjukkan pelunturan warna coklat atau hijau kehitaman dipermukaan kayu. Pada kayu *F. nervosa* dan *H. glabra* yang diumpangkan pada *Polyporus* sp. dan kayu *C. acuminatissima* yang diumpangkan pada *S. commune* tidak terlihat pelunturan warna di permukaan kayu. Pengkaratan pada kepala (pentolan) sekrup berwarna coklat dan terjadi pada semua contoh uji kecuali pada yang diumpangkan pada *Trametes* sp. Warna karat pada contoh yang diumpangkan pada *Trametes* sp. adalah coklat kehijauan tipis. Intensitas pewarnaan diseluruh permukaan kepala sekrup mencapai 100%. William dan Knaebe (2002), pelunturan warna tersebut akibat reaksi kimia antara zat ekstraktif dengan logam. Menurut Djarwanto

(2009), adanya pelunturan warna kecoklatan atau warna kehitaman disekitar sekrup merupakan hasil reaksi pengkaratan logam pada kayu.

Pengkaratan terjadi karena kayu menjadi lembab dan zat ekstraktif yang bersifat asam bereaksi dengan besi yang merupakan bahan dasar sekrup. Pertumbuhan miselium jamur pelapuk pada contoh uji mengakibatkan kayu mengandung air atau lembab, air ini merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan pengkaratan sekrup. Nawawi (2002) menyatakan bahwa keasaman kayu meningkat akibat oksidasi zat ekstraktif dan degradasi komponen kayu. Pengkaratan adalah degradasi logam atau sifatnya akibat berinteraksi dengan lingkungannya (The Dalles-Wahtonka High School, 2014). Jika besi berhubungan dengan oksigen dan air dapat menyebabkan karat. Besi tersebut dioksidasi menjadi besi II ( $Fe^{2+}$ ) dan oksigen direduksi menjadi ion hidroksida (OH). Garis besar persamaan reaksi oksidasi dan reduksi yang terjadi



Rata-rata kehilangan berat sekrup yang dipasang pada lima jenis kayu tercantum pada Tabel 6. Kehilangan berat sekrup tertinggi terjadi pada bagian tepi kayu *H. glabra* yang diumpangkan

**Tabel 5. Kelunturan karat di permukaan kayu**  
**Table 5. Rust discoloration on wood surface**

Jenis jamur ( <i>Fungal species</i> )	Kelunturan warna logam di permukaan kayu ( <i>Metal discoloration on wood surface</i> )									
	<i>Castanopsis acuminatissima</i>		<i>Cinnamomum iners</i>		<i>Ficus nervosa</i>		<i>Horsfieldia glabra</i>		<i>Litsea angulata</i>	
	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)
<i>Chaetomium globosum</i>	+	++	+++	++	++	++	+++	++	++	++
<i>Dacryopinax spathularia</i>	+	++	+++	++	+	++	+++	+++	+++	+++
<i>Polyporus</i> sp.	+++	+++	+++	++	-	-	-	-	++	+++
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	+	++	++	+++	++	++	++	++	+	++
<i>Schizophyllum commune</i>	-	-	+	+	++	++	++	+	+	+
<i>Trametes</i> sp.	+++	+++	+	++	++	+	+	++	+	++

Keterangan (*Remarks*): + = pewarnaan sedikit disekitar sekrup (*slight discoloration around the screw*), ++ = pewarnaan sedang (*moderate discoloration*), +++ = pewarnaan agak meluas (*rather widespread discoloration*), ++++ = pewarnaan meluas (*widespread discoloration*), - = tidak terdapat pewarnaan (*no discoloration*).



*D. spathularia*. Sedangkan kehilangan berat sekrup terendah didapatkan pada bagian dalam kayu *F. nervosa* yang diumpangkan *Polyporus* sp. Jamur dapat tumbuh pada permukaan yang lembab kemudian berkembang dan terus melembabkan tempat tumbuhnya sehingga meningkatkan peluang terjadinya pengkaratan. Karena jamur merupakan makhluk hidup maka mereka memerlukan nutrisi untuk bertahan hidup. Nutrisi tersebut diperoleh dari material tempat ia tumbuh dengan cara mengeluarkan cairan korosif yang dapat mendegradasi material apapun, termasuk yang bukan makanan jamur. Menurut Noetzli et al. (2007), laju dekomposisi kayu oleh jamur pelapuk coklat (*Fomitopsis pinicola*) menandakan bahwa kandungan besi meningkatkan aktivitas jamur. Jamur tersebut mampu mereduksi  $Fe^{3+}$  dari larutan  $FeCl_3$  menjadi  $Fe^{2+}$  dan diasumsikan bahwa jamur ini dapat memanfaatkan macam-macam produk pengkaratan besi. Namun besi pada konsentrasi diatas 0,5% menghambat pelapukan. Dengan demikian dalam proses dekomposisi

kayu, besi memiliki efek terhadap pelapukan.

Persentase kehilangan berat sekrup tertinggi didapatkan pada *F. nervosa* dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada 4 jenis kayu lainnya (Tabel 6). Krilov (1987) menyatakan bahwa kehilangan berat logam bervariasi pada jenis kayu yang berlainan. Menurut Williams dan Knaebe (2002), kayu yang memiliki kandungan zat ekstraktif besar maka mudah menimbulkan karat pada besi. Reaksi antara zat ekstraktif dengan besi kemungkinan mengakibatkan sebagian kayu yang bersinggungan dengan sekrup terhidrolisis sehingga terjadi pengurangan berat. Menurut Krilov (1986), terjadinya karat pada besi disebabkan karena adanya zat ekstraktif yang sangat kompleks, yang menyebabkan terjadinya reaksi pengkaratan antara kayu dengan besi tersebut. Berdasarkan laporan Muslich et al. (2013), kelarutan dalam air panas pada masing-masing jenis kayu yaitu *C. acuminatissima* 4,7%, *C. iners* 3,9%, *L. angulata* 4,3%, *F. nervosa* 7,6%, dan *H. glabra* 6,6%.

**Tabel 6. Persentase kehilangan berat sekrup yang dipasang pada lima jenis kayu**  
**Table 6. Weight loss percentage of screw on five wood species**

Jenis jamur (Fungal species)	Persentase kehilangan berat sekrup pada kayu ( <i>Weight loss percentage of screw on wood</i> )									
	<i>Castanopsis acuminatissima</i>		<i>Cinnamomum iners</i>		<i>Ficus nervosa</i>		<i>Horsfieldia glabra</i>		<i>Litsea angulata</i>	
	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)	Bagian dalam (Inner part)	Bagian tepi (Outer part)
<i>Chaetomium globosum</i>	8,84 <sup>abcd</sup> efg	2,89 <sup>ijklm</sup> n	6,78 <sup>bcde</sup> fghijkl	6,90 <sup>bcde</sup> fghijk	10,27 <sup>ab</sup> cde	9,16 <sup>abcd</sup> efg	6,53 <sup>cdef</sup> ghijklm	6,22 <sup>cdef</sup> ghijklm	4,45 <sup>fghij</sup> klmn	6,35 <sup>cdef</sup> ghijklm
<i>Dacryopinax spathularia</i>	5,19 <sup>efghi</sup> jklmn	7,80 <sup>abcd</sup> efghij	8,71 <sup>abcd</sup> efgh	8,17 <sup>abcd</sup> efghi	11,62 <sup>ab</sup> cd	9,92 <sup>abcd</sup> ef	7,51 <sup>abcd</sup> efghij	12,75 <sup>a</sup>	5,71 <sup>efghi</sup> jklmn	8,00 <sup>abcd</sup> efghi
<i>Polyporus</i> sp.	5,96 <sup>efghi</sup> jklmn	1,62 <sup>klmn</sup>	3,13 <sup>hijkl</sup> mn	2,63 <sup>ijklm</sup> n	0,57 <sup>n</sup>	1,01 <sup>mn</sup>	1,18 <sup>mn</sup>	1,20 <sup>lmn</sup>	1,50 <sup>klmn</sup>	2,39 <sup>ijklm</sup> n
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	8,90 <sup>abcd</sup> efg	12,35 <sup>ab</sup>	4,32 <sup>ghijk</sup> lmn	4,51 <sup>fghij</sup> klmn	9,48 <sup>abcd</sup> efghij	9,79 <sup>abcd</sup> efg	8,12 <sup>abcd</sup> efghi	7,72 <sup>abcd</sup> efghij	8,76 <sup>abcd</sup> efgh	9,44 <sup>abcd</sup> efg
<i>Schizophyllum commune</i>	8,10 <sup>abcd</sup> efghi	6,35 <sup>cdef</sup> ghijklm	8,08 <sup>abcd</sup> efghi	6,78 <sup>bcde</sup> fghijkl	8,98 <sup>abcd</sup> efg	7,48 <sup>abcd</sup> efghi	9,41 <sup>abcd</sup> efg	6,89 <sup>bcde</sup> fghijk	6,15 <sup>defg</sup> hijklmn	6,46 <sup>cdef</sup> ghijklm
<i>Trametes</i> sp.	8,04 <sup>abcd</sup> efghi	5,45 <sup>efghi</sup> jklmn	10,16 <sup>ab</sup> cde	9,25 <sup>abcd</sup> efg	10,37 <sup>ab</sup> cde	9,64 <sup>abcd</sup> efg	11,75 <sup>ab</sup> c	9,48 <sup>abcd</sup> efg	8,56 <sup>abcd</sup> efgh	8,58 <sup>abcd</sup> efgh

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka dalam masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey  $p \leq 0,05$  (*The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test  $p \leq 0,05$* )

**Tabel 7. Rata-rata kehilangan berat kayu dan sekrup yang diumpkan jamur pelapuk**  
**Table 7. The average weight loss of wood and screw exposed to destroying fungi**

Jenis jamur ( <i>Fungal species</i> )	Kelompok jamur ( <i>Group of fungi</i> )	Kehilangan berat ( <i>Weight loss</i> ), %	
		Kayu ( <i>Wood</i> )	Sekrup ( <i>Screw</i> )
<i>Chaetomium globosum</i> FRI Japan 5-1	Pelunak ( <i>Soft rot fungi</i> )	3,25 <sup>d</sup>	6,84 <sup>c</sup>
<i>Dacryopinax spathularia</i> HHBI- 145	Pelapuk coklat ( <i>Brown rot fungi</i> )	4,50 <sup>d</sup>	8,54 <sup>ab</sup>
<i>Polyporus</i> sp. HHBI-209	Pelapuk coklat ( <i>Brown rot fungi</i> )	21,24 <sup>c</sup>	2,12 <sup>d</sup>
<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI- 324	Pelapuk putih ( <i>White rot fungi</i> )	31,08 <sup>a</sup>	8,34 <sup>ab</sup>
<i>Schizophyllum commune</i> HHBI- 204	Pelapuk putih ( <i>White rot fungi</i> )	19,51 <sup>c</sup>	7,47 <sup>bc</sup>
<i>Trametes</i> sp. HHBI-332	Pelapuk ( <i>Wood rotting fungi</i> )	27,66 <sup>b</sup>	9,13 <sup>a</sup>

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka dalam masing-masing kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey  $p \leq 0.05$  (*The number within each column followed by the same letter, means non-significantly different, Tukey test  $p \leq 0.05$* ).

Berdasarkan posisi contoh uji (Table 6) menunjukkan bahwa rata-rata kehilangan berat sekrup pada kayu bagian dalam yaitu 6,91% lebih rendah dibandingkan dengan kehilangan berat kayu bagian tepi dolok yaitu 7,23%. Terdapat interaksi yang nyata antara jenis kayu, bagian atau posisi kayu dalam dolok, dan jenis jamur ( $p \leq 0,05$ ). Kehilangan berat sekrup tertinggi terjadi pada bagian tepi kayu kelapa ciung (*H. glabra*) yang diumpkan pada *D. spathularia* yakni 12,75%, kemudian diikuti oleh kehilangan berat pada bagian tepi kayu ki hiur (*C. acuminatissima*) yang diumpkan pada *P. sanguineus* (12,35%) dan bagian dalam kayu *H. glabra* yang diumpkan *Trametes* sp. (11,75%). Sedangkan kehilangan berat terendah dijumpai pada bagian dalam kayu ki kanteh (*F. nervosa*) yang diumpkan pada *Polyporus* sp., yaitu 0,57%.

Jamur memiliki kemampuan yang bervariasi dalam melapukkan kayu maupun dalam merusak sekrup seperti ditunjukkan pada Tabel 7. Berdasarkan uji beda Tukey ( $p \leq 0,05$ ), kemampuan melapukkan kayu tertinggi dijumpai pada *P. sanguineus* HHBI-324, kemudian diikuti oleh *Trametes* sp. Sedangkan kemampuan melapukkan kayu terendah terjadi pada *D. spathularia* dan *C. globosum*. Menurut Djarwanto (2010) dan Suprpti et al. (2011), kemampuan *P. sanguineus* HHBI-324 dalam melapukkan kayu lebih tinggi dari kemampuan *Polyporus* sp., sedangkan *C. globosum* memiliki kemampuan terendah. Jamur *soft-rot*, *C. globosum* memiliki

kemampuan melapukkan kayu yang rendah seperti bakteri (Freas, 1982). Kerusakan sekrup tertinggi dijumpai pada kayu yang diumpkan pada *Trametes* sp., kemudian diikuti *D. spathularia* dan *P. sanguineus*. Kerusakan sekrup terendah terjadi pada kayu yang diumpkan pada *Polyporus* sp.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pelapukan lima jenis kayu yang disekrup logam dan tanpa dipasang sekrup tersebut memiliki kelas yang sama yaitu termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat terendah terjadi pada kayu ki hiur (*C. acuminatissima*). Sedangkan persentase kehilangan berat tertinggi terjadi pada kayu ki kanteh (*F. nervosa*). Kehilangan berat kayu bagian dalam yaitu 17,82% dan pada bagian tepi dolok yakni 17,93%, dan kedua bagian tersebut termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat pada kayu kontrol (tidak disekrup) yaitu 17,84% dan kehilangan berat kayu yang disekrup yaitu 17,91%, dan keduanya termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam kayu *C. iners* yang tidak sekrup (kontrol) dan diumpkan pada *P. sanguineus* yakni 56,19%. Sedangkan kehilangan berat terendah dijumpai pada bagian dalam kayu *C. iners* yang disekrup dan diumpkan pada *D. spathularia* (0,59%). Kemampuan jamur untuk melapukkan kayu mulai yang tertinggi sampai terendah adalah *P. sanguineus*,

*Trametes* sp., *Polyporus* sp., *S. commune*, *D. spathularia* dan *globosum*.

Berdasarkan kerusakan logam, kehilangan berat sekrup tertinggi didapatkan pada kayu *F. nervosa*. Kehilangan berat sekrup yang dipasang pada kayu bagian dalam lebih rendah yaitu 6,91% dibandingkan dengan bagian tepi dolok yaitu 7,23%.

Disarankan ke lima jenis kayu tersebut jika hendak dipergunakan untuk bahan bangunan sebaiknya diawetkan terlebih dahulu dengan bahan anti jamur pelapuk agar usia pakainya meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2014). Corrosion theory. <http://austop.com/maint/corrotion/ch2.html>, diakses 4 September 2014.
- Antai, S.P., & Crawford, D.L. (1982). Degradation of extractive-free lignocelluloses by *Coriolus versicolor* and *Poria placenta*. *European J. Appl. Microbiol Biotechnol*, 14, 165-168.
- Baldwin, R.C., & Streisel, R.C. (1985). Detection of fungal degradation at low weight loss by differential scanning calorimetry. *Wood and Fibre Science*, 17(30), 315-326.
- Bouslimi, B., Koubaa, A., & Bergeron, Y. (2013). Variation of brown rot decay in eastern white cedar (*Thuja occidentalis* L.). *Bioreources*, 8(3), 4735-4755
- BSN. (2014). Uji ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu. Standar Nasional Indonesia: SNI 7207:2014. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Carll, C.G., & Highley, T.L. (1999). Decay of wood and wood-based products above ground in buildings. *Journal of Testing and Evaluation*, 27(2), 150-158.
- Coggins, C.R. (1980). *Decay of timber in buildings dry rot, wet rot and other fungi*. East Grinstead: Rentokil Limited Felcourt, 115 p.
- Dinwoodie, J.M. (1981). *Timber its nature and behaviour*. Van Nostrand reinhold Co. Ltd. 190 p.
- Djarwanto. (2009). Sifat pengkaratan besi pada lima jenis kayu asal Sukabumi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(3), 280-289.
- Djarwanto. (2010). Ketahanan lima jenis kayu terhadap fungi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 3(2), 51-55.
- Djarwanto. (2013). Sifat pengkaratan lima jenis kayu asal Ciamis terhadap besi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(3), 186-192.
- Djarwanto, & Abdurrohman, S. (2000). Teknologi pengawetan kayu untuk perpanjangan usia pakai. *Buletin Kehutanan dan Perkebunan*, 1(2), 159-172. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Djarwanto, & Suprpti, S. (2008). Pengaruh pengkaratan logam terhadap pelapukan empat jenis kayu asal Sukabumi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 1(2), 55-59.
- Freas, A.D. (1982). *Evaluation maintenance and upgrading of wood structure. A guide and commentary*. New York: The American Society of Civil Engineers.
- Fortin, Y., & Poliquin, J. (1976). *Natural durability and preservation of one hundred tropical African woods*. International Development Research Centre. IDRC-017e. 131 p.
- Krilov, A. 1986. Corroton and wear sawblade steels. *Wood Science and Technology*, 20, 361-368.
- Krilov, A. (1987). Corrosive properties of some Eucalypts. *Wood Science and Technology*, 21, 211-217.
- Martawijaya, A. (1996). Keawetan kayu dan berbagai faktor yang mempengaruhinya. *Petunjuk Teknis*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. 47 hal.
- Muslich, M., Wardani, M., Kalima, T., Rulliaty, S., Damayanti, R., Hadjib, N., Pari, G., Suprpti, S., Iskandar, M.I., Abdurachman, Basri, E., Heriansyah, I., & Tata, H.L. (2013). *Atlas kayu Indonesia*. (Jilid IV). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. 160 hal.

- Nawawi, D.S. (2002). The acidity of five tropical woods and its influence on metal corrosion. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan, XV*(2), 18-24.
- Noetzli, K.P., Frey, A.B.B., Graf, F., & Holdenrieder, T.S.O. (2007). Release of iron from bonding nails in torrent control check dams and its effect on wood decomposition by *Fomitopsis pinicola*. *Wood Research, 52* (4), 47-60.
- Oey, D.S. (1990). Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. *Pengumuman Nr. 3*. Bogor Pusat P