Kelompok Bidang: Ekowisata dan Jasa Lingkungan, Sosek Kehutanan, Pemanfaatan SIG & Remote Sensing, dan Teknologi Kehutanan

RESISTANCE OF PF IMPREGNATED COCONUT WOOD ON DRYWOOD TERMITES ATTACK (*Cryptotermes cyanocephalus Light*)

KETAHANAN KAYU KELAPA TERIMPREGNASI PF TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING (*Cryptotermes cyanocephalus* Light)

Sulistyono[1)], Widhorini[1)] dan Harun Al Rasyid[2)].

1) Prodi Pendidikan Biologi, SPS UNIKU; 2) Prodi Pendidikan Biologi, FKIP UNIKU
E-mail : sulistyono@uniku.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the nature and appearance of coconut wood impregnated with Phenol Formaldehyde (PF) resin against the attack of drywood termites (*C. cyanocephalus* Light). The method of testing dry wood termites using laboratory tests refers to SNI 01-7207-2006. The parameters observed for durability of dry wood termites are the percentage of wood weight loss, termite mortality rate and degree of attack based on visual observations. Percentage of weight loss is calculated and determined by SNI 01-7207-2006, and the degree of termite attack refers to SNI 7207 (2014). Observation of the degree of dry wood termites was also carried out with a 20 X Electric Microscope and Scanning Electron Microscope (SEM). One way analysis of data with ANOVA for Duncan test. The results showed resistance to dry wood termites with PF impregnation 10% including durable class III (*Moderately resistant*) and PF impregnation (0%, 15%, 20% and 25%), including durable class IV (*Non-resistant*). Rating the degree of visual attack, PF impregnated coconut wood (10%) is included in the resistance class II (*Resistant*) with light attacks. PF impregnated wood (15%, 20%, 25%) belongs to resistance class III (*Moderately resistant*), with moderate attack, and wood without impregnation (control) including resistance class IV (*Non-resistant*), with severe attack. However, based on analysis of variance, there is no real difference in wood weight reduction.

Keywords: *Coconut wood, impregnation, Phenol Formaldehyde, weight loss, degree of attack, mortality, C. cyanocephalus, resistance class, cryptobiotics*.

I. PENDAHULUAN

Keawetan/ketahanan kayu adalah daya tahan alami suatu jenis kayu terhadap organisme perusak kayu, seperti jamur, serangga dan penggerek di laut. Keawetan alami kayu bergantung pada jenis organisme perusaknya. Suatu jenis kayu mungkin tahan terhadap serangga namun belum tentu tahan terhadap serangan organisme perusak di laut maupun jamur (Sumarni dan Roliadi, 2002). Keawetan alami kayu terhadap serangan organisme disebabkan karena 2 faktor yaitu faktor

eksternal dan internal. Faktor eksternal antara lain adalah faktor lingkungan seperti temperatur, pH, tekanan oksigen dan kadar air, tempat di mana kayu digunakan dan perlakukan silvikultur (Sumarni dan Roliadi, 2002). Sedangkan faktor internal adalah zat ektraktif yang terdapat di dalam kayu yang merupakan faktor yang langsung mempengaruhi ketahanan kayu terhadap serangan organisme, umur pohon waktu ditebang, tempat pohon, asal pohon (hutan alam atau hutan tanaman), varietas pohon, kecepatan tumbuh pohon.

Keawetan merupakan sifat kayu yang penting karena walaupun kelas kuatnya tinggi, tetapi manfaatnya akan banyak berkurang bila umur pakainya pendek. Kualitas kayu sangat ditentukan oleh keawetan atau ketahanannya terhadap serangan organisme perusak kayu, karena bagaimanapun kuatnya suatu jenis kayu manfaatnya akan berkurang apabila umur pakai kayu jadi pendek akibat serangan organisme perusak kayu. Secara alami kayu mempunyai keawetannya tersendiri, dan berbeda untuk tiap jenis kayu. Keawetan kayu biasanya ditentukan oleh adanya zat ekstraktif yang terkandung dalam kayu tersebut (Muherda, 2011). Kayu dikatakan awet apabila memiliki umur pakai yang lama (± 20 Tahun). Kayu akan memiliki umur pakai yang lama bila mampu menahan serangan dari faktor perusak kayu. Keawetan alami kayu dikelompokkan menjadi lima kelas awet dan tiap kelas awet mempunyai gambaran tentang umur kayu dalam pemakaian. Diperkirakan hanya sekitar 15 % jenis kayu awet dengan kategori kelas awet I dan II.

Pembusukan dan serangan serangga dapat mengurangi keawetan dan penampilan Kayu Kelapa. Kerugian akan meningkat jika Kayu Kelapa ini tidak ditangani dengan baik untuk digunakan sebagai furnitur dan bahan bangunan. Salah satu organisme perusak kayu yang telah merugikan pengguna kayu adalah rayap. Saat ini diperkirakan tercatat 2500 species rayap tersebar di seluruh dunia dan di Indonesia kurang lebih 200 species tersebar di hutan, lahan pertanian, perkebunan, pemukiman, dan gedung perkantoran (Nandika *et al.,* 2003). Namun, berbagai perlakuan modifikasi dapat memperpanjang umur pakai Kayu Kelapa. Diantara metode modifikasi kayu yang ada, impregnasi adalah yang paling populer (Dungani *et al*,. 2013) dan efektif (Furuno *et al*,. 2004). Berdasarkan literatur terbaru, telah ditemukan bahwa perlakuan impregnasi dengan resin Phenol-Formaldehida (PF) atau bahan kimia non-resin dapat meningkatkan kualitas Papan Kayu Kelapa. Perlakuan ini secara signifikan meningkatkan sifat dan penampilan Papan Kayu Kelapa dan dengan demikian dapat digunakan untuk menghasilkan furnitur bermutu tinggi dan bahan perumahan (Bakar *et al.,* 2005), jika perlindungan terhadap biodeteriorasi (kerusakan akibat organisme perusak kayu) dapat dicapai (Islam *et al.,* 2007 ; 2011 ;).

Penelitian ini perlu dilakukan mengingat kayu kelapa yang sering digunakan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan ataupun bahan furniture, belum diketahui keawetannya termasuk kayu kelapa yang diberi perlakuan impregnasi dengan resin PF. Adapun hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang ketahanan kayu kelapa terimpregnasi resin PF terhadap serangan rayap kayu kering (*C. cyanocephalus* Light).

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti sifat dan penampilan Kayu kelapa terimpregnasi resin PF terhadap serangan rayap kayu kering **(***C. cyanocephalus* Light**)**, berskala laboratorium yang mengacu pada standar SNI 01-7207-2006.

II. BAHAN DAN METODOLOGI

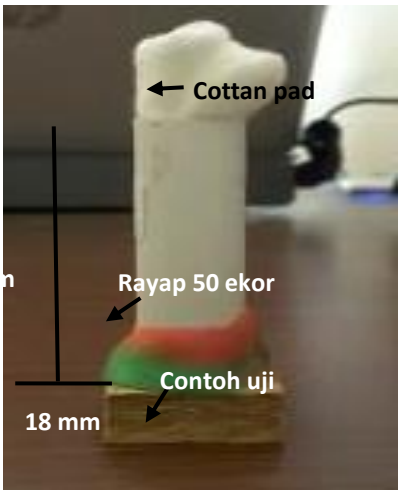
A. Bahan dan Peralatan

Bahan berupa papan kayu kelapa terimpregnasi resin PF 0 % sebagai kontrol, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan 3 kali ulangan pada ukuran c.u. (20 x 20 x 10) mm^3 sebanyak 15 contoh uji. Bahan lain adalah rayap pekerja *C. cynocephalus* yang sehat dan aktif (50 ekor/c.u), kapas, lilin dan tabung PVC (Ø 18 mm dan tinggi 30 mm). Peralatan yang digunakan gergaji, meteran, ampelas, oven, timbangan digital, sarung tangan, alat hitung, ATK, kamera, SEM dan mikroskop elektrik.

B. Prosedur Penelitian

1. Pengujian Rayap Kayu Kering.

Prosedur pengujiaan di laboratorium dengan tahapan sebagai berikut: Contoh uji papan kayu kelapa yang diimpregnasi resin PF 0 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 %, dibuat potongan dengan ukuran (20 x 20 x 10) mm^3 sebanyak 3 kali ulangan (15 contoh uji), mengacu pada modifikasi SNI 7202 (2014). Contoh uji kemudian dibiarkan beberapa waktu hingga mencapai kadar air kering udara dengan kisaran antara 12–18 %, dan ditimbang sebagai berat awal (W1). Dalam pengujian terhadap rayap kayu kering (*C. cynocephalus* Light), tabung PVC diletakkan pada sisi terlebar dari masing-masing contoh uji dengan berdiameter tabung 18 mm dan tinggi 30 mm. Ke dalam tabung PVC tersebut dimasukkan rayap kayu kering sebanyak 50 ekor rayap pekerja yang sehat dan aktif, kemudian contoh uji tersebut ditutup dengan kapas dan disimpan di tempat gelap selama 12 minggu, sebagaimana Gambar 1. Setelah 12 minggu, contoh uji dikeluarkan dari tabung dan ditimbang beratnya setelah pengumpanan (W2), jumlah rayap yang hidup untuk menentukan mortalitasnya serta derajat serangan rayap.



Gambar 1. Contoh Uji Kayu terhadap Serangan Rayap pada Uji Laboratorium

Metode pengujian ini mengacu pada standar pengujian SNI 01-7207-2006 (BSN, 2006). Pengamatan dilakukan setelah 12 minggu pengujian dengan parameter kehilangan/pengurangan berat kayu, tingkat mortalitas rayap dan derajat serangan berdasarkan pengamatan visual. Persentase penurunan berat mengacu pada klasifikasi ketahanan SNI 01-7207-2006 seperti disajikan pada Tabel 1, sedangkan untuk menentukan derajat serangan mengacu pada SNI 7207 (2014) (Tabel 2).

Tabel 1. Klasifikasi Ketahanan Kayu terhadap Rayap Kayu Kering Berdasarkan Penurunan Berat

Kelas	Pengurangan berat (%)	Ketahanan
I	< 2	Sangat tahan (*Very resistance*)
II	2 – 4,4	Tahan (*Resistant*)
III	4,5 – 8,2	Sedang (*Moderately resistant*)
IV	8,3 – 28,1	Tidak tahan (*Non-resistant*)
V	>28,1	Sangat tidak tahan (*Susceptible*)

Sumber : SNI 01-7207-2006

Tabel 2. Klasifikasi Ketahanan Kayu terhadap Serangan Rayap Kayu Kering Secara Visual.

Kondisi contoh uji		**Nilai**
Tidak ada serangan 0-5%	Utuh	0
Sedikit serangan, 5-15%	Ada bekas gigitan	40
Serangan sedang, 16-35 %	Serangan sedang, berupa saluran–saluran yang tidak dalam dan tidak lebar	70
Serangan berat, 36- 50 %	Serangan berat berupa saluran yang dalam dan lebar	90
Serangan sangat berat, >50 %	Kayu hancur, kurang lebih 50% kayu habis dimakan rayap	100

Sumber : SNI 7207 (2014)

Catatan : Hasil merupakan nilai rata-rata dari semua contoh uji.

2. Bentuk Morfologi Kayu Kelapa Terimpregnasi PF setelah Diserang Rayap

Dilakukan pengamatan morfologis sesudah serangan rayap terhadap derajat serangan rayap kayu kering dengan mikroskop elektrik 20 X berbantuan kamera digital dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) model ZEISS tipe EVO 50 (Jerman). Contoh uji dipotong dengan hati-hati menggunakan mikrotom. Kehalusan dan kerataan permukaan ujung dari potongan menyudut diperiksa dengan mikroskop cahaya. Pelapisan lilin dilakukan dengan *sputter coater* (Fison SC 515) sebelum contoh uji diamati dalam SEM Leica Cambride S-360 dalam kondisi pencitraan elektron sekunder konvensional dan dengan tegangan percepatan 5 kV. Mikrograf SEM diambil dari permukaan spesimen dalam kasus sampel rayap yang rusak.

C. Analisis Data

Untuk mengetahui perbedaan ketahanan setiap contoh uji jenis kayu kelapa yang terimpregnasi PF terhadap rayap kayu kering pada 5 jenis sampel kayu yang diuji dilakukan Analisis Varians Klasifikasi Tunggal atau sidik ragam (ANOVA) satu jalan dengan analisis rancangan 5 jenis perlakuan persentasi resin PF 0 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % x 3 ulangan. Analisis data mortalitas rayap menggunakan metode transformasi ke Arc sin√% dan untuk mengetahui perbedaan dilakukan uji Duncan (Steel dan Torrie, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Biodegradasi (kerusakan akibat organisme) papan kayu kelapa yang disebabkan oleh rayap sebagai salah satu masalah serius dalam pemanfaatan kayu kelapa. Untuk mengatasi masalah ini, modifikasi kayu melalui impregnasi mungkin memiliki efek signifikan terhadap serangan rayap.

1. Ketahanan Kayu Kelapa Terimpregnasi PF terhadap Rayap Kayu Kering berdasarkan Penurunan Berat dan Tingkat Mortalitas Rayap

Parameter yang digunakan untuk menilai ketahanan kayu kelapa terimpregnasi PF terhadap rayap kayu kering adalah penurunan berat kayu, mortalitas rayap dan derajat serangan berdasarkan pengamatan peringkat visual. Berdasarkan hasil pengujian keawetan kayu kelapa terimpregnasi PF diperoleh rata-rata penurunan berat pada berbagai konsentrasi resin PF setelah dilakukan pengujian sebagaimana pada tabel 3. berikut.

Tabel 3. Kelas Ketahanan Kayu dari Serangan Rayap berdasarkan Rata-Rata Penurunan Berat Contoh Uji

No	Konsentrasi Resin PF (%)	Penurunan berat/WL (%)	Mortalitas /MR (%)	Kelas awet	Kelas ketahanan
1	0	9.08	86.00	IV	Tidak tahan
2	10	5.14	90.67	III	Sedang
3	15	9.90	94.67	IV	Tidak tahan
4	20	12.15	94.00	IV	Tidak tahan
5	25	10.86	87.33	IV	Tidak tahan

Persentase penurunan berat rata-rata kayu kelapa impregnasi PF berkisar antara 5,14 % hingga 12,15 %. Tabel 3. menunjukkan ketahanan terhadap rayap kayu kering pada pemberian impregnasi PF 10% yang memiliki penurunan berat sebesar 5,14 % termasuk kelas awet III (ketahanan sedang) dan pemberian impregnasi PF (0%, 15%, 20% dan 25%) yang memiliki penurunan berat berturut-turut 9,08%, 9,90%, 12,15% dan 10,86% termasuk kelas awet IV (ketahanan tidak tahan). Berdasarkan pengujian ketahanan kayu kelapa terimprenasi PF, dapat disimpulkan bahwa kayu kelapa terimpregnasi PF 10 % paling tahan terhadap serangan rayap kayu kering dibandingkan kayu kelapa terimpregnasi pada konsentrasi resin PF lainnya.

Namun berdasarkan analisis sidik ragam ANOVA satu jalan, hasil pengurangan berat harga F hitung (2,52) < harga F tabel sebesar 3,48 (α 5%) dan sebesar 5,99 α 1%), hal ini menunjukkan bahwa impregnasi PF pada berbagai konsentrasi resin PF pada contoh uji kayu kelapa tidak signifikan mengurangi penurunan berat contoh uji setelah serangan oleh rayap kayu kering (*C. cynocephalus* Light) dalam uji laboratorium. Walaupun terjadi perbedaan persentase penurunan antara contoh uji yang diberi perlakuan impregnasi dengan yang tidak, yaitu antara 5,14 % sampai dengan 12,15 %, (Tabel 3) ternyata perbedaan penurunan berat tersebut tidak signifikan sebagaimana hasil analisis varian pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Ringkasan hasil dari Analisis Varians (ANOVA) untuk penurunan berat kayu kelapa terimpregnasi berbagai konsentrasi resin PF

Sumber Variasi (SV)	Tes laboratorium (*C. cynocephalus*)					
	dk	**JK**	**MK**	**F hitung**	**F tabel**	**Keputusan**
Total	14	168.65		2.52	3.48 (5%) 5.99 (1%)	F hitung < F tabel, Terima H0
Antar kelompok	4	84.61	21.15			
Dalam kelompok	10	84.04	8.40			

Catatan: dk : derajat kebebasan JK : jumlah kuadrat; MK: Mean Kuadrat; F : tes statis ANOVA;, signifikan pada 95 % dan 99 %

Karena berdasarkan uji F-hitung pada taraf kesalahan 5% dan 1 % menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, maka penelaahan data tidak dilanjutkan dengan uji jarak Duncan's atau beda nyata jujur (BNJ).

Berdasarkan Tabel 3, nilai mortalitas rayap kayu kering yang diperoleh pada pengujian ini sangat tinggi, yaitu berkisar antara 86,00% sampai dengan 94,67%. Tingkat mortalitas rayap kayu kering *C. cynocephalus* Light tertinggi adalah pada kayu kelapa terimpregnasi PF 15 % yaitu mencapai 94,67 %. Rata-rata tingkat mortalitas rayap pada kayu kelapa dengan Resin PF 10%; 20% dan 25% berturut-turut adalah 90,67%, 94,00% dan 87,33% sedangkan tingkat kematian terendah adalah sebesar 86,00 % yang terjadi pada pemberian resin 0% (tanpa resin PF). Tingginya persentase mortalitas dikarenakan kemampuan rayap untuk bertahan hidup pada tempat yang baru, yaitu di ruang tertutup uji coba di laboratorium terbilang rendah. Tingginya mortalitas rayap kayu kering disebabkan akibat konsentrasi resin PF yang tinggi dan beracun yang mengakibatkan rayap menjadi stres karena resin mengandung racun bagi rayap dan perbedaan kelembaban serta suhu pada habitat asal rayap. Pengaruh resin PF terhadap mortalitas rayap kayu kering ini dibuktikan dengan persentase mortalitas yang terendah pada contoh uji kontrol yang tidak mengandung resin PF.

Menurut Retmadhona (2013), tingginya mortalitas rayap kemungkinan disebabkan rendahnya kualitas bertahan hidup rayap kayu kering setelah pemindahan dari alam ke tempat pengujian akibat pengaruh lingkungan baru. Kemudian kurang terakomodasi tempat dan lingkungan selama pengujian dilakukan terutama mengenai faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan contoh uji yang mengandung resin PF. Untuk itu banyak kemungkinan terjadi kegagalan atau kurang maksimalnya proses pengujian. Selain itu lamanya waktu pengujian selama 12 minggu diduga mempengaruhi tingginya mortalitas rayap tanah. Menurut Retmadhona (2013), berdasarkan metode SNI 01-7207-2006, nilai mortalitas tidak menjadi parameter yang menentukan kelas keawetan kayu, namun jika dilihat dari hasil nilai persentase mortalitas yang tinggi maka nilai mortalitas menjadi penting untuk menentukan keberhasilan dalam suatu pengujian keawetan kayu pada skala laboratorium. Efisiensi dari lamanya waktu suatu pengujian juga sangat penting, guna mendapatkan hasil yang lebih baik dan tepat.

2. Ketahanan Kayu Kelapa Terimpregnasi PF terhadap Rayap Kayu Kering berdasarkan Peringkat Visual

Berdasarkan hasil pengujian ketahanan kayu kelapa terimpregnasi PF terhadap serangan rayap kayu kering di ruangan tertutup selama 12 minggu diperoleh derajat serangan berdasarkan pengamatan peringkat visual pada berbagai konsentrasi resin PF menggunakan metode SNI 7207 (2014) sebagaimana pada tabel 5. berikut.

Tabel 5. Kelas Ketahanan Kayu Kelapa Terimpregnasi Resin PF Akibat Serangan Rayap Kayu Kering Berdasarkan Peringkat Visual

No	Konsentrasi Resin PF (%)	Peringkat visual rata-rata	Kelas ketahanan
1	0	83.3	Serangan berat
2	10	36.7	Serangan ringan
3	15	66.7	Serangan sedang
4	20	60.0	Serangan sedang
5	25	76.7	Serangan sedang

Kayu kelapa terimpregnasi PF (10%) dengan peringkat visual rata-rata 36,7 ditempatkan pada kelas ketahanan II (tahan) artinya contoh uji mengalami serangan ringan berupa sedikit ada bekas gigitan. Sedangkan kayu kelapa terimpregnasi PF (15 %, 20 %, 25 %) dengan peringkat visual rata-rata berturut-turut 66,7; 60,0 dan 76,7 ditempatkan di kelas ketahanan III (cukup tahan), artinya contoh uji mengalami serangan tingkat sedang berupa saluran–saluran yang tidak dalam dan tidak lebar. Sedangkan kayu kelapa terimpregnasi PF (0%) atau tanpa resin PF dengan peringkat visual rata-rata 83,3 sebagai kontrol ditempatkan di kelas ketahanan IV (tidak tahan), artinya contoh uji mengalami serangan tingkat berat berupa saluran yang dalam dan lebar. Berdasarkan kelas ketahanan kayu dapat disimpulkan bahwa kayu kelapa terimpregnasi PF (10%) termasuk kategori tahan, kayu kelapa terimpregnasi PF (15 %, 20 %, 25 %) termasuk kategori cukup tahan dan kayu kelapa terimpregnasi PF (0%) sebagai kontrol termasuk kategori tidak tahan terhadap serangan rayap kayu kering.

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Kayu Kelapa Terimpregnasi PF Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering

Ketahanan kayu kelapa terimpregnasi PF dipengaruhi oleh resin PF yang mengandung racun bagi rayap kayu kering sehingga mempengaruhi lingkungan kehidupan rayap seperti suhu, kelembaban dan air. Nandika *et al.* (2003) menyatakan perubahan kelembaban mempengaruhi aktivitas jelajah rayap, pada kelembaban rendah, rayap bergerak menuju daerah dengan suhu lebih tinggi. Rayap juga memiliki kemampuan untuk menjaga kelembaban di dalam liang-liang

kembaranya sehingga rayap bergerak ke daerah lebih kering dan perkembangan optimum dicapai pada kisaran kelembaban 75-90 % untuk rayap tanah dan untuk rayap kayu kering *Cryptotermes* tidak memerlukan kelembaban dalam jumlah yang tinggi. Suhu juga mempengaruhi kehidupan rayap, baik terhadap perkembangan maupun aktivitasnya. Suhu terendah atau tertinggi dapat menyebabkan kematian serangga termasuk rayap karena dapat mengurangi aktivitas atau dorman, suhu optimum sebagian besar serangga kisaran 15-38^0 C. Perubahan kondisi lingkungan ini, merubah aktivitas perilaku rayap menjadi stres dan memunculkan sifat kanibalisme (Limi, 2014) untuk mempertahankan prinsip efisiensi dan konservasi energi serta berperan dalam pengaturan *homeostatika* (keseimbangan kehidupan) koloni rayap (Tarumingkeng, 2001). Sifat ini disebabkan perubahan kondisi lingkungan, sehingga terjadi perubahan aktivitas perilaku rayap yang mengakibatkan stres pada rayap. Rayap yang stres tentu kurang memakan umpan kayu, sehingga rayap tersebut akan lemah dan untuk mempertahankan hidupnya terkadang saling memakan satu sama lainya, rayap yang kuat akan memakan rayap yang lemah.

Kayu kelapa teriimpregnasi PF menjadi lebih keras dan komposisi selulosanya berkurang menjadi sekitar 29,7% (selulosa normal 41,0% - 45,4%). Kondisi lingkungan ini tidak cocok untuk rayap kayu kering. Hal ini didukung oleh penelitian Arango *et al*., (2006), Bakar, (2008), dan Hadi *et al.,* (2010), yang menyatakan bahwa resin PF mungkin tidak beracun bagi rayap saat kontak. Namun, rayap mengalami kematian karena contoh uji yang diimpregnasi resin yang dimakan rayap kayu kering tidak bisa dicerna, sehingga nilai mortalitas rayap kayu kering sangat tinggi, berkisar antara 86,00 % - 94,67 %. Dalam penelitian ini, kemungkinan ketahanan kayu kelapa terimpregnasi PF, lebih dipengaruhi adanya konsentrasi resin PF yang merubah komposisi selulosa dalam kayu kelapa. Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi resin yang optimal terdapat pada kayu kelapa terimpregnasi resin PF sebesar 10 %, dimana kayu kelapa memiliki kelas ketahanan tertinggi dengan kategori tahan. Dengan demikian, tidak realistis untuk mengasumsikan bahwa kayu yang diimpregnasi dengan resin akan tahan terhadap serangan rayap tanpa memiliki kerusakan makan yang terbatas, meskipun beberapa makanan akan membunuh rayap (William *et al.,* 1990).

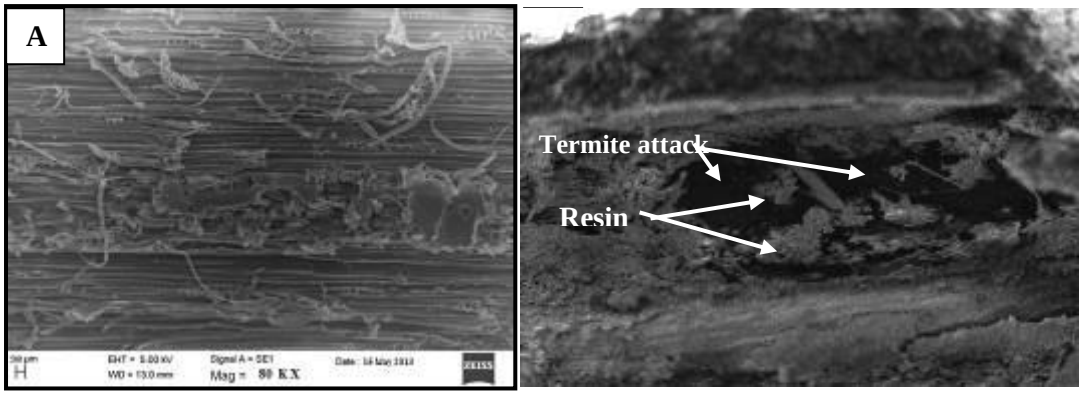
4. Morfologi Serangan Rayap

Gambar morfologis tingkat serangan rayap, sebagai hasil dari penurunan berat dan kelas ketahanan ditunjukkan pada Gambar 2. berikut :

PF 0 % (kontrol) PF 10 % PF 15 % PF 20 % PF 25 %

Gambar 2. Tingkat Kerusakan Kayu Kelapa pada berbagai impregnasi Resin PF akibat Serangan Rayap Kayu Kering dengan mikroskop elektrik 20X

Perubahan morfologis setelah uji ketahanan rayap diperiksa dengan SEM. Contoh uji kayu kelapa terimpregnasi PF kering ditempatkan pada koloni rayap *C. cynocephalus*. Hasil SEM menunjukkan bahwa, serangan rayap pada contoh uji kayu kelapa terimpregnasi PF menyebabkan permukaan kayu kelapa terimpregnasi PF tidak utuh lagi dan menunjukkan kerusakan sel yang sangat besar (Gambar 2. A, C, D, E dan Gambar 3A).



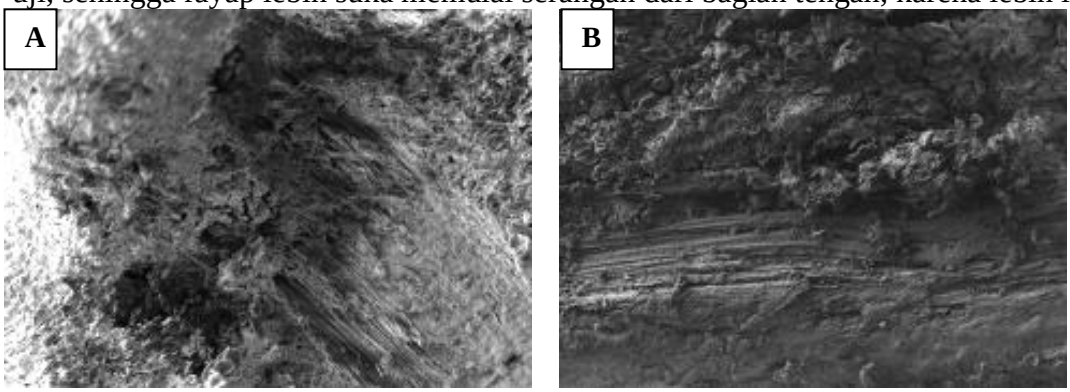
Gambar 3. Hasil SEM Serangan Rayap *C. cynocephalus* (80X) pada bagian sisi luar (A) dan pada bagian tengah kayu kelapa terimpregnasi PF (20X)

Rayap biasanya memakan daerah pada bagian kayu yang lunak, dan kemudian memperluas daerah serangan ke arah memanjang, dilanjutkan dengan mengelilingi ke bagian kayu yang keras. Cara degradasi jaringan kayu oleh rayap berbeda untuk bagian kayu yang rapat. Menurut Furukawa dan Kobayashi (2006), urutan mekanisme serangan rayap dimulai dari tracheids kayu awal, yang mudah digigit dan dipecah menjadi bagian kecil oleh mandibula; sehingga banyak bekas gigitan berbentuk V ditinggalkan di kayu awal yang terdegradasi setelah serangan oleh rayap.

Pada bagian kayu akhir yang tracheidnya berdinding tebal tampaknya sukar dirusak untuk dimakan; awalnya, kerusakan kecil yang ditimbulkan pada trakeid berdinding tebal, dan bagian

serat yang rusak kemudian diangkat dari trakeid yang berdekatan dalam arah longitudinal diikuti dengan memutar menggunakan kombinasi mandibula dan seluruh tubuh, sebelum potongan kecil dari serat berdinding tebal dilepas. Pengamatan hasil SEM menunjukkan bahwa rayap mulai dengan menyerang contoh uji dari bagian tengah dan kemudian berkembang menuju kayu kelapa yang terimpregnasi PF bagian luar.

Gambar 2. A dan E Gambar 3B. menunjukkan bahwa rayap menyerang bagian tengah papan dengan membuat lubang dan menembus ke bagian dalam. Perilaku ini merupakan manifestasi ciri rayap dari *cryptobiotik*, dimana rayap cenderung menyembunyikan diri dan menghindari cahaya. Pada bagian tengah contoh uji memiliki kepadatan lebih rendah dibanding bagian pinggir contoh uji, sehingga rayap lebih suka memulai serangan dari bagian tengah, karena lebih lunak.



Gambar 4 Hasil SEM Serangan (50X) (A) dan Serangan Awal oleh Rayap Kayu Kering (50X) pada Kayu Kelapa Terimpregnasi PF (B)

Gambar 2. C, D, E dan Gambar 4.A. menunjukkan bahwa rayap menyerang kayu kelapa terimpregnasi PF untuk mengkonsumsi selulosa (Bowyer *et. al*., 2003) dengan meninggalkan butiran-butiran bulat dan kecil berwarna coklat, sebagaimana terlihat pada gambar 5. Namun, persentase selulosa yang dimakan berkurang sebagai akibat dari perlakuan impregnasi dengan resin PF yang bersifat racun. Menurut Abdul Khalil *et al.*, (2008), jumlah selulosa dalam kayu kelapa berkisar antara 41,0% hingga 45,4%, sedangkan kandungan selulosa dalam kayu kelapa terimpregnasi PF sekitar 29,7% (Arami-Niya *et.al.*, 2010). Di antara faktor fisik lainnya, kayu kelapa terimpregnasi PF mempengaruhi kemampuan rayap untuk memecah kayu kelapa terimpregnasi PF dengan mandibula mereka. Di sisi lain, pemberian impregnasi PF pada kayu

kelapa, meningkatkan ketahanan kelapa dari serangan rayap. Namun berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa pemberian impregnasi PF tidak dapat sepenuhnya melindungi kayu kelapa terimpregnasi PF dari serangan rayap.

Gambar 2. A, C, D, E dan Gambar 4.B. menunjukkan pola serangan rayap kayu kering pada kayu kelapa terimpregnasi PF mirip dengan rayap tanah. Namun serangan rayap kayu kering tidak separah serangan rayap tanah pada kondisi perlakuan yang sama. Rayap kayu kering cenderung memotong kayu melintasi butir-butir dengan menghancurkan matriks kayu kelapa terimpregnasi PF maupun resin dan matriks PF. Rayap kayu kering membuat lubang kecil di permukaan kayu kelapa terimpregnasi PF dimanapun rayap kayu kering menyerang.

Gambar 5. Butiran-butiran Bulat dan Kecil Berwarna Coklat sebagai Ciri Serangan Rayap Kayu Kering Mengkonsumsi Selulosa pada Kayu Kelapa Terimpregnasi PF

Dari pengamatan penelitian ini, dapat dikatakan bahwa perlakuan resin PF tidak dapat sepenuhnya melindungi kayu kelapa terimpregnasi PF dari serangan rayap. Temuan ini konsisten dengan pengetahuan sebelumnya bahwa senyawa resin bertindak sebagai racun lambat yang membunuh rayap ketika rayap tersebut menelan kayu yang diberi perlakuan. Seperti dilaporkan oleh Yusuf *et al.*, (1998), efek emisi formaldehida dari resin PF dapat membuat kayu lapis tahan terhadap serangan rayap. Diasumsikan bahwa efektivitas formaldehida pada kayu kelapa terimpregnasi PF dari resin PF, yang memberikan khasiat yang cukup untuk contoh uji yang diimpregnasi PF. Oleh karena itu, tidak realistis untuk mengasumsikan bahwa kayu yang diperlakukan dengan resin akan selalu utuh dari serangan rayap. Selain itu, peningkatan ketahanan juga dapat dikaitkan dengan perubahan komposisi kimia pada kayu kelapa terimpregnasi PF akibat pemberian resin PF. Oleh karena itu, ion impregnant PF bukanlah substrat makanan yang cocok untuk rayap. Studi sebelumnya oleh Sonowal dan Gogoi, (2010) menunjukkan bahwa perlawanan dari biodegradasi oleh perlakuan kimia bahan lignoselulosa tergantung pada jenis bahan kimia dan

penetrasi bahan kimia tersebut dan berapa banyak kelompok hidroksil yang dimodifikasi untuk pemberian cross-linking dan bulkiness yang memadai.

Demikian pula, aktivitas makan rayap pada makanan tergantung pada faktor eksternal, yaitu jenis makanan. Pada tahap awal, komponen kimia makanan merangsang saraf penciuman rayap. Tahap selanjutnya adalah peran rayap pengecap saraf pada rayap yang mulai makan. Yang kedua adalah tingkat ambang penciuman rayap itu sendiri. Perbedaan dalam komponen kimia kayu dan ambang penciuman rayap membuat perbedaan dalam preferensi makan pada jenis rayap. Oleh karena itu, efek sifat fisik dan kimia kayu akan mempengaruhi tingkat kerusakan oleh rayap.

Secara umum, kayu kelapa terimpregnasi PF yang diserang rayap kayu kering menunjukkan penurunan berat yang lebih rendah dibandingkan serangan oleh rayap tanah. Ini mungkin hasil dari perilaku makan rayap. Orfao *et al.* (1999) melaporkan bahwa, beberapa jenis komponen kayu mempengaruhi aktivitas preferensi makan beberapa jenis rayap. Lebih jauh, Dungani dan Nandika, (1999) melaporkan bahwa, kekerasan contoh uji dapat mempengaruhi serangan rayap. Mereka juga mengamati bahwa, ketika ada pilihan makanan, rayap lebih menyukai kayu yang lebih lunak. Meski begitu rayap dapat menyerang kayu yang sangat keras, jika kayu itu tidak dilindungi bahan kimia atau pengawet beracun alami. Situasi ini dapat dipahami karena serangan rayap juga pada dasarnya bersifat mekanis. Ada bukti preferensi rayap menurut kepadatan kayu (Peralta *et al.*, 2003). Mereka melaporkan bahwa, kayu yang memiliki kerapatan 0,43 g/cm^3 lebih disukai daripada kayu yang memiliki kepadatan 0,68 g/cm^3.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Ketahanan terhadap rayap kayu kering pada pemberian impregnasi PF 10% termasuk kelas awet III (ketahanan sedang) dan pemberian impregnasi PF (0%, 15%, 20% dan 25%) termasuk kelas awet IV (ketahanan tidak tahan). Peringkat visual derajat serangan, kayu kelapa terimpregnasi PF (10%) termasuk kelas ketahanan II (tahan) dengan serangan ringan. Kayu terimpregnasi PF (15%, 20%, 25%) termasuk kelas ketahanan III (cukup tahan) dengan serangan sedang, dan kayu tanpa impregnasi (kontrol) termasuk kelas ketahanan IV (tidak tahan) dengan serangan berat. Namun berdasarkan analisis sidik ragam, penurunan berat kayu tidak ada perbedaan nyata.

2. Ketahanan kayu kelapa terimpregnasi PF dipengaruhi oleh resin PF yang mengandung racun bagi rayap kayu kering sehingga mempengaruhi lingkungan kehidupan rayap seperti suhu, kelembaban dan air, sehingga merubah aktivitas perilaku rayap menjadi stres dan sifat kanibalisme dalam mempertahankan prinsip efisiensi dan konservasi energi serta berperan dalam pengaturan *homeostatika* koloni rayap. Kayu kelapa teriimpregnasi PF menjadi lebih keras dan komposisi selulosanya berkurang menjadi sekitar 29,7% (selulosa normal 41,0% - 45,4%). Kondisi lingkungan ini tidak cocok untuk rayap kayu kering. Resin PF mungkin tidak beracun bagi rayap saat kontak, tetapi rayap mengalami kematian karena kayu kelapa terimpregnasi PF yang dimakan rayap tidak bisa dicerna, sehingga nilai mortalitasnya sangat tinggi, berkisar antara 86,00 % - 94,67 %.
3. Serangan rayap kayu kering pada kayu kelapa terimpregnasi PF menyebabkan permukaan kayu kelapa tidak utuh dan merusak sel. Rayap mulai menyerang kayu kelapa dari bagian tengah yang lunak dan dilanjutkan bagian luar yang lebih keras. Rayap menyerang bagian tengah kayu membentuk lubang dan menembus ke bagian dalam, sebagai ciri perilaku *cryptobiotik* (menyembunyikan diri dan menghindari cahaya). Pola serangan rayap kayu kering mirip dengan rayap tanah, namun serangannya tidak separah serangan rayap tanah. Pemberian impregnasi PF tidak dapat sepenuhnya melindungi kayu kelapa terimpregnasi PF dari serangan rayap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Dr. Rudi Dungani, M.Sc. yang telah memberikan contoh uji kayu kelapa terimpregnasi PF sebagai contoh uji dan Bapak Sutarno yang telah membantu penyediaan rayap dan persiapan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

Arami-Niya, A., Wan Daud, W.M.A., & Mjalli, F.S. 2010. Using granular activated prepared from oil palm shell by $ZnCl_2$ and physical activation for methane adsoption. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 89(2), 197-203.

Arango, R. A., Green, F., Hintz, K., Lebow, P. K., & Miller, R. B. 2006. Natural durability of tropical and native woods against termite damage by *Reticulitermes flavipes* (Kollar). *International Biodeterioration and Biodegradation.* 57(3), 146-150.

Bakar, E.S., Parida, Md.T., & Shari, M.H. 2005. Properties enhancement of oil palm lumber through the compreg method. *International Symposium on Wood Science and Technology*. Pacifico Yokohama, Japan, 91-92

Bakar, E.S., Paridah, Md.T., Fauzi, F., Mohd Hamami, S., & Tang, W.C. 2008. Properties enhancement of oil palm lumber through modified compreg method : A Comprehensive

solution to oil palm wood properties flaws. In: *Proceedings of the 7th National Seminar on the Utilization of Oil Palm Tree, Malaysia: Oil Palm Tree Utilization Committee (OPTUC)*, Kuala Lumpur, pp. 99-112.

Bowyer, J.L., Shmulsky, R., & Haygreen, J.G. 2003. *Forest Products and Wood Science – An Introduction*, pages 160–193; 228–241. Blackwell Publishing Company, fourth edition.

Dungani, R. & Nandika, D. 1999. Wood consumption and survival of subterranean termite*Coptotermes curvignathus* Holmgren in Laboratory. *Journal of Hayati*, 6 (2), 40-42.

Dungani, R. M.N. Islam. H.P.S. Abdul Khalil. S. Hartati, C.K.Abdullah, M. Dewi and A. Hadiyane. 2013. Termite Resistance study of Oil Palm Trunk Lumber (OPTL) impregnated with oil palm shell meal and phenol-formaldehyde resin. BioResources, 8 : 4937-4950

Furukawa, I., & Kobayashi, T. 2006. Chitosan metal complexes (CMCs) as environmentally friendly wood preservatives against biodeterioration caused by fungi, termites, marine borers and barnacles. *Sustainable Development and Utilization of Tropical Forest Resources.* Report of JSPS-LIPI Core University Program in the Field of Wood Science 1996-2005. pp, 64-72

Furuno, T., Imamura, Y., & Kajita, H. 2004. The modification of wood by treatment with low molecular weight phenol-formaldehyde resin: A properties enhancement with neutralized phenolic-resin and resin penetration into wood cell walls. *Wood Science and Technology*, 37(5), 349-361

Hadi, Y.S., Nurhayati, T., Jasni., Yamamoto, H., & Kamiya, N. 2010. Smoked wood as an alternative for wood protection against termites. *Journal of Forest Products Society*, 60(6), 496-500.

Islam, M. N., Ando, K., Yamauchi, H., Kobayashi, Y.,& Hattori, N. 2007. Passive impregnation of liquid in impermeable lumber incised by laser. *Journal of Wood Science*, 53(5), 436-441.

Islam, M. N., Ando, K., Yamauchi, H., & Hattori, N. 2011. Change of temperature and pressure in dry and green Douglas-fir and sugi wood during passive impregnation method. *Wood Fibers Science*, 43(3), 1-6.

Limi, Z. A. (2014). Keawetan alami kayu tumih (bretocarpus rotundatus Com Miq Dancer.) dari serangan rayap kayu kering, rayap tanah dan jamur pelapuk kayu. (Skripsi Sarjana). FakultasKehutanan. IPB.Bogor.

Abdul Khalil, H.P.S., Alwani, M.S., Ridzuan, R., Kamarudin, H., & Khariul, A. 2008. Chemical composition, morphological characteristics, and cell wall structure of Malaysian oil palm fibers. *Journal of Polymer Plastics Technology and Engineering*, 47(3), 273-280.

Muherda. 2011. Keawetan Kayu. [terhubung berkala] http://muherda.blogspot.com/2011/03/keawetan-kayu.html [11 Juli 2011].

Nandika, D., Rismayadi, Y., & Diba, F. 2003. Termites: Biology and Its control). Muhammadiyah University Press, Solo Indonesia (in Indonesian)

Orfao, J. J.M., Antunes, F. J.A, & Figueiredo, J. L. 1999. Pyrolysis kinetics of lignocellulosic materials-three independent reactions model. *Fuel*, 78, 349-358

Peralta, R.C.G., Menezes, E.B., De Carvalho, A.C., & Aguiar-Menezes, E.L. 2003. Feeding preference of subterranean termites for forest species associated or not a wood-decaying fungi. *Journal of Floresta e Ambiente*, 10(2), 58-63.

Retmadhona, I.Y. 2013. Perkembangan Jumlah Rayap, Mortalis, dan Kemampuan Makan Rayap pada Pengujian Laboratorium. Bogor : Dapartemen Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor.

Sonowal, J., & Gogoi, P.K. 2010. Dimensional stability, thermal degradation and termite resistant studies of chemically treated wood. *International Journal of Chemistry*, 2(2), 218-225.

Standar Nasional Indonesia (SNI). 2006. Uji Ketahanan dan Produk Kayu Terhadap Organisme Perusak Kayu. SNI 01-7207-2006.

Standar Nasional Indonesia (SNI). (2014). Uji ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu (SNI 7207-2014). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Steel, R.G.D & Torrie, J.H. (1993). Prinsip dan prosedur statistika. Terjemahan dari Principles and procedures of statistic, oleh Bambang Sumantri. Institut Pertanian Bogor. Jakarta: Penerbit PT Gramedia PustakaUtama.

Sumarni, G. & Roliadi, H. (2002). Daya tahan 109 jenis kayu Indonesia terhadap rayap gtanah (Coptotermes curvignathus Holmgren). Buletin PenelitianHasilHutan, 20(3), 177-185.

Tarumingkeng, R. (2001). Biologi dan perilaku Rayap. Diakses 17 Oktober 2013.

William, L.H., Amburgey, B.R., & Parrerol. 1990. Toxic thresholds of three borates and percent wood weight losses for two subterranean termite species when feeding on treated wood. *Proceedings of the First in. Conference on Wood Protection With Preservatives,* pp. 129-133

Yusuf, S., Yalinkilic, M.K., Imamura, Y., Fushiki, S., Saito, T., & Katsuzawa, Y. 1998. Biological properties of glue-line treted plywood. *The Fourth Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium Proceeding,* Bogor. 124-132