

**KETAHANAN KOMPOSIT KAYU PLASTIK POLISTIRENA
TERHADAP SERANGAN JAMUR PELAPUK
COKLAT *Tyromyces palustris***

***Decay Resistance of Wood Polymer Composite (WPC)
Against Brown Rot Fungi *Tyromyces palustris****

I G. K. TAPA DARMA¹⁾, YUSUF SUDO HADI²⁾, dan ANDRI TRI ATMOJO³⁾

ABSTRACT

*Wood specimens, 50 x 25 x 15 mm were impregnated in styrene and vinyl acetate solutions at four concentration levels, using tertbutyl hydroperoxide as acatalyst. The specimens were dried at 60°C for 48 hours after which the solution was polymerized in situ. All specimens, including untreated specimens as control and specimens impregnated with Impralit CKB, were exposed to monoculture a brown rot fungus *Tyromyces palustris*, a brown rot fungus for 3 months.*

*All wood polymer composite (WPC) specimens obviously showed higher resistance compared with the control. At four concentration levels, WPC of tusam showed excellent result with weight loss value less than specimens treated with Impralit CKB. WPC of karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) and sengo (*Paraserianthes falcataria*) showed good resistance at high styrene concentration level.*

PENDAHULUAN

Kayu merupakan komposit alami yang tersusun atas komponen-komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin, serta sedikit kandungan zat ekstraktif dan mineral. Disamping sebagai material penting bagi manusia, kayu juga merupakan sumber bahan organik utama bagi pertumbuhan sejumlah organisme seperti rayap dan jamur pelapuk kayu.

Untuk melindungi kayu dari serangan organisme perusak, usaha pengawetan kayu mutlak diperlukan. Saat ini usaha pengawetan kayu secara konvensional masih bertumpu pada penggunaan bahan-bahan kimia beracun yang diimpregnasikan ke dalam kayu. Bahan kimia yang digunakan relatif murah dan mudah untuk diaplikasikan. Namun, selain beracun terhadap organisme perusak kayu, bahan-bahan kimia tersebut juga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Penelitian ini mencoba mengaplikasikan salah satu metode non toksik dengan memodifikasi kayu secara kimia melalui pembuatan komposit kayu plastik. Metode ini tidak hanya menghasilkan kayu yang lebih awet, tetapi sekaligus juga dapat meningkatkan

¹⁾ Staf pengajar dan peneliti di Lab. Patologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Kampus IPB Darmaga P.O. Box. 168 Bogor

²⁾ Staf pengajar, Fakultas Kehutanan IPB, Kampus IPB Darmaga, P.O. Box. 168. Bogor

³⁾ Alumnus Fakultas Kehutanan IPB

sifat fisis mekanis kayu aslinya. Kayu plastik dapat dibuat dengan cara mengimpregnasi monomer atau prepolimer ke dalam kayu dilanjutkan dengan proses polimerisasi *in situ* monomer atau prepolimer tersebut (Schneider, 1994).

Disamping sebagai tempat pengikatan molekul air, gugus hidroksil (OH) di sepanjang polimer dinding sel juga merupakan tempat reaksi-reaksi enzimatik terjadi. Jamur pelapuk memiliki sistem enzim yang sangat spesifik yang dapat mendegradasi polimer-polimer penyusun kayu menjadi unit-unit kecil yang lebih sederhana. Perubahan secara kimia substrat bagi sistem enzim ini diharapkan dapat mencegah terjadinya reaksi-reaksi enzimatik tersebut (Takahashi, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan komposit kayu plastik polistirena terhadap serangan jamur pelapuk coklat *Tyromyces palustris* (Berk. et Curt.) Murr. Produk kayu plastik ini dihasilkan melalui polimerisasi campuran monomer stirena dan vinil asetat pada empat taraf konsentrasi yang berbeda. Pengujian yang sama juga dilakukan terhadap kayu yang diawetkan dengan Impralit CKB 3% sebagai pembanding. Obyek penelitian adalah tiga jenis kayu dari hutan tanaman, yaitu Tusam (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese), Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen).

METODE

Pembuatan contoh uji kayu plastik

Contoh uji (50 mm x 25 mm x 15 mm) dibuat sesuai standar Eropa EN 113 (British Standard Institution, 1980). Impregnasi campuran monomer stirena dan vinil asetat, serta bahan pengawet Impralit CKB dilakukan dengan metode sel penuh. Untuk contoh uji kayu plastik, impregnasi dilakukan pada empat taraf konsentrasi stirena yang berbeda, yaitu 60%, 70%, 80% dan 90% (v/v) ditambah katalis tertbutyl hidroperoxide sebanyak 0,25% dari volume total campuran. Untuk bahan pengawet Impralit CKB, digunakan konsentrasi sebesar 3% (b/b). Setelah proses impregnasi, contoh uji kemudian ditimbang beratnya (M_1) dan dibungkus satu persatu dengan aluminium foil. Proses polimerisasi campuran monomer stirena dan vinil asetat dilakukan secara termal dalam oven pada 60°C selama 48 jam.

Pengumpanan contoh uji

Sebelum diumpankan, semua contoh uji ditimbang berat awalnya (M_2). Ke dalam tiap kotak kaca pengujian (30cm x 10cm x 5cm) yang berisi biakan murni jamur *T. palustris* dimasukkan empat buah contoh uji dari satu perlakuan yang sama ditambah dengan satu buah contoh uji kontrol. Setelah 3 bulan pengumpanan (British Standard Institution, 1980), contoh uji kemudian ditimbang berat basahnya (M_3) dan dikeringovenkan pada $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ selama 24 jam untuk kemudian ditimbang berat keringnya (M_4).

Pengumpulan data

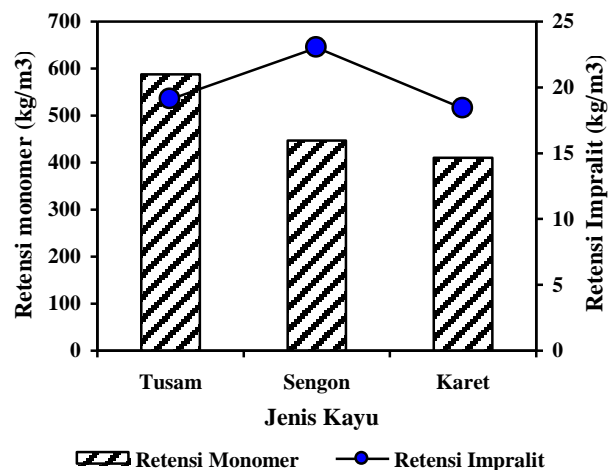
Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas volume awal contoh uji (V_0), berat awal contoh uji (M_0), berat setelah impregnasi (M_1), berat setelah polimerisasi (= berat sebelum pengumpanan (M_2)), berat basah setelah pengumpanan (M_3) dan berat kering setelah pengumpanan (M_4). Data ini digunakan untuk mengetahui nilai-nilai: Retensi Monomer (R_m), Retensi Polimer (R_p), Efisiensi Konversi (EK), Polimer Loading (PL) dan Kehilangan Berat (WL), dengan pengertian: $R_m = (M_1 - M_0)/V_0$ (kg/m^3); $R_p = (M_2 - M_0)/V_0$ (kg/m^3); $EK = (R_p / R_m)100$ (%); $PL = (M_2 - M_0)100/M_0$ (%); $WL = (M_4 - M_2)100/M_2$ (%)

Rancangan percobaan yang digunakan adalah faktorial RAL 3 x 6. Dua faktor yang diujikan terdiri atas jenis kayu dan jenis impregnan. Faktor jenis kayu terdiri atas 3 taraf, yaitu kayu tusam, karet dan sengon, sedang faktor impregnan terdiri atas 6 taraf, yaitu kontrol, larutan monomer 60% stirena, 70% stirena, 80% stirena dan 90% stirena, serta Impralit CKB 3%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Retensi

Rata-rata retensi monomer dan bahan pengawet Impralit CKB yang dicapai pada tiap jenis kayu adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Jenis kayu mampu memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai retensi monomer dan terhadap bahan pengawet.



Gambar 1. Rata-rata retensi monomer dan bahan pengawet Impralit CKB pada setiap jenis kayu

Berdasarkan hasil uji Duncan (Tabel 1), kayu tusam menunjukkan rata-rata retensi monomer tertinggi dan berbeda nyata dengan kedua jenis kayu lainnya, sedang karet dan sengon keduanya tidak berbeda nyata.

Tabel 1. Uji Duncan nilai retensi monomer dan bahan pengawet Impralit CKB terhadap jenis kayu

Jenis Kayu	Retensi Monomer (kg/m ³)	Retensi Impralit CKB (kg/m ³)
Tusam	588,16 a	19,13 b
Sengon	446,54 b	22,93 a
Karet	409,68 b	18,36 b

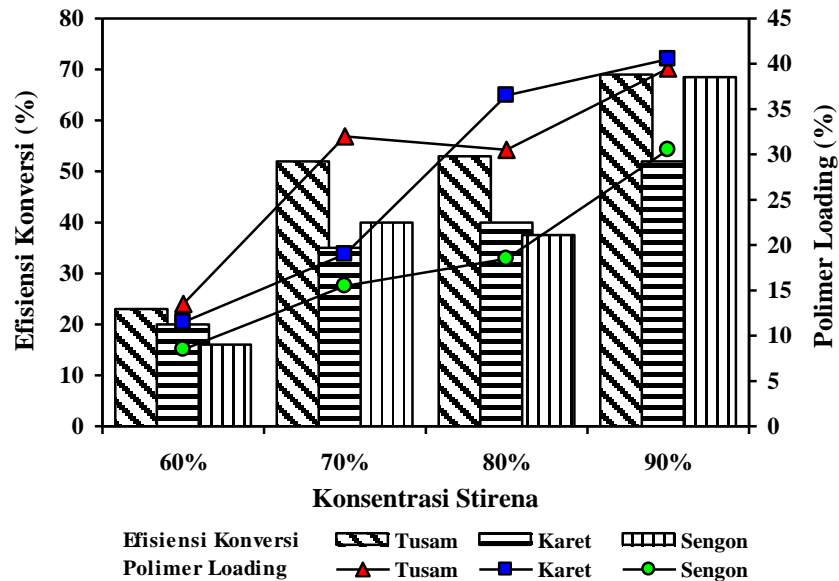
Keterangan : Nilai-nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$.

Untuk bahan pengawet Impralit CKB, nilai rata-rata tertinggi dicapai pada kayu sengon yang berbeda nyata dengan nilai pada kedua jenis kayu lainnya, sedang tusam dan karet keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Berdasarkan SNI 03-5010.1., retensi bahan pengawet yang dicapai pada ketiga jenis kayu di atas telah memenuhi standar retensi minimum sebesar 11,30 kg/m³ untuk pemakaian kayu di udara terbuka tanpa berhubungan dengan tanah (Badan Standarisasi Nasional, 1999).

Perbedaan nilai retensi yang dicapai pada ketiga jenis kayu disebabkan oleh perbedaan struktur anatomi dan kerapatan kayunya. Tusam termasuk dalam kelompok kayu daun jarum (*softwood*) dengan struktur anatomi yang lebih homogen, jenis dan sebagian besar massa kayunya tersusun oleh sel-sel trakeida. Karet dan sengon, keduanya termasuk dalam kelompok kayu daun lebar dengan struktur anatomi yang lebih kompleks. Perbedaan nilai retensi pada kedua jenis kayu ini disebabkan oleh perbedaan kerapatan kayunya.

Efisiensi Konversi dan Polimer Loading

Pada tiap jenis kayu, penambahan konsentrasi stirena cenderung meningkatkan nilai respon efisiensi konversi dan polimer loading yang dihasilkan (Gambar 2). Faktor konsentrasi stirena mampu memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai respon efisiensi konversi dan polimer loading yang dihasilkan. Pengaruh nyata ditunjukkan oleh faktor jenis kayu, sedang interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata.



Gambar 2. Pengaruh penambahan konsentrasi stirena terhadap nilai respons efisiensi konversi dan polimer loading yang dihasilkan

Untuk nilai respons efisiensi konversi, kayu tusam mampu memberikan nilai rata-rata tertinggi dan berbeda nyata dengan kedua jenis kayu lainnya. Nilai respon polimer loading pada kayu tusam juga mampu mencapai rata-rata tertinggi, namun nilainya tidak berbeda nyata dengan pada kayu karet (Tabel 2).

Tabel 2. Uji Duncan nilai efisiensi konversi dan polimer loading terhadap jenis kayu

Jenis Kayu	Rata-Rata Nilai Efisiensi Konversi (%)	Rata-Rata Nilai Polimer Loading (%)
Tusam	49,46 a	28,98 a
Sengon	40,36 b	18,30 b
Karet	36,74 b	26,88 a

Keterangan : Nilai-nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$.

Uji Duncan terhadap konsentrasi stirena (Tabel 3) menunjukkan nilai respons efisiensi konversi dan polimer loading yang cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi stirena yang digunakan. Pengaruh konsentrasi stirena terhadap nilai respon efisiensi konversi berhubungan dengan perbedaan reaktivitas monomer stirena dan vinil asetat dalam proses kopolimerisasinya. Pada 60°C yaitu suhu yang memungkinkan untuk proses polimerisasi berlangsung, monomer stirena memiliki reaktivitas 50 kali lebih besar daripada vinil asetat (Flory, 1953), sehingga pada tahap akhir dari reaksi hanya dihasilkan homopolimer stirena (polistirena). Dengan demikian pada konsentrasi stirena yang lebih

tinggi, respon efisiensi konversi yang dihasilkan akan makin tinggi karena polistirena yang terbentuk makin bertambah.

Tabel 3. Uji Duncan nilai efisiensi konversi dan polimer loading terhadap jenis kayu

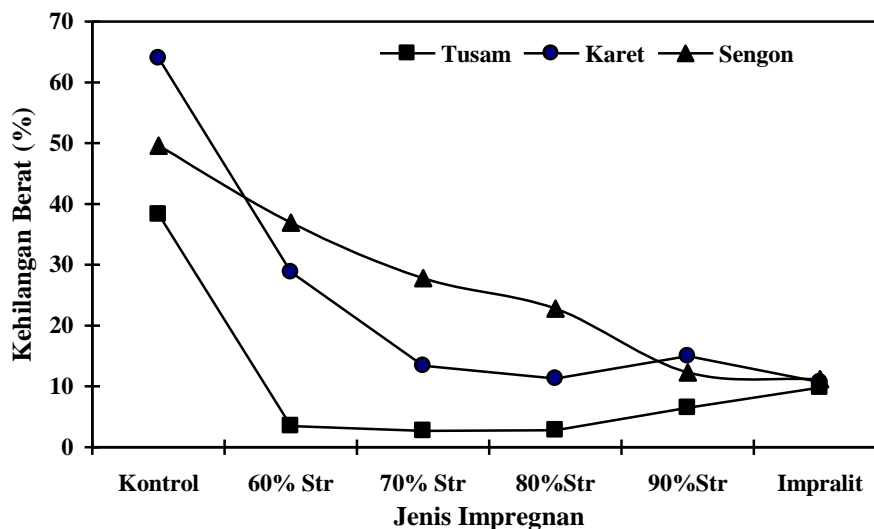
Konsentrasi Stirena	Rata-Rata Nilai Efisiensi Konversi (%)	Rata-Rata Nilai Polimer Loading (%)
90%	63,13 a	36,85 a
80%	43,63 b	28,64ab
70%	42,39 b	22,27 b
60%	19,60 c	11,13 c

Keterangan : Nilai-nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$.

Nilai polimer loading juga cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi stirena yang digunakan. Pada taraf konsentrasi stirena yang lebih tinggi jumlah polimer yang terbentuk makin bertambah. Namun, pada tingkat efisiensi konversi yang lebih tinggi respon polimer loading bisa lebih rendah (Gambar 3). Hal ni terjadi karena nilai polimer loading dihitung relatif terhadap berat awal contoh ujinya.

Kehilangan Berat

Faktor jenis kayu, jenis impregnan, serta interaksi antara keduanya memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap respon kehilangan berat contoh ujinya. Respon kehilangan berat contoh uji setelah tiga bulan pengumpanan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata kehilangan berat contoh uji setelah tiga bulan pengumpanan pada jamur pelapuk coklat *T. palustris*

Pada taraf kontrol, ketiga jenis kayu menunjukkan tingkat keawetan alami yang berbeda nyata (Tabel 4). Tingkat keawetan alami ini sangat ditentukan oleh kandungan zat ekstraktif dan rasio antara lignin siringyl dan guaiacyl yang terkandung di dalamnya (Zabel & Morrell, 1992). Sebaliknya pada taraf Impralit, ketiga jenis kayu tidak memberikan respon kehilangan berat yang berbeda nyata.

Tabel 4. Uji Duncan nilai kehilangan berat contoh uji setelah tiga bulan pengumpanan terhadap jamur pelapuk coklat *T. palustris*

Jenis Kayu	Jenis Impregnan					
	Kontrol	60% Stirena	70% Stirena	80% Stirena	90% Stirena	Impralit
Tusam	38,39 c	3,47 gh	2,68 h	2,83 h	6,52 fgh	9,82 fgh
Sengon	64,03 a	28,78 cd	13,40 efgh	11,33 fgh	14,99 efg	10,66 fgh
Karet	49,62 b	36,97 c	27,75 cd	22,79 de	15,34 ef	11,20 fgh

Keterangan : Nilai-nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha=5\%$.

Pada contoh uji kayu plastik, respon kehilangan berat menunjukkan kecenderungan menurun dengan bertambahnya konsentrasi stirena yang digunakan. Kemampuan kayu plastik dalam menahan serangan jamur terjadi melalui efek curah (*bulking effect*) dengan polimer plastik yang bertindak sebagai penghalang fisik (*physical barrier*) bagi hifa dalam melakukan penetrasi pada sistem aksial kayu.

Tabel 4 menunjukkan WPC kayu tusam yang konsisten memberikan respon kehilangan berat lebih rendah dari Impralit CKB. Bahkan pada tingkat polimer loading (konsentrasi stirena) terendah sekalipun, WPC kayu tusam mampu memberikan keawetan yang lebih tinggi. Sebaliknya, semua taraf konsentrasi stirena pada WPC kayu karet dan sengon masih menunjukkan respon kehilangan berat yang lebih tinggi dari kayu awetan Impralit CKB. Meski demikian, pada WPC kayu sengon hanya taraf 60% stirena yang memberikan respon kehilangan berat lebih tinggi dan berbeda nyata dengan Impralit (Tabel 4). Pada WPC kayu karet, taraf 90% saja yang mampu memberikan respons kehilangan berat yang tidak berbeda nyata dengan Impralit (Tabel 4).

Hasil uji t student menunjukkan bahwa untuk memperoleh tingkat keawetan yang sama dengan Impralit CKB, kayu tusam membutuhkan polimer loading kurang dari 13,43% (60% stirena); sedang karet dan sengon masing-masing membutuhkan polimer loading minimum sebesar 19,09% (70% stirena) dan 15,50% (70% stirena).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil di atas menunjukkan bahwa, impralit CKB terbukti mampu menghasilkan keawetan kayu yang tinggi terhadap jamur pelapuk *T. palustris*. Bahkan aplikasinya pada tiga jenis kayu yang berbeda keawetan alaminya mampu menghasilkan ketahanan keawetan alaminya yang relatif sama terhadap jamur pelapuk *T. palustris*. Namun, efek racunnya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan membuat bahan pengawet ini perlu ditinjau lagi penggunaannya.

Pembuatan komposit kayu plastik ternyata mampu menghasilkan tingkat ketahanan yang tinggi. Untuk menghasilkan tingkat keawetan yang sama dengan Impralit CKB, kayu tusam hanya membutuhkan polimer loading kurang dari 13,43%, sedang karet dan sengon masing-masing membutuhkan polimer loading minimum sebesar 19,09% dan 15,50%. Untuk memperoleh efisiensi penggunaan monomer stirena yang lebih tinggi, disarankan untuk tidak mencampurnya dengan jenis monomer yang lebih rendah reaktivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1999. Pengawetan Kayu Untuk Perumahan dan Gedung. SNI 03-5010.1. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- British Standard Institution. 1980. Wood Preservatives. Determination of The Toxic Values Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured on an Agar Medium. EN 113. British Standard Institution. London.
- Flory, P. J. 1953. Principles of Polymer Chemistry. Cornell University Press. New York.
- Schneider, M.H. 1994. Wood Polymer Composites. *Wood and Fiber Science* 26(1) : 142 - 151.
- Takahashi, M. 1996. Biological Properties of Chemically Modified Wood. *In Chemical Modification of Lignocellulosic Materials* (Hon, D. N. S. ed.). Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 331 - 359.
- Zabel, R.A., & J. J. Morrell. 1992. *Wood Microbiology : Decay and Its Prevention*. Academic Press. San Diego.

Diterima 18-02-2002
Disetujui 16-05-2002