

DEGRADASI FISIS DAN MEKANIS KAYU OLEH MIKROORGANISME DI WILAYAH KOTA BOGOR

(Physical and Mechanical Degradations of Woods by Microorganisms in the Territory of Bogor City)

Trisna Priadi

ABSTRACT

*This research aimed to know the changes of physical and mechanical properties of wood in field decay test that contacted to the ground and above ground at several areas in Bogor City. The sample size of sengon (*Paraserianthes falcataria*) and pine (*Pinus merkusii*) were (20 x 20 x 150) mm³ and (10 x 10 x 100) mm³. The field decay test was conducted in 16 sub-districts in Bogor City. Some physical and mechanical properties of wood samples were tested and statistically analysed with two factors ANOVA.*

After three months exposure, the physical and mechanical properties of sengon degraded more severely than pine. The ground contact samples decayed more severely than above ground samples. Dry weight lost and oven dry density were affected significantly, while the volume shrinkage from air dry to oven dry and air dry moisture content were relatively less affected. MOR had better correlation with decay stage than MOE and compression strength parallel to the grain.

Key words : physical properties, mechanical properties, wood degradation, micro-organisms.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagai bahan baku, kayu memiliki beberapa kelemahan salah satunya yang penting adalah kayu dapat terbakar dan lapuk (Tsoumis, 1991). Jamur menyerang kayu karena kayu merupakan bahan berlignoselulosa yang menjadi bahan makanannya dan secara fisik menjadi media hidupnya. Biodeteriorasi bahan dan produk kayu mengakibatkan inefisiensi pemanfaatan dan pengolahan kayu serta kerugian ekonomi. Selain itu Baker (2004) menyatakan bahwa serangan jamur dapat meningkatkan keasaman kayu dan menyebabkan karat pada paku atau metal yang berhubungan dengan kayu sehingga konstruksi dalam keadaan bahaya.

Ada lima faktor kondisi yang penting bagi terjadinya pelapukan kayu oleh jamur. Bila salah satunya dihilangkan, dapat mencegah pelapukan kayu, yaitu: sumber infeksi, oksigen, kelembaban, temperatur dan substrat yang sesuai (Baker 2004). Blanchette (1995) mengklasifikasikan pelapukan kayu, berdasarkan karakteristik kimia dan morfologinya menjadi tiga, yaitu: lapuk coklat, lapuk putih dan lapuk lunak. Tingkat serangan dan daya adaptasi organisma-organisma tersebut sangat bervariasi.

Menurut Deacon (2004), jamur pendegradasi kayu harus memiliki kemampuan khusus untuk mengatasi tiga hambatan utama pada kayu, yaitu :

1. Kayu merupakan substrat organik yang kompleks dengan sedikit kadar

gula sederhana, pati dan substrat yang mudah diserap jamur.

2. Kadar nitrogen ($< 0.1\%$) dan fosfor dalam kayu rendah. Kedua elemen mineral tersebut diperlukan jamur dalam jumlah yang banyak untuk pertumbuhannya.
3. Keberadaan ekstraktif yang bersifat racun bagi jamur, terutama pada bagian kayu teras, seperti tanin dalam kayu daun lebar, dan berbagai senyawa fenolik (*terpene*, *stilbene*, *flavanoid*, dan *tropolone*) dalam kayu daun jarum.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat degradasi kayu secara fisis dan mekanis dalam uji pelapukan lapangan baik yang menyentuh tanah maupun yang jauh dari tanah di wilayah Kota Bogor.

BAHAN DAN METODE

Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan pinus (*Pinus merkusii*) berukuran besar (2 x 2 x 15) cm dan kecil (1 x 1 x 10) cm diumpangkan dalam bejana terbuka agar diserang jamur, di seluruh (16) kecamatan Kota Bogor. Pengumpanan dilakukan pada tanah dan di atas (≥ 2 m) permukaan tanah selama 3 bulan. Pengujian sifat fisis kayu (kerapatan kering oven, kadar air kering udara dan penyusutan volume dari kering udara ke kering oven) dan sifat mekanis (keteguhan tekan sejajar serat, MOE dan MOR) dilakukan di laboratorium Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Data-data hasil pengujian dianalisis secara statistik dengan rancangan acak lengkap dan berblok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi iklim selama periode pengujian lapangan di Kota Bogor berdasarkan informasi dari Badan Meteorologi dan Geofisika, Balai Wilayah II, Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor adalah sebagai berikut :

- ◆ Rata-rata curah hujan harian adalah 12.9 mm
- ◆ Rata-rata jumlah hari hujan bulanan adalah 16 hari
- ◆ Rata-rata temperatur harian 25.65 °C
- ◆ Rata-rata intensitas penyinaran matahari harian adalah 246.75 Cal/cm²

Penurunan Berat Kering Kayu

Secara visual tampak bahwa sebagian besar kayu yang diumpangkan mengalami perubahan warna dan pelunakan permukaan. Selain itu gejala perubahan bentuk dan *collapse* hanya terjadi pada beberapa contoh uji kayu sengon, terutama yang bersentuhan dengan tanah. Berdasarkan nilai rata-rata penurunan berat kering contoh uji setelah tiga bulan masa uji pelapukan kayu sengon (rata-rata 7.0%), mengalami penurunan berat yang nyata lebih besar dibanding kayu pinus (rata-rata 2.1%). Ternyata walaupun kelas awet kayu sengon relatif sama dengan kayu pinus (IV) (Martawijaya *et al.* 1989), ketahanannya terhadap serangan jamur pelapuk lebih rendah daripada kayu pinus.

Dilaporkan dalam banyak literatur bahwa kayu pinus mengandung zat ekstraktif beracun yang dinamakan *pinosilvin*. Climene *et al.* (1999) juga menyatakan bahwa tiga stilbena, yaitu *pinosilvin* (PS), *pinosilvin monomethyl ether* (PSM) dan *pinosilvin dimethyl ether* (PSD), yang diekstrak dari *white spruce* (*Picea glauca*), *jack pine* (*Pinus banksiana*), dan *red pine* (*Pinus resinosa*) dapat menahan pertumbuhan jamur pelapuk putih

(*Trametes versicolor* dan *Phanerochaete chrysosporium*) dalam media agar dan jamur pelapuk coklat (*Neolentinus lepideus*, *Gloeophyllum trabeum* dan *Postia placenta*) dalam media tanah.

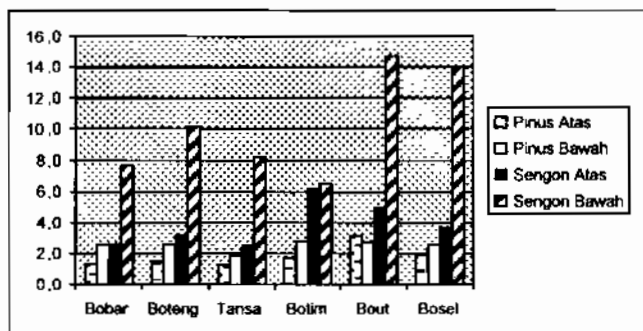
Pada Gambar 1, terlihat bahwa penurunan berat contoh uji di Kecamatan Bogor Selatan dan Bogor Utara sedikit lebih besar dibanding dengan yang di kecamatan lainnya. Selain itu penurunan berat contoh uji kayu yang menyentuh tanah lebih tinggi dibanding yang jauh dari tanah. Penurunan berat contoh uji kayu pinus dan sengon yang menyentuh tanah berturut-turut adalah 2.4% dan 9.7%, sedangkan yang jauh dari tanah masing-masing adalah 1.7% dan 3.6%. Penurunan berat kering kayu ini menunjukkan tingkat penguraian komponen utama penyusun kayu (terutama selulosa, hemiselulosa dan terkadang dengan lignin) secara enzimatik oleh jamur pelapuk. Hal ini bisa sangat berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis kayu tersebut.

Tanah merupakan sumber infeksi mikroorganisme yang tinggi dibanding udara. Selain itu kayu yang menyentuh

tanah mendapat pasokan air lebih banyak dibanding kayu yang jauh dari tanah yang hanya mengandalkan air hujan. Dengan demikian kadar airnya tidak selamanya mendukung pertumbuhan dan serangan jamur secara cepat. Baker (2004) menyatakan bahwa pertumbuhan jamur pada kayu sangat dipengaruhi oleh kadar air kayu. Semua jenis jamur memerlukan kandungan air yang sedang. Dalam kondisi kering udara (kadar air kayu \pm 18%) kayu biasanya tidak diserang jamur.

Kadar Air Kering Udara

Kadar air kering udara (KA_{ku}) adalah kadar air kesetimbangan dalam kayu dengan kondisi sekitarnya. Kadar air kering udara (KA_{ku}) merupakan persentase masa air yang hanya ada dalam dinding sel kayu (air terikat) dibanding massa zat kayu. Kayu yang diserang jamur pelapuk mengalami perubahan komposisi kimia serta penipisan atau kerusakan dinding sel. Sehingga jumlah air yang bisa diikat gugus-gugus hidroksil selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam dinding sel berkurang.



Gambar 1. Grafik nilai rata-rata penurunan berat (dalam %) contoh uji kayu pinus dan sengon setelah uji pelapukan di Kecamatan Bogor Barat (Bobar), Bogor Tengah (Boteng), Tanah Sareal (Tansa), Bogor Timur (Botim), Bogor Utara (Bout) dan Bogor Selatan (Bosel).

Gambar 2 memperlihatkan bahwa contoh uji kontrol kayu sengon dan pinus memiliki nilai KA_{ku} relatif sama ($\pm 15\%$). Namun setelah pengumpanan, kayu sengon memiliki nilai KA_{ku} yang nyata lebih kecil dibanding dengan kayu pinus. Penurunan KA_{ku} pada sengon 6,1%, sedangkan pada pinus 4,7%. Hal ini mengindikasikan massa dinding sel kayu sengon mengalami pengurangan (terdegradasi) lebih banyak dibanding pada kayu pinus. Perbedaan nilai KA_{ku} antara kayu yang menyentuh tanah dengan yang tergantung tidak nyata. Sebagai indikator tingkat pelapukan nilai kadar air kering udara ini tidak lebih baik dibanding nilai penurunan berat.

Penyusutan Volume Kering Udara ke Kering Oven

Dalam penelitian ini susut volume kering udara ke kering oven (SV_{ku-ko}) sengon (rata-rata 12,4%) lebih rendah dibanding pinus (rata-rata 15,4%). Ada kecenderungan penurunan nilai SV_{ku-ko} setelah kayu diumpangkan, terutama pada sengon, walaupun tidak begitu besar. Penurunan nilai SV_{ku-ko} berhubungan dengan berkurangnya masa kayu atau dinding sel akibat degradasi enzimatis jamur. Perbedaan posisi pengumpanan juga tidak menyebabkan perbedaan nilai SV_{ku-ko} yang nyata, baik pada kayu sengon maupun pinus.

Beberapa contoh uji kayu sengon mengalami penyusutan yang berlebihan/tidak normal atau dikenal dengan *collapse*, terutama yang diumpangkan pada tanah. Dalam hal ini dinding sel-sel kayu

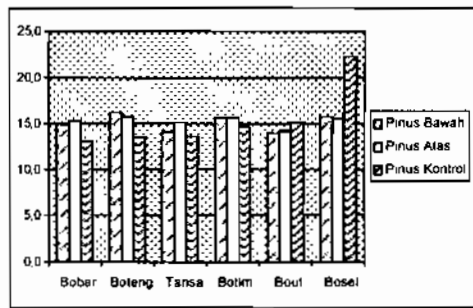
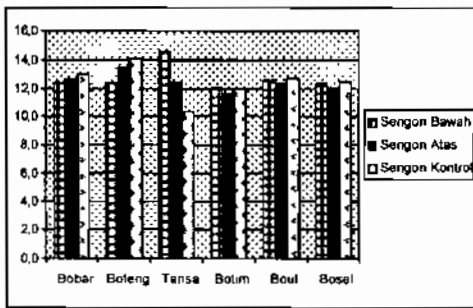
mengalami pelipatan sehingga rongga sel mengecil, kayupun menyusut berlebihan, dan dapat diiringi retak-retak dan deformasi.

Fenomena yang aneh terjadi pada contoh uji kayu pinus yang cenderung meningkat susut volumenya setelah pengumpanan. Diduga hal ini disebabkan proses *leaching* (pencucian) ekstraktif kayu pinus oleh air hujan, sehingga mempengaruhi sifat penyusutannya.

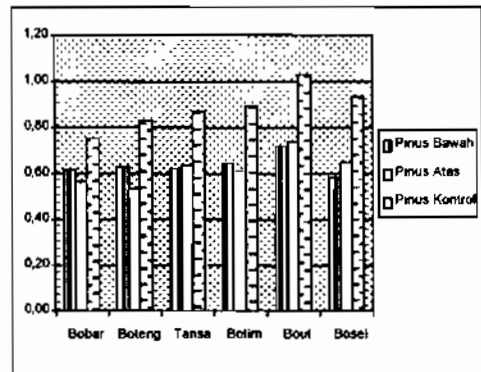
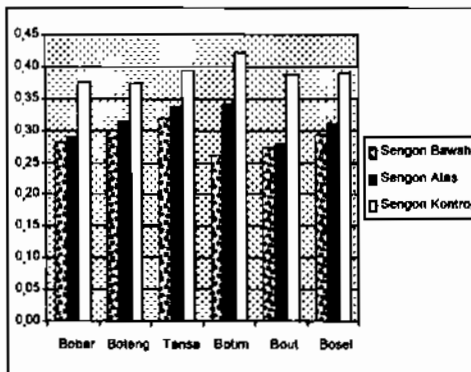
Kerapatan Kering Oven

Dalam penelitian ini kayu sengon kontrol memiliki nilai kerapatan kering oven (ρ_{ko}) yang lebih kecil dibanding pinus, yaitu berurutan 0.39 g/cm³ dan 0.89 g/cm³. Gambar 4 menunjukkan bahwa setelah uji pelapukan nilai rata-rata penurunan ρ_{ko} kayu sengon adalah 0.08 g/cm³ (atas) dan 0.10 g/cm³ (bawah), sedangkan kayu pinus adalah 0.27 g/cm³ (atas) dan 0.25 g/cm³ (bawah).

Nilai kerapatan contoh uji yang menyentuh tanah dan jauh dari tanah tidak nyata perbedaannya, kecuali pada sengon. Kerapatan kayu sengon yang diumpangkan di tanah lebih rendah dibanding yang jauh dari tanah. Dibanding nilai kadar air kering udara apalagi susut volume, nilai kerapatan kering oven dan nilai penurunan berat kering relatif lebih baik dalam mendeteksi perbedaan tingkat degradasi/pelapukan oleh jamur pada contoh uji baik sengon maupun pinus pada posisi pengumpanan yang berbeda (atas dan bawah).



Gambar 2. Susut volume dari kering udara ke kering oven (dalam %) contoh uji kayu sengon (kiri) dan pinus (kanan) setelah pengumpanan



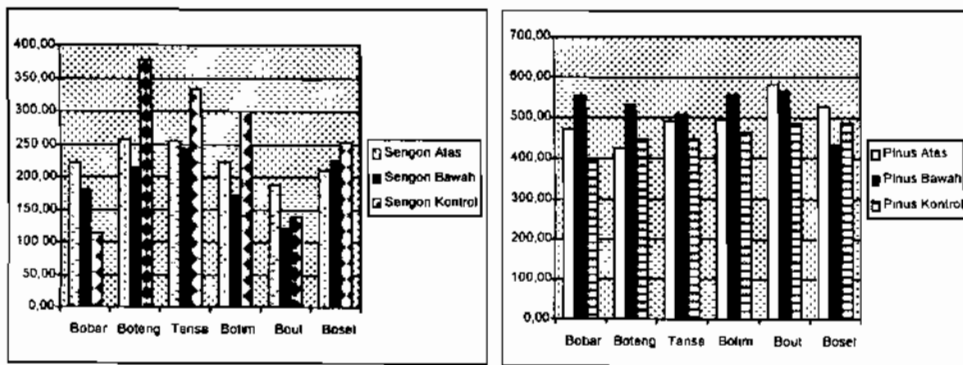
Gambar 3. Kerapatan kering oven (dalam kg/cm^3) contoh uji kayu sengon (kiri) dan pinus (kanan) setelah pengumpanan

Keteguhan Tekan Sejajar Serat

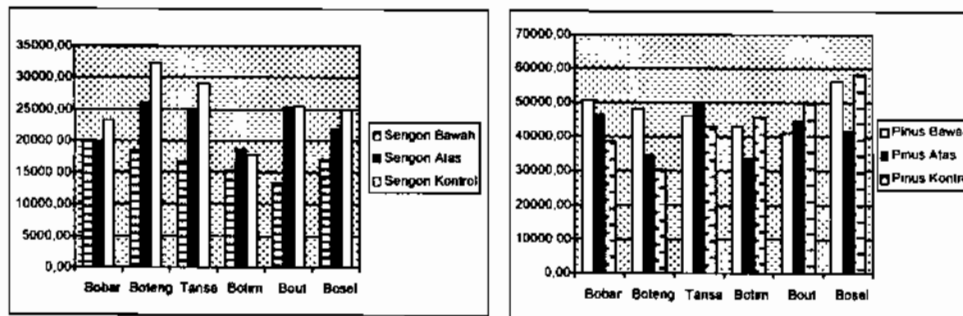
Berdasarkan pengujian sifat keteguhan tekan sejajar serat (KTS), kayu pinus memiliki nilai lebih tinggi dibanding kayu sengon. Penurunan nilai KTS kayu sengon setelah uji pelapukan adalah $26.44 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ (jauh dari tanah) dan $59.76 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ (menyentuh tanah). Namun pengaruh pengumpanan lapangan dan

posisi pengumpanan tidak nyata terhadap nilai KTS contoh uji.

Dalam penelitian ini nilai KTS tidak begitu baik dalam menilai tingkat degradasi yang terjadi pada kayu, terutama bila dilihat data KTS kayu pinus yang kontrolnya lebih kecil daripada contoh uji yang diumpangkan.



Gambar 4. Keteguhan tekan sejajar serat (dalam kg/cm^2) contoh uji kayu sengon (kiri) dan pinus (kanan) setelah pengumpanan



Gambar 5. Nilai rata-rata MOE (dalam Kg/cm^2) contoh uji kayu sengon (kiri) dan pinus (kanan) setelah pengumpanan

Modulus of Elasticity (MOE)

Dari pengujian lentur statis nilai MOE kayu sengon nyata lebih rendah dibanding dengan kayu pinus. Pengaruh pengumpanan yang nyata terhadap nilai MOE juga hanya nampak pada kayu sengon. Penurunan nilai MOE kayu sengon setelah pengumpanan adalah $2634.81 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ (jauh dari tanah) dan $8593.74 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ (pada tanah). Sebagaimana hasil pengujian penurunan berat dan kerapatan, nilai rendah MOE kayu sengon yang diumpankan ditanah mencerminkan tingkat pelapuk yang lebih tinggi dibanding pada kayu yang diumpankan jauh dari tanah. Degradasi

dinding sel kayu oleh jamur menurunkan kekuatannya dalam menerima gaya-gaya yang bekerja. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wilcox (1973) bahwa serangan mikroorganisma pada sel serabut atau trakeid akan berdampak serius pada sifat mekanis kayu.

Nilai MOE contoh uji kayu pinus tidak menunjukkan pengaruh yang jelas dari perlakuan pengumpanan, sebagaimana yang terjadi pada pengujian keteguhan tekan sejajar serat (KTS). Walau demikian, pengujian nilai MOE ini secara statistik relatif lebih lebih mendekati dalam mendeteksi kondisi (pelapukan) kayu dibanding nilai KTS, terutama pada kayu sengon.

Modulus of Rupture (MOR)

Sebagaimana dalam uji sifat mekanis sebelumnya, nilai MOR kayu sengon nyata lebih rendah dibanding kayu pinus. Kayu sengon yang diumpangkan di tanah juga nyata lebih rendah dibanding yang jauh dari tanah.

Penurunan nilai MOR kayu sengon setelah uji pelapukan lapangan adalah 108.32 Kg/cm² (tidak menyentuh tanah) dan 192.6 Kg/cm² (menyentuh tanah). Adapun untuk pinus walaupun tidak nyata secara statistik, kecenderungan penurunan nilai MOR kayu yang diumpangkan dapat dilihat, yaitu sebesar 40.63 Kg/cm² (atas) dan 18.32 Kg/cm² (bawah).

Dalam penelitian ini diperoleh bahwa dibandingkan dengan sifat mekanis lainnya, nilai MOR adalah yang paling baik dalam mendeteksi pelapukan, disusul kemudian oleh nilai MOE dan KTS. Bila dibandingkan dengan nilai sifat fisis, maka nilai MOR relatif lebih baik dibanding dengan nilai susut volume, tidak lebih baik dibanding nilai penurunan berat dan BJ; dan relatif sama dengan nilai kadar air kering udara dalam hal kepekaannya sebagai indikator tingkat pelapukan kayu.

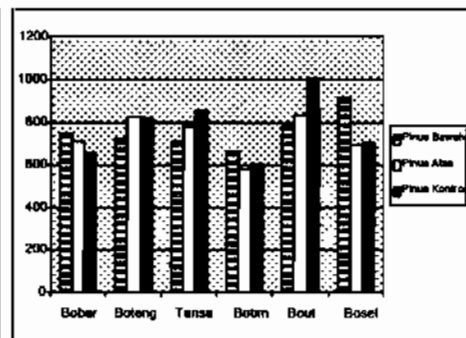
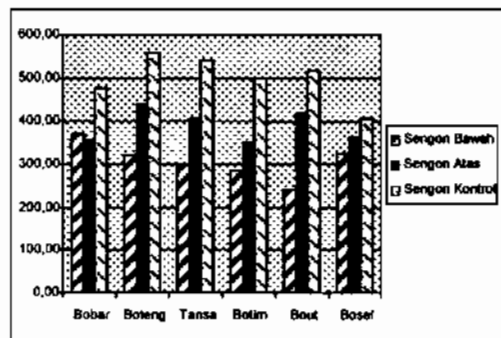
Signifikansi pengujian sifat mekanis terhadap pelapukan kayu diduga akan

meningkat dengan semakin lama masa pengumpanan atau dengan modifikasi lingkungan yang lebih kondusif bagi pelapukan kayu. Hal yang terakhir ini potensial untuk dikembangkan dalam rangka pengujian efikasi bahan pengawet dan keawetan kayu yang cepat dan dapat melayani kebutuhan dan permintaan informasi dan jasa-jasa penelitian.

KESIMPULAN

Secara visual terlihat indikasi serangan jamur pada kayu adalah perubahan warna, pelunakan, *collapse* dan perubahan bentuk. Dengan pengujian lapangan keawetan alami selama tiga bulan dari dua jenis kayu sengon dan pinus, terhadap jamur pelapuk di sekitar bangunan di wilayah Kota Bogor membuktikan bahwa secara fisis dan mekanis degradasi yang terjadi pada kayu sengon lebih tinggi dibanding yang terjadi pada kayu pinus.

Di antara sifat fisis yang paling baik menilai tingkat deteriorasi kayu oleh jamur adalah nilai penurunan berat kering oven dan kerapatan kering oven. Sedangkan nilai kadar air kering udara lebih baik dibanding nilai susut kering udara ke kering oven.



Gambar 6. Nilai rata-rata MOR (dalam Kg/cm²) contoh uji kayu sengon (kiri) dan pinus (kanan) setelah pengumpanan

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, M.C. 1969. CBD-111. Decay of Wood. <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd111e.html>. [14 Agustus 2004].
- Blanchette, Robert. 2004. Microbes in Trees and Wood. <http://forestpathology.coafes.umn.edu/microbes.htm>. [14 August 2004].
- Celimene, C.C., Micales, J.A., Ferge, L and Young, R.A. 1999. Efficacy of Pinosylvins against White-Rot and Brown-Rot Fungi. www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1999/celim99a.pdf. [25 June 2007].
- Deacon, Jim. 2004. The Microbial World: *Armillaria mellea* and Other Wood-decay Jamur. <http://helios.bto.ed.ac.uk/bto/microbes/armill.htm>. [24 September 2004].
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Prawira SA, Kadir K. 1989. *Atlas Kayu Indonesia*. Jilid II. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Tsoumis, George. 1991. Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Wilcox, W. Wayne. 1973. Degradation and its correlation to wood structure. In Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments. Vol. I. Ed. Darrel D. Nicholas. Syracuse University Press. New York.