

TEKNOLOGI PENGAWETAN KAYU BANGUNAN DALAM RANGKA MENAMBAH NILAI EKONOMI KAYU

Arief Firmanto

Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

Abstrak

Kayu merupakan komponen penting dalam perumahan, khususnya untuk kusen, pintu, jendela dan bagian-bagian lain dari suatu bangunan perumahan. Penggunaan kayu juga semakin ber-kembang, tidak hanya menjadi komponen kontruksi bangunan, namun juga sebagai bahan baku perangkat interior. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui (1) teknologi pengawetan kayu untuk bangunan rumah, dan (2) untuk mengetahui nilai ekonomis kayu yang dilakukan pengawetan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Teknik pengawetan kayu adalah usaha untuk mempertahankan atau memperpanjang umur nilai pakai kayu, baik secara kimia maupun fisika, dengan cara meningkatkan ketahanannya terhadap serangan organisme perusak, (2) Penerapannya dapat dilakukan dengan berbagai macam cara mulai dari cara sederhana, seperti pelaburan, penyemprotan, pencelupan, perendaman, dan atau diikuti proses difusi sampai dengan cara vakum tekan., dan (3) Pengawetan kayu dapat menambah umur pakai. Kayu yang tidak diawetkan kemudian dipakai untuk perumahan dan gedung akan rusak dalam jangka waktu 5 tahun sedangkan kayu untuk gedung dan perumahan yang diawetkan terlebih dahulu paling tidak tahan sampai 15 tahun.

Kata Kunci : Teknologi Pengawetan Kayu, Bangunan dan Perumahan

PENDAHULUAN

Sejalan dengan pembangunan pra-sarana fisik yang terus menerus dilaksanakan, pengkajian dan penelitian masalah bahan bangunan masih terus dilakukan. Oleh karena itu masih selalu dicari dan diusahakan pemakaian jenis bahan bangunan dan model struktur yang ekonomis, mudah diperoleh, mudah pengerjaannya, mencukupi kebutuhan/kekuatan struktur dengan biaya yang relatif murah.

Kayu merupakan komponen penting dalam perumahan, khususnya untuk kusen, pintu, jendela dan bagian-bagian lain dari suatu bangunan perumahan.

Penggunaan kayu juga semakin berkembang, tidak hanya menjadi komponen kontruksi bangunan, namun juga sebagai bahan baku perangkat interior. Banyaknya penggunaan kayu dan semakin tingginya minat masyarakat akan produk-produk olahan kayu, membuat hasil hutan ini mampu menempati posisi penting dalam peringkat kebutuhan masyarakat.

Alasan pemilihan kayu sebagai bahan dasar adalah karena kayu memiliki kemampuan mudah di ukir dan derangkai dibandingkan dengan bahan dasar polimer. Sebagai bahan alami, kayu memiliki suatu keuntungan yaitu

mudah untuk diurai dan bersifat biodegradable (Damanik, 2005).

Jenis kayu Indonesia sebagian besar (80%-85%) berkelas awet rendah (kelas III, IV, dan V) dan hanya sedikit (15%-20%) (kelas I dan II) yang berkelas awet tinggi. Kayu tidak awet memiliki kelemahan antara lain dapat dirusak atau dilapuk oleh organisme perusak kayu, akibatnya umur kayu menjadi menurun. Padahal nilai suatu jenis kayu untuk keperluan bangunan perumahan dan perangkat interior sangat ditentukan oleh keawetannya. Karena bagaimanapun kuatnya kayu tersebut penggunaannya tidak akan berarti jika umur pakainya pendek (Suprpti dkk., 2004 dan Duljapar, 2004). Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis kayu yang memiliki tingkat keawetan yang tinggi sangat sedikit jumlahnya, sementara dalam penggunaan jenis kayu tersebut akan banyak dibutuhkan.

Fenomena inilah menunjukkan bahwa pengawetan kayu menjadi penting karena dikhawatirkan produksi jenis kayu dengan kelas awet tinggi tidak dapat lagi terpenuhi pada masa mendatang. Pengawetan kayu merupakan usaha untuk meningkatkan nilai ekonomis kayu, seperti menambah umur pemakaian kayu yang mempunyai tingkat keawetan alami rendah. Oleh karena itu untuk meningkatkan nilai ekonomi dan keawetan kayu bangunan, teknologi pengawetan kayu sangat diperlukan.

Pengawetan kayu adalah proses memasukkan bahan kimia beracun atau bahan pengawet ke dalam kayu untuk meningkatkan kelas awet suatu jenis kayu (Susanto, 2002). Pemberian bahan pengawet ke dalam kayu tidak awet,

diharapkan dapat memperpanjang usia pakai kayu, minimal sama dengan usia pakai kayu kelas awet I yang tidak diawetkan.

Bahan pengawet adalah bahan-bahan kimia yang apabila dimasukkan ke dalam kayu akan menyebabkan kayu menjadi tahan terhadap serangan faktor-faktor perusak kayu golongan biologis (Susanto, 2002). Berdasarkan sifat fisik dan kimianya, bahan pengawet kayu dapat digolongkan ke dalam tiga golongan besar, yaitu bahan pengawet berupa minyak, bahan pengawet larut minyak, dan bahan pengawet larut air (Duljapar, 2004).

Efektivitas bahan pengawet tidak hanya ditentukan oleh daya racunnya saja, tetapi juga oleh metode pengawetan serta retensi dan penetrasinya ke dalam kayu. Besarnya absorpsi dan penetrasi yang bisa dicapai ditentukan oleh: (1) Struktur anatomi kayu, (2) Persiapan kayu sebelum diawetkan, (3) Metode pengawetan, dan (4) Jenis dan konsentrasi bahan pengawet (Kusumastuti, 2005).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, menurut penulis, menjadi suatu hal yang penting untuk mengetahui bagaimana teknologi pengawetan kayu bangunan dalam rangka meningkatkan nilai ekonomis kayu.

Tujuan dari penulisan ini adalah (1) untuk mengetahui teknologi pengawetan kayu untuk bangunan rumah atau gedung, dan (2) Untuk mengetahui nilai ekonomis kayu yang dilakukan pengawetan

Jenis Kayu Bangunan dan Komponen Bangunan dari Kayu

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi (Abdurachman dan Hadjib. 2001). Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengetian kayu disini ialah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar (Duljapar, 2004).

Penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi tidak hanya didasari oleh kekuatannya saja, akantetapi juga didasari oleh segi keindahannya. Secara alami kayu memiliki bermacam-macam warna dan bentuk serat, sehingga untuk bangunan expose material kayu tidak banyak memerlukan perlakuan tambahan. Pada perkembangan teknik penggunaan kayu struktural perlu diperhatikan sifat-sifat dan jenis-jenis kayu serta faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu, sambungan dan alat-alat penyambung serta keawetan kayu (Duljapar, 2004).

Senyawa utama penyusun sel kayu dengan komposisinya adalah selulosa 50%, hemiselulosa 25%, lignin 25%. Sel-sel kayu kemudian secara kelompok membentuk pembuluh, parenkim dan serat (Bambang Wijanarko. 2015). Pembuluh memiliki bentuk seperti pipa yang berfungsi untuk

saluran air dan zat hara. Parenkim memiliki bentuk kotak, berdinding tipis dan berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara hasil fotosintesis. Serat memiliki bentuk panjang langsing dan berdinding tebal serta berfungsi sebagai penguat pohon.

Kayu umumnya banyak digunakan sebagai bahan bangunan (perumahan dan perkantoran). Untuk bangunan gedung dan perumahan, kayu yang biasa dipakai adalah jenis komersial dan didominasi jenis-jenis seperti meranti, kapur atau kamper, keruing, kempas, bangkirai dan kayu-kayu campuran dari luar jawa.

Persyaratan yang dituntut dari suatu bangunan, dalam hal ini perumahan adalah (Duljapar, 2004) :

1. Strukturnya kuat, kokoh dan aman dihuni
2. Tahan sampai umur pakai yang direncanakan
3. Ekonomis, dapat dijangkau masyarakat banyak
4. Fungsional, dapat dipergunakan secara nyaman untuk tempat tinggal
5. Penampilan dan bentuknya cukup menarik

Komponen bangunan dari kayu selain memenuhi syarat struktural (kekuatannya) juga memenuhi umur pakai yang lama sesuai yang diharapkan. Tindakan pengawetan terhadap komponen bangunan dari kayu akan meningkatkan kayu dari kelas awet yang rendah menjadi kelas awet yang tinggi (Kasmudjo, 2010). Metode pengawetan maupun jenis bahan pengawet yang dipakai akan tergantung pada tujuan penggunaan komponen tersebut sehingga memenuhi prasyarat retensi

dan penetra-sinya (Abdurachman dan Hadjib, 2006).

Kayu untuk kontruksi dibawah atap, seperti kuda-kuda dan rangka atap (reng, usuk, gording), pengawetan secara sederhana dapat dipertimbangkan asalkan kontruksi baik sehingga tidak bocor sewaktu hujan (Suranto, 2002) Untuk yang berhubungan langsung dengan udara luar, seperti misalnya lis plang retensinya harus cukup tinggi. Begitu juga untuk kerangka, balok-balok pemikul, kusen daun pintu dan jendela, dinding, balok lantai dan papan lantai. Untuk kayu yang berhubungan dengan pondasi diperlukan perhatian khusus dengan meningkatkan retensinya, sehingga serangan rayap tanah dan pelapukan jamur dapat dihindari (Sari, N., 2005).

Metode Pengawetan Kayu

Untuk pengawetan yang baik perlu diperhatikan prinsip prinsip di bawah ini: (Hadikusumo, 2004).

1. Pengawetan kayu harus merata pada seluruh bidang kayu
2. Penetrasi dan retensi bahan pengawet diusahakan masuk sedalam dan sebanyak mungkin di dalam kayu.
3. Dalam pengawetan kayu bahan pengawet harus tahan terhadap pelunturan (faktor bahanpengawetnya).
4. Faktor waktu yang digunakan.
5. Metode pengawetan yang digunakan.
6. Faktor kayu sebelum diawetkan, meliputi jenis kayu, kadar air kayu, zat ekstraktif yangdikandung oleh kayu serta sifat-sifat lainnya.
7. Faktor perlatan yang dipakai serta manusia yang melaksanakannya.

Menurut Susanto (2002) jenis pengawetan kayu adalah :

1. Pengawetan remanen atau sementara (*prophylactis treatment*) bertujuan menghindari serangan perusak kayu pada kayu basah (baru ditebang) antara lain blue stain, bubuk kayu basah dan serangga lainnya. Bahan pengawet yang dipakai antara lain NaPCP (*Natrium Pentaclor Phenol*), *Gammexane*, *Borax*, baik untuk dolok maupun kayu gergajian basah
2. Pengawetan permanent bertujuan menahan semua faktor perusak kayu dalam waktu selama mungkin. Yang perlu diperhatikan dalam pengawetan, kayu tidak boleh diproses lagi (diketam ataupun digergaji, dibor, dan lain-lain), sehingga terbukanya permukaan kayu yang sudah diawetkan. Bila terpaksa harus diolah, maka bekas pemotongan harus diberi bahan pengawet lagi. Adapun bahan pengawet yang dapat dipakai untuk pengawetan remanen (sementara). Pengawetan remanen umumnya hanya menggunakan metode pelaburan dan penyemprotan, sedangkan pengawetan tetap dapat menggunakan semua metode, tergantung bahan pengawet yang dipakai serta penetrasi dan retensi yang diinginkan. Sehingga pengawetan dapat lebih efektif dan waktu pemakaiannya dapat selama mungkin (Susanto, 2002).

Sedangkan menurut (Hadikusumo, 2004), ada 2 macam metode pengawetan kayu adalah sebagai berikut :

1. Metode Perendaman

Kayu direndam di dalam bak larutan bahan pengawet yang telah

ditentukan konsentrasi (kepekatan) bahan pengawet dan larutannya, selama beberapa jam atau beberapa hari. Waktu pengawetan (rendaman) kayu harus seluruhnya terendam, jangan sampai adayang terapung. Karena itu diberi beban pemberat dan sticker. Ada beberapa macampelaksanaan rendaman, antara lain rendaman dingin, rendaman panas, dan rendaman panas dan rendaman dingin. Cara rendaman dingin dapat dilakukan dengan bak dari beton, kayu atau logam anti karat. Sedangkan cara rendaman panas atau rendaman panas dan dingin lazim dilakukan dalam bak dari logam.

Bila jumlah kayu yang akan diawetkan cukup banyak, perlu disediakan dua bakrendaman (satu bak untuk merendam dan bak kedua untuk membuat larutan bahan pengawet, kemudian diberi saluran penghubung). Setelah kayu siap dengan beban pemberat dan lain-lain, maka bahan pengawet dialirkan ke bak berisi kayu tersebut (Duljapar, 2004). Cara rendaman panas dan dingin lebih baik dari cara rendaman panas atau rendaman dingin saja. Penetrasi dan retensi bahan pengawet lebih dalam dan banyak masuk kedalam kayu. Larutan bahan pengawet berupa garam akan memberikan hasil lebih baik daripada bahan pengawet larut minyak atau berupa minyak, karena proses difusi. Kayu yang diawetkan dengan cara ini dapat digunakan untuk bangunan di bawah atap dengan penyerang perusak kayunya tidak hebat (Duljapar, 2004).

Kelebihan dari metode perendaman adalah : (a) Penetrasi dan retensi bahan pengawet lebih banyak, (b) Kayu dalam jumlah banyak dapat

diawetkan bersama, dan (c) Larutan dapat digunakan berulang kali (dengan menambah konsentrasi bila berkurang) (Hadikusumo, 2004).

Kekurangan dari metode perendaman adalah : (a) Waktu agak lama, terlebih dengan rendaman dingin, (b) Peralatan mudah terkena karat, (c) Pada proses panas, bila tidak hati-hati kayu bisa terbakar, dan (d) Kayu basah agak sulit diawetkan (Hadikusumo, 2004).

2. Metode Pencelupan

Kayu dimasukkan ke dalam bak berisi larutan bahan pengawet dengan konsentrasi yang telah ditentukan, dengan waktu hanya beberapa menit bahkan detik. Kelemahan caraini: penetrasi dan retensi bahan pengawet tidak memuaskan. Hanya melapisi permukaan kayu sangat tipis, tidak berbeda dengan cara penyemprotan dan pelaburan (pemolesan). Cara ini umumnya dilakukan di industri-industri penggergajian untuk mencegah serangan jamur blue stain. Bahan pengawet yang dipakai *Natrium Pentachlorophenol*. Hasil pengawetan ini akan lebih baik bila kayu yang akan diawetkan dalam keadaan kering dan bahan pengawetnya dipanaskan lebih dahulu (Hadikusumo, 2004).

Kelebihan metode pencelupan adalah : (a) Proses sangat cepat, (b) Bahan pengawet dapat dipakai berulang kali (hemat), dan (c) Peralatan cukup sederhana (Susanto, 2002).

Kekurangan metode pencelupan adalah : (a) Penetrasi dan retensi kecil sekali, terlebih pada kayu basah, dan (b) Mudah luntur, karena bahan pengawet melapisi permukaan kayu sangat tipis.

3. Metode Pemulasan

Cara pengawetan ini dapat dilakukan dengan alat yang sederhana. Bahan pengawet yang masuk dan diam di dalam kayu sangat tipis. Bila dalam kayu terdapat retak-retak, penembusan bahan pengawet tentu lebih dalam. Cara pengawetan ini hanya dipakai untuk maksud tertentu, yaitu (Susanto, 2002) :

1. Pengawetan sementara di daerah eksploitasi atau kayu-kayu gergajian untuk mencegah serangan jamur atau bubuk kayu basah.
2. Untuk membunuh serangga atau perusak kayu yang belum banyak dan belum merusak kayu (represif).
3. Untuk pengawetan kayu yang sudah terpasang. Cara pengawetan ini hanya dianjurkan bila serangan perusak kayu tempat kayu akan dipakai tidak hebat (ganas).

Kelebihan metode pemulasan :

- (a) Alat sederhana, mudah penggunaannya, dan (b) Biaya relatif murah. Sedangkan kekurangannya adalah : (a) Penetrasi dan retensi bahan pengawet kecil, dan (b) Mudah luntur (Hadikusumo, 2004).

4. Metode Pembalutan

Cara pengawetan ini khusus digunakan untuk mengawetkan tiang-tiang dengan menggunakan bahan pengawet bentuk cream (cairan) pekat, yang dilaburkan/diletakkan pada permukaan kayu yang masih basah. Selanjutnya dibalut sehingga terjadilah proses difusi secara perlahan-lahan ke dalam kayu (Hadikusumo, 2004).

Kelebihan metode pembalutan adalah : (a) Peralatan sederhana, (b) Penetrasi lebih baik, hanya waktu agak lama, dan (c) Digunakan untuk tiang-

tiang kering ataupun basah (Duljapar, 2004).

Kekurangan metode pembalutan adalah : (a) Pemakaian bahan pengawet boros, (b) Jumlah kayu yang diawetkan terbatas, waktu membalut lama, dan (c) Membahayakan makhluk hidup sekitarnya (hewan dan tanaman) (Duljapar, 2004).

Nilai Ekonomi Kayu

Keuntungan langsung yang diperoleh dari pengawetan kayu adalah bertambahnya umur pakai kayu (Basri, dan Hadjib, 2004). Dengan bertambahnya usia pakai kayu maka biaya pemakaian kayu rata-rata tiap tahun akan semakin murah karena tidak harus sering mengganti kayu dengan yang baru. Dengan perlakuan pengawetan kayu, selain menghemat pemakaian kayu secara fisik juga akan diperoleh penghematan waktu, biaya serta tenaga renovasi bangunan. Secara ekonomis penghematan tersebut dapat dihitung dan dinilai dengan besaran nilai uang, yaitu dengan mencatat data yang diperlukan antara lain: (a) Usia pakai kayu sebelum diawetkan, (b) Harga kayu sebelum diawetkan, (c) usia pakai setelah diawetkan, dan (d) harga kayu setelah diawetkan yaitu harga kayu sebelum diawetkan ditambah seluruh biaya pengawetan (Mindawati, dkk., 2006).

Biaya pengawetan kayu banyak dipengaruhi oleh teknik pengawetan, peralatan yang digunakan, jenis kayu, harga bahan pengawet, dan persyaratan lain yang berhubungan dengan tujuan penggunaan akhir kayu awetan.

Hasil penelitian Mandang dan Pandit (2007), proses pengawetan rendaman panasdingin menghasilkan

penetrasi yang nyata lebih dalam yaitu pada umumnya lebih dari 1,5 kali penetrasi pengawetan rendaman dingin. Penetrasi bahan tembaga maupun boron paling tinggi pada kayu sengon karena volume rongga kayu sengon lebih banyak sehingga bahan pengawet cenderung lebih mudah masuk. Banyaknya rongga dalam kayu sengon diindikasikan oleh berat jenis (BJ) kayu yang paling rendah (0,3 3) dalam penelitian ini, sedangkan BJ kayu manii dan mangium berurutan adalah 0,43 dan 0,61.

Hasil penelitian Trisna Priadi dan Gendis A Pratiwi (2008), menunjukkan bahwa metode pengawetan panas-dingin menghasilkan retensi bahan pengawet lebih tinggi daripada metode pengawetan rendaman dingin yaitu sekitar 1,7-2,1 kalinya. Pemanasan yang digunakan dalam pengawetan rendaman panasdingin berfungsi mengeluarkan udara dan uap air dari rongga sel kayu, sedangkan pendinginan menyebabkan seolah-olah terjadi vakum dalam rongga sel kayu yang dengan sendirinya menarik larutan bahan pengawet masuk lebih dalam.

Berdasarkan hasil penelitian Abdurrahim (2004), mengatakan bahwa secara ekonomis pengawetan kayu layak dilakukan, karena memberikan keuntungan lain dari bertambahnya usia pakai yaitu penghematan pemakaian kayu dalam satuan waktu tertentu. Jika usia pakainya meningkat menjadi dua kali sebelum diawetkan, maka penghematan pemakaian adalah setengahnya (50%). Berdasarkan berbagai hasil penelitian yang dilakukan Puslitbang Hasil Hutan disimpulkan bahwa, kayu tidak awet dipakai untuk perumahan dan gedung

akan rusak dalam jangka waktu 5 tahun sedangkan kayu untuk gedung dan perumahan yang diawetkan terlebih dahulu paling tidak tahan sampai 15 tahun (Mindawati, dkk., 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Teknik pengawetan kayu adalah usaha untuk mempertahankan atau memperpanjang umur nilai pakai kayu, baik secara kimia maupun fisika, dengan cara meningkatkan ketahanannya terhadap serangan organisme perusak.
2. Penerapannya dapat dilakukan dengan berbagai macam cara mulai dari cara sederhana, seperti pelaburan, penyemprotan, pencelupan, perendaman, dan atau diikuti proses difusi sampai dengan cara vakum tekan.
3. Pengawetan kayu dapat menambah umur pakai. Kayu tidak awet dipakai untuk perumahan dan gedung akan rusak dalam jangka waktu 5 tahun sedangkan kayu untuk gedung dan perumahan yang diawetkan terlebih dahulu paling tidak tahan sampai 15 tahun

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan N. Hadjib. 2001. Ukuran dan mutu kayu yang berasal dari hutan rakyat. Makalah disampaikan pada Presentasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. di Cianjur Jawa Barat tanggal 4 September 2001.

- Abdurachman dan Nurwati Hadjib. 2006. Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat Untuk Komponen Bangunan. PROSIDING Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan 2006.
- Abdurrochim, S. dan D. Martono. 2006. Pencegahan Serangan Jamur Biru pada Dolok dan Papan Gergajian. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Basri, E. dan N. Hadjib. 2004. Hubungan sifat dasar dan sifat pengeringan lima jenis kayu andalan Jawa Barat. J. Penelit. Has.Hut. Vol. 22. (3
- Damanik RIM. 2005. *Kekuatan Kayu*. Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Djuljapar, K. 2002. Pengawetan Kayu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hadikusumo, SA. 2004. Pengawetan Kayu. Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Kasmudjo, 2010. *Teknologi Hasil Hutan Suatu Pengantar*. Cakrawala Media, Yogyakarta.
- Kusumastuti, F. 2005. *Uji Retensi dan Efektivitas Bahan Pengawet Lentrek 400 EC pada Kayu Sengon terhadap Serangan Rayap Tanah* Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu.
- Martawijaya, A dan Barly. 2001. Petunjuk Teknis Pengawetan Kayu Bangunan Perumahan dan Gedung. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Mindawati, N., Asmanah W., dan Rustaman, B. 2006. Review Hasil Penelitian Hutan Rakyat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Sari, N.J. 2005. *Uji Retensi dan Efektivitas Bahan Pengawet Boraks pada Kayu pinus (pinus merkusii jung et de vrise) terhadap Serangan Rayap Tanah (Captotermessp)*. Fakultas Pertanian. UniversitasTadulako,Palu.
- Suprpti S, Djarwanto, dan Hudiansyah. 2004. Ketahanan Lima Jenis Kayu Terhadap Beberapa Jamur Perusak Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 22(4):239-246
- Suranto, Y. 2002. *Bahan dan Metode Pengawetan Kayu*. Kanisius. Yogyakarta.