

## SIFAT-SIFAT KAYU SENGON YANG TERSERANG JAMUR PEWARNA

### *Properties of Paraserianthes falcataria Wood Attacked by Blue Stain*

**Karti Rahayu Kusumaningsih**

Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

#### **ABSTRACT**

*Paraserianthes falcataria* is fast growing species widely used for many purposes. One of problem in the utilization of that wood is low natural durability, so it is easy to attack by wood destroying organism such as wood staining fungi (blue stain). Attack of blue stain can influence to physical properties and preservative absorption. The purpose of this study is to know effect of fungi attack intensity and axial position along the stem against moisture content, specific gravity, tangential and radial shrinkage, and absorption and retention of preservative on *Paraserianthes falcataria* wood. Results of the study showed that interaction between fungi attack intensity and axial position was very significant effect against moisture content. The moisture content of wood that infected by wood staining fungi was higher than control (not infected). *Paraserianthes falcataria* wood that infected by blue stain was still preserved with result of retention was not significant with control.

**Key Words** : Physical Properties, Preservative Absorbtion, Blue Stain

#### **PENDAHULUAN**

Salah satu kendala dalam penggunaan kayu sengon adalah mudah terserang oleh organisme perusak kayu, di antaranya adalah jamur pewarna kayu atau sering disebut dengan istilah *blue stain* (pewarna biru). Jamur pewarna ini terutama menyerang kayu yang baru saja ditebang, dalam kondisi basah atau kadar air tinggi, atau kayu yang belum dikeringkan. Akibat serangannya menyebabkan warna kayu berubah menjadi kebiru-biruan, kecoklatan atau kehitaman sehingga menurunkan kualitas kayu tersebut. Serangan jamur pewarna secara umum tidak merusak struktur kayu sehingga tidak banyak berpengaruh terhadap kekuatan kayu. Namun demikian serangan pada tingkat lanjut pada akhirnya akan berpengaruh terhadap sifat-sifat kayu, antara lain sifat fisika, kimia dan mekanika (kekuatan kayu), apalagi bila disertai dengan serangan jamur pembusuk.

Kayu yang sudah terserang jamur pewarna apabila akan diawetkan dengan bahan pengawet (misalnya untuk menghindari serangan rayap, kumbang bubuk dan jamur pembusuk), akan mengalami hambatan dalam penyerapan bahan pengawet. Adanya peningkatan kadar air kayu akibat serangan jamur pewarna, akan mengakibatkan terhambatnya penyerapan bahan pengawet tersebut ke dalam kayu. Dengan demikian absorpsi dan retensi bahan pengawet yang dihasilkan relatif rendah, sehingga efek perlindungan bahan pengawet terhadap kayu tidak optimal, atau kayu masih dapat terserang organisme perusak kayu.

Pengaruh serangan jamur pewarna terhadap sifat-sifat kayu seringkali diabaikan atau tidak dianggap merugikan, karena dianggap hanya berpengaruh terhadap sifat fisik (kenampakan) kayu saja. Padahal serangan jamur pewarna pada tingkat lanjut juga akan berpengaruh terhadap sifat fisika kayu yaitu kadar air, berat jenis dan penyusutan kayu. Adanya perubahan sifat fisika kayu pada akhirnya akan berpengaruh terhadap sifat mekanika atau kekuatan kayu, apalagi apabila serangan jamur pewarna tersebut juga disertai dengan serangan jamur pembusuk. Menurut Schwarze *et al.* (2000), kayu yang mengalami serangan berat oleh jamur pewarna biasanya juga akan terinfeksi oleh jamur pembusuk.

Serangan jamur secara umum akan meningkatkan kadar air, menurunkan berat jenis, serta meningkatkan penyusutan kayu, sehingga akan merugikan dalam penggunaan kayu tersebut untuk berbagai keperluan. Selain itu adanya peningkatan kadar air dapat menghambat penyerapan bahan pengawet ke dalam kayu yang akan diawetkan lebih lanjut. Oleh karena itu perlu diketahui seberapa besar penurunan sifat fisika dan penyerapan bahan pengawet pada kayu yang terserang jamur pewarna dibandingkan dengan kayu sehat. Hal ini penting supaya dapat dilakukan tindakan pencegahan terhadap serangan jamur secara tepat serta dapat dipilih metode pengawetan yang sesuai dengan kondisi kayu tersebut.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisika dan penyerapan bahan pengawet pada kayu sengon yang terserang jamur pewarna. Kayu yang terserang jamur pewarna diklasifikasikan ke dalam intensitas serangan ringan, sedang dan berat, dengan posisi batang arah aksial dibedakan menjadi bagian pangkal, tengah dan ujung batang. Kayu yang sudah terserang jamur pewarna

tersebut selanjutnya diawetkan dengan bahan pengawet boraks dengan konsentrasi 5%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas serangan jamur pewarnaserta posisi batang arah aksial terhadap sifat fisika kayu yang meliputi kadar air, berat jenis, penyusutan tangensial dan radial, serta penyerapan bahan pengawet yang meliputi absorpsi dan retensi bahan pengawet.

## **BAHAN DAN METODE**

### **A. Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*), bahan pengawet boraks ( $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) dan air. Sedangkan alat-alat yang digunakan antara lain gergaji, kaliper, oven, meteran, timbangan analitik, bak perendam, pengaduk, *beaker glass*, dan alat dokumentasi.

### **B. Rancangan Penelitian**

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (*Completely Randomized Design*) dengan menggunakan 2 faktor perlakuan, yaitu intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial. Kedua faktor tersebut disusun sebagai berikut :

- a. Intensitas serangan jamur pewarna, terdiri atas :
  - 1). Kontrol (tanpa serangan jamur pewarna)
  - 2). Intensitas serangan ringan
  - 3). Intensitas serangan sedang
  - 4). Intensitas serangan berat
- b. Posisi batang arah aksial, terdiri atas :
  - 1). Pangkal
  - 2). Tengah
  - 3). Ujung

Dari kedua faktor di atas diperoleh  $4 \times 3 = 12$  kombinasi perlakuan, dengan masing-masing kombinasi perlakuan menggunakan 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varians. Apabila dari hasil analisis varians menunjukkan perbedaan nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji LSD (*Least Significant Difference*). Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :1) Kadar air (%), 2) Berat jenis, 3) Penyusutan tangensial (%), 4) Penyusutan radial (%), 5) Absorpsi bahan pengawet ( $\text{Kg/m}^3$ ), 6) Retensi bahan pengawet ( $\text{Kg/m}^3$ ).

### C. Cara Penelitian

1. Log kayu sengon dipotong menjadi 3 bagian yang sama panjang untuk mendapatkan bagian pangkal, tengah dan ujung batang.
2. Masing-masing bagian batang dibuat papan dengan ketebalan 2 cm.
3. Papan dibuat contoh uji dengan ukuran  $20 \times 2 \times 2$  cm (panjang x lebar x tebal) dan dihaluskan kedua permukaannya.
4. Semua contoh uji kecuali kontrol diumpankan secara alami terhadap jamur pewarna dengan cara diletakkan pada tempat yang lembab.
5. Contoh uji yang sudah terserang jamur pada tingkat awal, segera dipisahkan/diambil untuk mendapatkan contoh uji yang mewakili intensitas serangan jamur yang tergolong kriteria serangan ringan.
6. Untuk contoh uji yang lain masih tetap diumpankan secara alami terhadap jamur untuk mendapatkan contoh uji yang mewakili intensitas serangan jamur yang tergolong kriteria serangan sedang dan berat.
7. Kayu yang sudah terserang jamur pewarna selanjutnya dibuat contoh uji untuk pengujian kadar air, berat jenis, penyusutan serta absorpsi dan retensi bahan pengawet.
8. Dilakukan pengujian sifat fisika kayu meliputi kadar air, berat jenis, serta penyusutan radial dan tangensial.
  - Dilakukan pengawetan kayu dan pengujian sifat penyerapan bahan pengawet, dengan cara :

- Contoh uji disusun dalam bak pengawet dengan diberi ganjal antar tumpukan dan diberi pemberat agar contoh uji tidak mengapung, kemudian larutan bahan pengawet dimasukkan.
- Contoh uji direndam dalam larutan bahan pengawet boraks ( $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) dengan konsentrasi 5% selama 5 hari.
- Contoh uji dikeluarkan dari dalam rendaman, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat basah setelah diawetkan untuk menghitung absorpsi. Absorpsi dihitung dengan rumus :

$$\text{Absorpsi} = \frac{\text{Berat basah setelah diawetkan} - \text{Berat sebelum diawetkan}}{\text{Volume contoh uji}}$$

Volume contoh uji

- Contoh uji dikeringkan sampai kering udara (kadar air  $\pm 15\%$ ).
- Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat kering udara setelah diawetkan untuk menghitung retensi. Retensi dihitung dengan rumus :

$$\text{Retensi} = \frac{\text{Berat KU setelah diawetkan} - \text{Berat sebelum diawetkan}}{\text{Volume contoh uji}}$$

Volume contoh uji

Keterangan : KU = Kering Udara

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kadar Air Kering Udara

Kadar air kering udara kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air kering udara kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial

IntensitasSerangan	Kadar Air KeringUdara (%)			Rata-rata	Nilai LSD 1%
	Pangkal	Tengah	Ujung		
Kontrol	10,379 b	10,320 b	6,839 c	9,179 d	I = 1,531 I x P = 2,652
Ringan	9,813 b	10,418 b	10,072 b	10,101 d e	
Sedang	10,576 b	11,476 b	14,699 a	12,250 e	
Berat	10,935 b	10,678 b	10,950 b	10,854 e	
Rata-rata	10,426	10,723	10,640		

Keterangan :

- Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata
- I : Nilai LSD untuk faktor intensitas serangan jamur
- I x P : Nilai LSD untuk interaksi faktor intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial

Hasil kadar air kering udara kayu sengon pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air kering udara terendah dihasilkan pada bagian ujung batang yang tidak terserang jamur pewarna (kontrol), yaitu sebesar 6,839%. Terdapat kecenderungan bahwa kayu yang terserang jamur pewarna dengan berbagai intensitas serangan yaitu ringan, sedang dan berat memiliki rata-rata kadar air kering udara yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan yang tidak terserang jamur (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa serangan jamur pewarna berakibat meningkatkan kadar air kayu. Adanya peningkatan kadar air kayu ini apabila tidak segera diatasi dapat menyebabkan serangan jamur tingkat lanjut yang pada akhirnya juga dapat terinfeksi oleh jamur pembusuk. Oleh karena itu kayu sengon yang telah terserang jamur pewarna harus dikeringkan dengan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan kayu sehat serta perlu diawetkan dengan bahan pengawet yang tepat untuk mencegah serangan jamur tingkat lanjut.

## B. Berat Jenis

Berat jenis kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat jenis kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial

IntensitasSerangan	BeratJenis			Rata-rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
Kontrol	0,256	0,243	0,242	0,247
Ringan	0,236	0,315	0,247	0,266
Sedang	0,237	0,269	0,220	0,242
Berat	0,260	0,253	0,223	0,245
Rata-rata	0,247	0,270	0,233	

Hasil analisis varians berat jenis menunjukkan bahwa faktor intensitas serangan jamur pewarna, posisi batang arah aksial, serta interaksi antara faktor intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial tidak berpengaruh nyata terhadap berat jenis kayu sengon. Rata-rata BJ kayu sengon yang tidak terserang jamur (kontrol) adalah sebesar 0,247, hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan yang terserang jamur dengan berbagai intensitas yaitu sebesar 0,242 – 0,266. Dengan demikian serangan jamur pewarna tidak berpengaruh negatif terhadap BJ atau tidak menurunkan BJ kayu sengon tersebut. Dengan demikian kayu sengon yang terserang jamur pewarna masih dapat dipergunakan tetapi untuk keperluan yang terbatas yang tidak menampilkan warna asli dari kayu tersebut. Hal ini karena akibat dari serangan jamur pewarna tersebut adalah warna kayu berubah menjadi kotor kehitam-hitaman/kecoklatan sehingga menurunkan kualitas dan harga jual kayu tersebut.

### C. Penyusutan Tangensial

Penyusutan tangensial kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penyusutan tangensial kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial (%)

IntensitasSerangan	PenyusutanTangensial (%)			Rata-rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
Kontrol	3,290	2,656	3,150	3,032
Ringan	4,881	3,058	4,198	4,046
Sedang	5,259	4,174	3,298	4,244
Berat	3,472	3,450	4,062	3,661
Rata-rata	4,226	3,335	3,677	

Hasil analisis varians penyusutan tangensial menunjukkan bahwa faktor intensitas serangan jamur pewarna, posisi batang arah aksial, serta interaksi antara faktor intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial tidak berpengaruh

nyata terhadap penyusutan tangensial kayu sengon. Namun demikian terdapat kecenderungan bahwa kayu yang terserang jamur pewarna dengan intensitas serangan ringan, sedang dan berat memiliki rata-rata penyusutan tangensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak terserang jamur (kontrol). Rata-rata penyusutan tangensial kayu yang tidak terserang jamur (kontrol) adalah sebesar 3,032%. Sedangkan rata-rata penyusutan tangensial kayu yang terserang jamur dengan berbagai intensitas serangan berkisar antara 3,661% – 4,244%. Adanya peningkatan penyusutan tangensial kayu yang terserang jamur pewarna ini diakibatkan adanya peningkatan kadar air kayu. Menurut Prawirohatmodjo (2001), perubahan dimensi kayu (penyusutan dan pengembangan kayu) merupakan fungsi dari banyaknya air yang ada dalam kayu tersebut. Dengan demikian semakin tinggi kadar air kayu, semakin tinggi pula penyusutan yang mungkin terjadi pada kayu tersebut.

#### D. Penyusutan Radial

Penyusutan radial kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata penyusutan radial kayu sengon pada berbagai intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial (%)

IntensitasSerangan	Penyusutan Radial (%)			Rata-rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
Kontrol	1,947	2,341	1,681	1,990
Ringan	1,173	1,649	2,073	1,632
Sedang	1,098	1,200	2,166	1,488
Berat	0,840	1,961	1,765	1,522
Rata-rata	1,265	1,788	1,921	

Hasil analisis varians penyusutan radial menunjukkan bahwa faktor intensitas serangan jamur pewarna, posisi batang arah aksial, serta interaksi antara faktor intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial tidak berpengaruh nyata terhadap penyusutan radial kayu sengon. Rata-rata penyusutan radial kayu

sengon yang tidak terserang jamur pewarna (kontrol) maupun yang terserang jamur pewarna dengan berbagai intensitas serangan, berkisar antara 1,488% - 1,990%.

#### E. Absorpsi Bahan Pengawet

Absorpsi bahan pengawet pada kayu sengon dengan berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial, disajikan secara lengkap pada Tabel 5.

Tabel 5. Absorpsi bahan pengawet pada kayu sengon dengan berbagai intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial ( $\text{Kg/m}^3$ )

Intensitas Serangan	Absorpsi Bahan Pengawet ( $\text{Kg/m}^3$ )			Rata-rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
Kontrol	189,609	177,471	178,276	181,785
Ringan	234,040	262,515	274,670	257,075
Sedang	221,357	252,235	247,068	240,220
Berat	235,575	270,433	244,213	250,074
Rata-rata	220,145	240,664	236,057	

Hasil analisis varians absorpsi bahan pengawet menunjukkan bahwa faktor intensitas serangan jamur pewarna berpengaruh sangat nyata terhadap absorpsi bahan pengawet. Sedangkan faktor posisi batang arah aksial serta interaksi antara faktor intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial tidak berpengaruh nyata terhadap absorpsi bahan pengawet pada kayu sengon. Untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda sangat nyata karena pengaruh faktor intensitas serangan jamur, dilakukan uji LSD yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji LSD pengaruh faktor intensitas serangan jamur terhadap absorpsi bahan pengawet

IntensitasSerangan	Rata-rata Absorpsi (Kg/m <sup>3</sup> )	Nilai LSD 1%
Kontrol	181,785 a	58,449
Ringan	257,075 b	
Sedang	240,220 a b	
Berat	250,074 b	

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata

Hasil uji LSD terhadap absorpsi bahan pengawet pada kayu sengon menunjukkan bahwa absorpsi bahan pengawet tertinggi dihasilkan pada kayu sengon yang terserang jamur pewarna dengan intensitas serangan ringan, yaitu sebesar 257,075 Kg/m<sup>3</sup>, tetapi hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan absorpsi pada kayu yang terserang jamur pewarna dengan intensitas serangan sedang dan berat. Kayu yang tidak terserang jamur pewarna (kontrol) justru menghasilkan absorpsi bahan pengawet yang lebih rendah, namun tidak berbeda nyata dengan yang terserang jamur dengan intensitas serangan sedang. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kayu sengon yang terserang jamur pewarna dengan intensitas serangan ringan, sedang dan berat, tetap dapat menyerap atau mengabsorpsi bahan pengawet dengan baik. Dengan demikian kayu sengon yang telah terserang jamur tersebut masih tetap dapat diawetkan dengan baik untuk meningkatkan ketahanannya terhadap organisme perusak kayu seperti rayap kayu kering, rayap tanah kumbang bubuk kayu kering, dan jamur pembusuk.

#### **F. Retensi Bahan Pengawet**

Retensi bahan pengawet pada kayu sengon dengan berbagai intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Retensi bahan pengawet pada kayu sengon dengan berbagai intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial ( $\text{Kg/m}^3$ )

IntensitasSerangan	RetensiBahanPengawet ( $\text{Kg/m}^3$ )			Rata-rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
Kontrol	25,969	25,469	24,308	25,249
Ringan	25,504	29,367	26,876	27,249
Sedang	25,283	31,049	23,105	26,479
Berat	29,290	29,723	26,108	28,374
Rata-rata	26,512	28,902	25,099	

Hasil analisis varians retensi bahan pengawet menunjukkan bahwa faktor posisi batang arah aksial berpengaruh nyata terhadap retensi bahan pengawet pada kayu sengon. Sedangkan faktor intensitas serangan jamur serta interaksi antara faktor intensitas serangan jamur dan posisi batang arah aksial tidak berpengaruh nyata terhadap retensi bahan pengawet. Untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda nyata karena pengaruh faktor posisi batang arah aksial, dilakukan uji LSD yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji LSD pengaruh faktor posisi batang arah aksial terhadap retensi bahan pengawet

PosisiBatang	Rata-rata Retensi ( $\text{Kg/m}^3$ )	Nilai LSD 5%
Pangkal	26,515 a b	2,472
Tengah	28,902 a	
Ujung	25,099 b	

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata

Hasil uji LSD terhadap retensi bahan pengawet kayu sengon pada Tabel 21 menunjukkan bahwa rata-rata retensi tertinggi dihasilkan pada kayu sengon bagian tengah yaitu sebesar  $28,902 \text{ Kg/m}^3$ , namun hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan bagian pangkal yaitu sebesar  $26,515 \text{ Kg/m}^3$ . Dengan demikian bagian pangkal dan tengah menghasilkan retensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian ujung batang. Adanya proporsi pembuluh yang lebih tinggi pada

bagian pangkal dan tengah batang, dapat membantu meningkatkan penyerapan bahan pengawet pada arah longitudinal. Dengan demikian retensi bahan pengawet pada bagian pangkal dan tengah tersebut lebih tinggi dibandingkan bagian ujung yang memiliki proporsi pembuluh yang lebih rendah.

### KESIMPULAN

1. Interaksi antara intensitas serangan jamur pewarna dan posisi batang arah aksial berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air kering udara kayusengon. Kadar air kering udara terendah dihasilkan pada bagian ujung batang yang tidak terserang jamur pewarna (kontrol) yaitu sebesar 6,839%. Kayu yang terserang jamur pewarna dengan berbagai intensitas serangan, memiliki kadar air kering udara yang lebih tinggi dari pada yang tidak terserang jamur.
2. Posisi batang arah aksial berpengaruh nyata terhadap retensi bahan pengawet pada kayu sengon. Bagian pangkal dan tengah cenderung menghasilkan retensi yang lebih tinggi dibandingkan bagian ujung batang, yaitu sebesar 26,515 Kg/m<sup>3</sup> pada bagian pangkal dan 28,902 Kg/m<sup>3</sup> pada bagian tengah.
3. Secara umum, kayu yang terserang jamur pewarna masih dapat diawetkan dengan hasil retensi bahan pengawet yang tidak berbeda nyata dengan yang tidak terserang jamur (kontrol).

### DAFTAR PUSTAKA

- Atmosuseno, B.S. 1996. *Budidaya, Kegunaan, dan Prospek Sengon*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Han Hoy, A.W. 1989. *Detecting Soft Rot Decay in Wood*. *Frim Technical Information*. Vol. 1 No. 13, August 1989. Forest Research Institute Malaysia. Kuala Lumpur. Malaysia.
- Haygreen, J.G dan J.L. Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. 1996. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid I. Yayasan Sarana Wana Jaya. Jakarta.

- Hunt, G.M. dan G.A. Garratt. 1986. Pengawetan Kayu. CV Akademika Pressindo. Jakarta.
- Martawijaya, A. dan Barly. 2005. Petunjuk Teknis Pengawetan Kayu Bangunan Perumahan dan Gedung. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kadir, dan S.A. Prawira. 2005. Atlas Kayu Indonesia. Jilid I dan II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Nicholas, D.D. 1987. Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya Dengan Perlakuan-Perlakuan Pengawetan. Jilid I. Airlangga University Press. Surabaya.
- Prawirohatmodjo, S. Sifat-Sifat Fifika Kayu. 2001. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Schwarze, F.W.M.R. , J. Engels and C. Mattheck. 2000. Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- Semangun, H. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tambunan, D. dan D. Nandika. 1989. Deteriorasi Kayu Oleh Faktor Biologis. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.