



Efektivitas Ekstrak Serbuk Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) dan Sonokeling (*Dalbergia latifolia*) untuk Mencegah Jamur Pewarna pada Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*)

Karti Rahayu Kusumaningsih*), Lydia Christina Lubis, Didik Surya Hadi

Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

*)email korespondensi: kartirahayukusumaningsih@gmail.com

ABSTRACT

One of the problem in using wood species with low natural durability such as *Anthocephalus cadamba* is their susceptibility to various wood-destroying organisms, including wood-staining fungi (blue stain). These fungi tend to attack wood with high moisture content, causing discoloration into bluish, brownish, or blackish tones, which in turn reduces the quality and usability of the wood. Wood preservation using extracts from sawdust of naturally durable wood species such as *Eusideroxylon zwageri* and *Dalbergia latifolia* can serve as an alternative to chemical preservatives. The purpose of this study was to know the effect of wood extract type and preservative solution formulation on the absorption, retention, and the intensity of blue stain fungal attack on *A. cadamba* wood. The wood was treated using *E. zwageri* and *D. latifolia* sawdust extracts at 10%, 20%, and 30% solution formula, and then exposed to blue stain fungi for 1.5 months. The results of the study showed that the two type of wood extracts were effective as wood preservatives against blue stain fungal attacks on *A. cadamba* wood. The preservative formulation had a significant effect on absorption, retention, and intensity of fungal attack. The highest preservative retention and the lowest intensity of fungal attack were found at the 30% solution formula, with values of 21.020 Kg/m³ for retention and 1.04% for fungal attack intensity.

Keywords: Wood Sawdust Extract; Blue Stain Fungi; Intensity of Fungal Attack

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan baku kayu untuk berbagai keperluan saat ini semakin meningkat, sehingga menyebabkan peningkatan penggunaan jenis-jenis kayu yang memiliki keawetan alami rendah seperti kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*). Kayu jabon merupakan salah satu jenis kayu yang saat ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan. Jabon memiliki pertumbuhan yang cepat, diameter batang besar, dan kayunya dapat dipanen dalam waktu cukup singkat yaitu 5-6 tahun (Mulyana dkk., 2010). Meskipun saat ini jenis kayu tersebut banyak diminati masyarakat, kayu jabon tergolong dalam kelas kelas awet paling rendah yaitu kelas awet V dengan kelas kuat III-IV, dan memiliki berat jenis rata-rata 0,42. Kayu jabon tergolong lunak dengan nilai penyusutan radial dari kondisi basah sampai dengan kering tanur sebesar 3,0% dan penyusutan tangensial 6,9% (Martawijaya, 1977). Hasil penelitian (Widiyanto & Siarudin, 2017), kadar air segar kayu jabon sebesar 118,43%, kadar

air kering udara 15,36%, berat jenis pada volume segar 0,33, dan berat jenis pada volume kering udara 0,37. Berat jenis kayu ini pada arah radial cenderung meningkat dari arah hati ke arah kulit.

Kendala dalam penggunaan kayu jabon yang memiliki keawetan alami rendah adalah sangat rentan terhadap serangan berbagai jenis organisme perusak kayu, salah satu di antaranya adalah jamur pewarna kayu (*blue stain*). Jamur pewarna dapat menyerang kayu dalam waktu singkat setelah pohon ditebang atau dalam kondisi kadar air lebih dari 30% yang belum sempat diproses lebih lanjut (dikeringkan), demikian pula pada papan segar yang baru saja digergaji. Serangan jamur pewarna menyebabkan perubahan warna kayu menjadi kebiru-biruan, kecoklatan, bahkan kehitaman yang disebabkan oleh aktivitas benang-benang hifa jamur yang warnanya relatif gelap (Tambunan & Nandika, 1989). Menurut Schwarze dkk. (2000), pewarnaan yang ditimbulkan oleh jenis jamur ini tergantung pada jenis jamur, jenis kayu, serta kadar air kayu. Adanya serangan jamur pewarna mengakibatkan kualitas kayu menurun karena pewarnaan yang terjadi bersifat permanen atau tidak dapat hilang. Kondisi ini pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kualitas produk dan nilai jual kayu, terutama apabila yang dibutuhkan adalah warna alami kayu tersebut. Selain itu kayu yang mengalami serangan jamur pewarna, pada tingkat lanjut juga berpotensi terserang jamur perusak kayu, sehingga kerusakan yang terjadi akan semakin bertambah parah dan kayu tidak dapat dipergunakan sama sekali.

Untuk mencegah serangan jamur pewarna pada kayu-kayu dengan keawetan alami rendah, kayu setelah ditebang harus segera diangkut dari tempat tebangan, dikeringkan dan diproses lebih lanjut. Namun demikian hasil pengeringan kayu seringkali kurang maksimal, apalagi apabila proses pengolahan kayu tidak dapat segera dilakukan, sehingga menyebabkan kayu masih dapat terserang jamur pewarna. Oleh karena itu perlu dilakukan pengawetan kayu sebelum kayu tersebut diproses lebih lanjut untuk menghindari serangan jamur pewarna. Pengawetan kayu yang biasanya dilakukan oleh masyarakat adalah dengan menggunakan bahan pengawet berbahan dasar kimia. Kelemahan bahan pengawet kimia tersebut antara lain tidak dapat terurai di alam (*non biodegradable*) sehingga dapat berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar maupun pemakainya. Oleh karena itu perlu pemanfaatan bahan pengawet alami yang dapat mencegah atau mengatasi serangan jamur pewarna, relatif aman dipakai, mudah diperoleh, murah, serta mudah diaplikasikan pada jenis-jenis kayu dengan keawetan alami rendah.

Jenis-jenis kayu kelas awet tinggi seperti ulin (*Eusideroxylon swageri*) dan sonokeling (*Dalbergia latifolia*) memiliki kandungan ekstraktif yang tinggi serta bersifat racun terhadap organisme perusak kayu seperti jamur dan rayap. Penelitian uji fitokimia yang dilakukan pada kayu ulin menunjukkan bahwa dalam kayu tersebut terkandung senyawa atau zat ekstraktif seperti alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, dan senyawa fenolik, dengan kandungan tertinggi berupa senyawa fenolik sebesar 15,36%. Zat ekstraktif yang terkandung dalam kayu tersebut merupakan bahan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai fungisida maupun insektisida alami (Amaliyah dkk., 2019). Hasil penelitian terhadap zat ekstraktif kayu ulin menunjukkan bahwa senyawa eusiderin yang diekstrak dari kayu ulin dapat menghambat pertumbuhan jamur *Corioliolus versicolor* dan *Tyromeces polutris*. Kayu sonokeling yang tergolong dalam kelas awet I juga memiliki zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap organisme perusak kayu. Hasil penelitian (Febrianto dkk., 2000) menunjukkan bahwa senyawa latifolin dan neoflavanoid yang diekstrak dari kayu sonokeling mempunyai sifat bioaktif terhadap rayap tanah. Dalam kayu sonokeling juga terkandung zat ekstraktif berupa *dalberquinon* yang menyebabkan kayu tersebut tahan terhadap serangan organisme perusak kayu berupa rayap dan jamur (Fengel & Wegener, 1995)

Berdasarkan kelas awet kayu yang tergolong tinggi serta kandungan zat ekstraktif yang terdapat dalam kayu ulin dan sonokeling, maka ekstrak serbuk kayu ulin dan sonokeling memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengawet kayu untuk mencegah serangan jamur pewarna. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengawetan kayu jabon dengan ekstrak serbuk kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan, yaitu formula 10%, 20% dan 30%, dengan parameter yang diamati adalah absorpsi dan retensi bahan pengawet serta intensitas serangan jamur pewarna. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis ekstrak kayu sebagai bahan pengawet dan formula larutan terhadap hasil pengawetan kayu jabon yang meliputi absorpsi dan retensi bahan pengawet, serta intensitas serangan jamur pewarna kayu setelah diuji selama 1,5 bulan.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kayu jabon, serbuk kayu ulin dan sonokeling, etanol 96%, air, kertas kalkir, kertas milimeter blok dan tanah lembab. Alat-alat yang digunakan antara lain gergaji tangan, kaliper, gelas ukur, timbangan analitik, oven, *moisture meter*, ayakan, botol kaca dan bak perendam. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*) dengan menggunakan dua faktor perlakuan yaitu jenis ekstrak kayu sebagai bahan pengawet (kayu ulin dan sonokeling) dan formula larutan (formula 10%, 20% dan 30%). Dari kedua faktor tersebut diperoleh $2 \times 3 = 6$ kombinasi perlakuan dengan menggunakan 3 kali ulangan. Untuk pengujian intensitas serangan jamur pewarna, dibandingkan pula dengan contoh uji kontrol (tanpa diawetkan). Parameter yang diamati adalah absorpsi bahan pengawet (Kg/m^3), retensi bahan pengawet (Kg/m^3), dan intensitas serangan jamur pewarna pada kayu jabon setelah diuji selama 1,5 bulan (%). Data absorpsi dan retensi bahan pengawet serta intensitas serangan jamur pewarna dianalisis menggunakan analisis varians, dengan uji lanjut uji LSD (*Least Significant Difference*) (Gomez & Gomez, 1984).

Penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Kayu jabon dibuat contoh uji berukuran 2,5 x 2,5 x 2,5 cm (panjang x lebar x tebal) (*American Society for Testing and Materials/ASTM D1413-61*) untuk pengujian jamur pewarna kayu, kemudian dikeringkan sampai dengan kadar air kering udara.
2. Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat awal sebelum diawetkan dan dihitung volumenya untuk perhitungan absorpsi dan retensi bahan pengawet.
3. Dilakukan pembuatan bahan pengawet dari serbuk kayu ulin dan sonokeling yang diekstrak dengan pelarut etanol 96%, dengan perbandingan antara serbuk kayu dan etanol adalah 1:5. Hasil ekstraksi serbuk kayu digunakan sebagai bahan pengawet dengan formula larutan 10%, 20% dan 30% dengan pelarut air dingin. Serbuk kayu ulin dan sonokeling yang digunakan sebagai bahan pengawet, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Serbuk kayu ulin dan sonokeling yang digunakan sebagai bahan pengawet

4. Dilakukan pengawetan contoh uji kayu jabon dalam larutan ekstrak serbuk kayu ulin dan sonokeling dengan metode perendaman dingin selama 7 hari.
5. Contoh uji diangkat dari rendaman dan dilakukan penimbangan dalam kondisi basah untuk dihitung absorpsi bahan pengawet, yang dihitung dengan rumus :

$$A = \frac{B1 - B0}{V}$$

Keterangan :

A = Absorpsi bahan pengawet (Kg/m³)

B1 = Berat contoh uji basah setelah diawetkan (Kg)

B0 = Berat contoh uji kering udara sebelum diawetkan (Kg)

V = Volume contoh uji (m³)

6. Contoh uji dikeringkan sampai kondisi kering udara (kadar air ± 15%), kemudian ditimbang untuk mengetahui retensi bahan pengawet, yang dihitung dengan rumus :

$$R = \frac{W1 - W0}{V}$$

Keterangan :

R = Retensi bahan pengawet (Kg/m³)

W1 = Berat contoh uji kering udara setelah diawetkan (Kg)

W0 = Berat contoh uji kering udara sebelum diawetkan (Kg)

V = Volume contoh uji (m³)

7. Contoh uji yang telah diawetkan dimasukkan ke dalam botol kaca yang telah berisi tanah lembab dan potongan kayu yang telah terserang jamur pewarna sebagai umpan, dan dilakukan pengumpanan contoh uji kayu jabon selama 1,5 bulan. Pengujian contoh uji kayu jabon terhadap jamur pewarna, disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian kayu jabon terhadap jamur pewarna

8. Setelah pengumpanan, contoh uji diambil dari dalam botol kaca dan dilakukan perhitungan intensitas serangan jamur pewarna dengan menghitung luas seluruh bagian yang terserang jamur pewarna pada semua sisi dibandingkan dengan luas total contoh uji, dengan rumus :

$$\text{Intensitas Serangan Jamur} = \frac{\text{Luas bagian yang terserang jamur} \times 100\%}{\text{Luas total contoh uji}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Absorpsi Bahan Pengawet

Salah satu parameter untuk menilai efektivitas suatu bahan pengawet adalah absorpsi bahan pengawet, yaitu jumlah atau banyaknya larutan bahan pengawet yang terserap ke dalam kayu yang diawetkan. Hasil pengujian rata-rata absorpsi bahan pengawet pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata absorpsi bahan pengawet pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan (Kg/m³)

Jenis Ekstrak	Formula Larutan (%)			Rata-rata
	10	20	30	
Kayu Ulin	302,858	304,079	240,393	282,007
Kayu Sonokeling	293,733	306,154	254,589	282,276
Rata-rata	298,296 a	305,117 a	247,491 b	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji LSD 0,05

Hasil absorpsi bahan pengawet pada kayu jabon menunjukkan bahwa rata-rata absorpsi tertinggi dihasilkan pada formula larutan 20% yaitu sebesar 305,117 Kg/m³, namun hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan formula larutan 10%. Untuk faktor jenis ekstrak kayu dan interaksi antara jenis ekstrak kayu dan formula larutan, tidak memberikan hasil absorpsi yang berbeda nyata. Absorpsi bahan pengawet kayu jabon yang diawetkan dengan formula 10%, 20% dan 30% menunjukkan hasil yang tidak konsisten, karena justru absorpsi tertinggi dihasilkan pada formula 20% yaitu sebesar 305,117 Kg/m³, dan nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan formula 30%. Hal ini dapat disebabkan pengaruh faktor contoh uji kayu yang tidak sama kondisinya dalam hal menyerap bahan pengawet dalam waktu tertentu. Terdapat tiga faktor yang berpengaruh terhadap besarnya nilai absorpsi suatu bahan pengawet, yaitu jenis bahan pengawet, jenis kayu yang diawetkan, serta besarnya konsentrasi larutan yang digunakan. Peningkatan konsentrasi bahan pengawet pada umumnya berbanding lurus dengan peningkatan nilai absorpsi yang dihasilkan. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap hasil absorpsi bahan pengawet antara lain struktur anatomi kayu, kondisi kadar air kayu sebelum diawetkan, cara pengawetan, jenis bahan pengawet, serta konsentrasi larutan bahan pengawet (Carolina dkk., 2020). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil rata-rata absorpsi bahan pengawet pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling tidak berbeda nyata. Dengan demikian limbah kedua jenis kayu tersebut yang berupa ekstrak serbuk kayu, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet kayu alami untuk mencegah serangan jamur pewarna pada jenis-jenis kayu dengan keawetan alami rendah seperti kayu jabon.

B. Retensi Bahan Pengawet

Parameter standar untuk penilaian efektivitas bahan pengawet adalah retensi bahan pengawet, yaitu merupakan jumlah atau banyaknya bahan pengawet kering (tanpa pelarut) yang mampu terserap dan tertinggal di dalam kayu yang diawetkan. Hasil pengujian rata-rata retensi bahan pengawet pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata retensi bahan pengawet pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan (Kg/m³)

Jenis Ekstrak	Formula Larutan (%)			Rata-rata
	10	20	30	
Kayu Ulin	14,806	16,912	20,712	15,187
Kayu Sonokeling	12,542	16,740	21,328	14,687
Rata-rata	13,674 a	16,826 a	21,020 b	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji LSD 0,05

Hasil retensi bahan pengawet pada kayu jabon menunjukkan bahwa rata-rata retensi tertinggi dihasilkan pada formula larutan 30% yaitu sebesar 21,020 Kg/m³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan semakin tinggi formula larutan bahan pengawet, maka nilai retensi juga semakin meningkat, karena lebih banyak bahan pengawet yang mampu meresap dan tertinggal di dalam kayu. Untuk faktor jenis ekstrak kayu dan interaksi antara jenis ekstrak kayu dan formula larutan, tidak memberikan hasil retensi yang berbeda nyata. Berdasarkan SNI 01-5010-1-1999 tentang pengawetan kayu, maka standar nilai retensi minimal hasil pengawetan kayu adalah 16 Kg/m³ (SNI, 1999). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata retensi bahan pengawet yang dihasilkan dengan menggunakan bahan pengawet ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan formula larutan 30% adalah sebesar 21,020 Kg/m³, dan hasil tersebut telah memenuhi standar retensi minimal yang dipersyaratkan. Hasil retensi bahan pengawet pada umumnya akan meningkat seiring dengan semakin tingginya konsentrasi larutan yang digunakan dan lama perendaman dalam bahan pengawet (Barly & Endra Lelana, 2010). Retensi bahan pengawet yang dihasilkan pada formula larutan yang lebih tinggi akan semakin meningkat karena semakin banyak bahan pengawet yang dapat masuk dan terserap ke dalam kayu yang diawetkan (K. Kusumaningsih dkk., 2024). Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai retensi bahan pengawet yaitu lama waktu perendaman dalam bahan pengawet serta struktur anatomi sel penyusun kayu.

C. Intensitas Serangan Jamur Pewarna (%)

Intensitas serangan jamur pewarna diperoleh dengan cara menghitung luas contoh uji yang terserang jamur pewarna pada semua sisi, dibandingkan dengan luas total contoh uji. Hasil pengujian rata-rata intensitas serangan jamur pewarna pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata intensitas serangan jamur pewarna pada kayu jabon yang diawetkan dengan ekstrak kayu ulin dan sonokeling dengan berbagai formula larutan (%)

Jenis Ekstrak	Formula Larutan (%)				Rata-rata
	0	10	20	30	
Kayu Ulin	100,00	1,43	1,18	1,04	25,91
Kayu Sonokeling	100,00	1,45	1,11	1,04	25,90
Rata-rata	100,00 a	1,44 b	1,15 c	1,04 c	

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji LSD 0,05

Hasil intensitas serangan jamur pewarna pada kayu jabon menunjukkan bahwa rata-rata intensitas serangan jamur pewarna terendah dihasilkan pada formula larutan 30% yaitu

sebesar 1,04%, tetapi hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan formula 20%. Terdapat kecenderungan semakin tinggi formula larutan, maka intensitas serangan jamur pewarna semakin rendah. Hal ini karena semakin banyak bahan pengawet yang terserap ke dalam kayu, maka efek perlindungan terhadap serangan jamur juga akan semakin meningkat. Pada contoh uji kayu jabon yang tidak diawetkan (kontrol), intensitas serangan jamur pewarna mencapai 100%, dalam arti semua bagian contoh uji mengalami serangan jamur. Untuk faktor jenis ekstrak kayu dan interaksi antara jenis ekstrak kayu dengan formula larutan tidak berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan jamur pewarna. Dengan demikian ekstrak kayu ulin dan sonokeling efektif dipergunakan sebagai bahan pengawet untuk mencegah serangan jamur pewarna kayu karena pada kedua jenis kayu tersebut terkandung komponen kimia yang bersifat racun terhadap organisme perusak kayu.

Hasil penelitian tentang uji fitokimia kayu ulin menunjukkan bahwa zat ekstraktif yang terkandung dalam ekstrak kayu ulin adalah alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, dan senyawa fenolik. Kelima jenis zat ekstraktif tersebut berpotensi sebagai fungisida alami sehingga kayu ulin tahan terhadap serangan jamur (Amaliyah, Desi Mustika, R.Y. Lestari, M.L. Raharjo, B.T. Cahyana, 2019). Ekstrak kayu ulin juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* karena adanya kandungan senyawa kimia seperti alkaloid, flavonoid, triterpenoid, tanin dan saponin (Ajizah dkk., 2018). Kayu sonokeling yang tergolong kelas awet I memiliki kandungan ekstraktif dari golongan quinon yaitu *dalberquinon* yang menyebabkan kayu tersebut tahan terhadap serangan jamur (Fengel and Wegener, 1995).

Pencegahan terhadap serangan jamur pewarna kayu juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pengawet nabati yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Sebagai perbandingan, hasil penelitian serangan jamur pewarna pada kayu sengon (*Falcataria molluccana*) dan surian (*Toona sureni*) yang diawetkan dengan beberapa jenis bahan pengawet nabati menunjukkan bahwa ekstrak daun mindi (*Melia azedarach*) dengan konsentrasi 10% menghasilkan intensitas serangan jamur yang paling rendah yaitu sebesar 0,918% (mendekati 0% atau sama sekali tidak terserang jamur) dibanding jenis bahan pengawet nabati lain yaitu ekstrak daun cengeh dan sirih (K. R. Kusumaningsih, 2021)

KESIMPULAN

1. Ekstrak kayu ulin dan sonokeling efektif dipergunakan sebagai bahan pengawet untuk mencegah serangan jamur pewarna pada kayu jabon berdasarkan hasil absorpsi dan retensi bahan pengawet serta intensitas serangan jamur pewarna yang dihasilkan.
2. Jenis ekstrak kayu sebagai bahan pengawet tidak berpengaruh nyata terhadap absorpsi dan retensi bahan pengawet serta intensitas serangan jamur pewarna pada kayu jabon.
3. Formula larutan bahan pengawet berpengaruh nyata terhadap absorpsi, retensi dan intensitas serangan jamur pewarna pada kayu jabon. Absorpsi bahan pengawet tertinggi dihasilkan pada formula larutan 20% yaitu sebesar 305,117 Kg/m³. Retensi bahan pengawet tertinggi dan intensitas serangan jamur pewarna terendah dihasilkan pada formula larutan 30% yaitu masing- masing sebesar 21,020 Kg/m³ untuk retensi dan 1,04% untuk intensitas serangan jamur pewarna.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajizah, A., Thihana, T., & Mirhanuddin, M. (2018). Potensi Ekstrak Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T et B) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Bioscientiae*, 4(1). <https://doi.org/10.20527/b.v4i1.161>
- Amaliyah, Desi Mustika, R.Y. Lestari, M.L. Raharjo, B.T. Cahyana, N. (2019). Efektivitas Ekstrak Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) sebagai Bahan Pengawet Alami Kayu terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus Holmgren*). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(2), 85–95.
- Amaliyah, M. T., Lestari, R. Y., Raharjo, M. L., Cahyana, B. T., & Nurmilatina, N. (2019). Efektivitas Ekstrak Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*) sebagai Pengawet Alami Kayu terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes Curvignathus Holmgren*). *Jurnal Riset Industri*, 11(2), 85–96. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v11i2.5652>
- Barly, B., & Endra Lelana, N. (2010). Pengaruh Ketebalan Kayu, Konsentrasi Larutan dan Lama Perendaman terhadap Hasil Pengawetan Kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 28(1), 1–8. <https://doi.org/10.20886/jphh.2010.28.1.1-8>
- Carolina, S., Istikowati, W. T., & Sunardi, S. (2020). Pemanfaatan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L) sebagai Bahan Pengawet Kayu Alami. *Jurnal Sylva Scientee*, 2(3), 558–566. <https://doi.org/10.20527/jss.v2i3.1836>
- Febrianto, F., Syafii, W., & Barata, A. (2000). Keawetan Alami Kayu Jati (*Tectona grandis* L, f) pada berbagai kelas umur. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, XIII(2), 25–33.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1995). *Kayu: Kimia Ultrastruktur Reaksi-Reaksi*. Gadjah Mada University Press.
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research* (2 ed.). John Wiley & Sons.
- Kusumaningsih, K., Hadi, D. S., & Sebriliani, A. E. (2024). Pemanfaatan Limbah Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) sebagai Bahan Pengawet untuk Mencegah Serangan Rayap Kayu Kering pada Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*). *Jurnal Wana Tropika*, 13(2), 52–61. <https://doi.org/10.55180/jwt.v13i2.968>
- Kusumaningsih, K. R. (2021). Uji Efektivitas Fungsida Nabati sebagai Bahan Pengawet untuk Mencegah Serangan Jamur Pewarna Kayu. *Jurnal Wana Tropika*, 11(2), 37–45. <https://doi.org/10.55180/jwt.v11i2.181>
- Martawijaya, A. (1977). *Ciri Umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-Jenis Kayu Indonesia*. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Mulyana, D., Asmarahman, C., & Fahmi, I. (2010). *Bertanam Jabon: Investasi Kayu yang Cepat dan Menguntungkan* (1 ed.). Agromedia Pustaka.
- Schwarze, F. W. M. R., Engels, J., & Mattheck, C. (2000). *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Springer. https://www.researchgate.net/publication/316806848_Fungal_Strategies_of_Wood_Decay_in_Trees
- SNI. (1999). *Pengawetan Kayu untuk Perumahan dan Gedung* (SNI 03-5010.1-1999). <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/5480-sni03-50101-1999>
- Tambunan, B., & Nandika, D. (1989). *Deteriorasi kayu oleh faktor biologis*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. IPB Bogor.
- Widiyanto, A., & Siarudin, M. (2017). Karakteristik Sifat Fisik Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) pada Arah Longitudinal dan Radial. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 102–108. <https://doi.org/10.20527/jht.v4i2.3596>