

KETAHANAN API KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) YANG DIAWETKAN DENGAN BAHAN PENGAWET BORAKS

Fire Resistance Of Sengon (Paraserianthes Falcataria (L.) Nielsen) Preserved With Borax

Irvin Dayadi¹✉

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
✉corresponding author: irvindayadi.mp@gmail.com

ABSTRACT

Woods are easy to ignite by fire. Increasing fire resistance with fire retardants is needed to increase safety and reduce losses due to fire. This research aimed to determine the fire resistance of Sengon wood treated with preservation of borax with a concentration of 5%, 10%, and 15% by cold immersion for five days. The fire resistance test used the ASTM E69-02 standard, while the statistical analysis (ANOVA) of the test data used a Completely Randomized Design at the 95% confidence level and the LSD test (Least Significant Difference test). The results showed of the physical properties of Sengon wood, the average value of air-dry moisture content was 14.08%, air-dry density was 0.33g/cm³, and oven-dry density was 0.30g/cm³. In contrast, the LSD test showed a significant difference between the controls to the all-borax preservation treatments, but between 5%, 10%, and 15% borax treatments were not significantly different. The best fire resistance parameter values were found in the 15% borax treatment, with the retention of 38.04 kg/m³, burning intensity 12.58%, combustion time 437.5 seconds, and effectiveness of 4.76. The fire resistance effectiveness value of all equipment cannot meet the ASTM E69-02 standard

Key words: Borax; Concentration; Fire Resistance; Retention; Sengon

A. PENDAHULUAN

Permasalahan dalam pemakaian kayu sebagai bahan bangunan adalah rendahnya tingkat keawetan alami kayu yang dipergunakan dan tingginya tingkat serangan organisme perusak kayu, serta sifat kayu yang mudah terbakar merupakan masalah penting. Sifat mudah terbakarnya kayu disebabkan oleh sifat alami kayu yang tersusun atas 50 persen karbon, 6 persen hidrogen, dan 44 persen oksigen. Dalam kondisi cukup udara dan adanya api, unsur kimia ini mudah terurai menjadi komponen gas mudah terbakar, seperti CO (karbon monoksida), CO₂ (karbon dioksida), H₂ (Hidrogen), dan CH₄ (Metana) (ASTM, 2002).

Salah satu cara untuk meningkatkan usia pakai kayu adalah dengan proses pengawetan yang sekaligus dapat berfungsi meningkatkan ketahanan kayu terhadap api, melalui cara perlakuan bahan penghambat api terhadap kayu (Effendi, 2007). Syarat utama untuk peningkatan penggunaan kayu untuk bangunan yaitu membuat kayu yang tahan api/menghambat api yang memadai untuk memberikan rasa aman (Östman *et al.*, 2001).

Kayu Sengon termasuk ke dalam kelas kurang awet yaitu, kelas awet IV-V dan kelas kuat IV-V namun Sengon sangat potensial untuk dipilih sebagai salah satu komoditas dalam pembangunan hutan tanaman, karena memiliki nilai ekonomis tinggi dan ekologis yang luas.

Keunggulan ekonomi pohon Sengon adalah termasuk jenis pohon cepat tumbuh (*fast growing species*), pengelolaannya relatif mudah dan permintaan pasar yang terus meningkat (Nugroho dan Salamah, 2015). Kayu Sengon saat ini juga sudah menjadi salah satu jenis kayu yang berfungsi memasok kebutuhan bahan baku industri, seperti kayu pertukangan dan kayu pulp. Kayu Sengon dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, antara lain mebel, kayu gergajian, pembuatan kayu lapis, palet, dan bahan bangunan (Astana *et al.*, 2016). Untuk meningkatkan ketahanan kayu Sengon terhadap api dalam penggunaannya maka perlu diberikan bahan penghambat api. Selaras dengan Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/KPTS/1985, yang menyatakan bahwa suatu langkah dapat dilakukan agar bangunan rumah dan gedung dapat memenuhi ketentuan ketahanan terhadap api, yaitu dengan penggunaan bahan penghambat api pada bahan bangunan yang membentuk struktur utamanya (Effendi, 2007).

Salah satu bahan penghambat api yang murah, mudah didapat, dan aman terhadap lingkungan adalah boraks. Senyawa boron menghambat pembakaran dari bahan yang terbakar dengan cara memutus ikatan dengan oksigen. Larutan asam borat, boraks pentahidrat dan boraks dekahidrat digunakan sebagai bahan penghambat api pada bahan-bahan yang mengandung selulosa (bahan berkayu), dimana saat terekspos terhadap api maka

komponen boron akan membentuk lapisan kaca pada kayu yang akan mengurangi penyebaran dan kecepatan pembakaran, dan mencegah perkembangan pembakaran (Can *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektifitas penggunaan Boraks sebagai bahan penghambat api pada kayu Sengon dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, dan 15% menggunakan metode pengawetan perendaman dingin.

B. METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan antara lain gergaji bundar, mesin penyerut, kaliper/jangka sorong, oven pengeringan, desikator, gelas ukur, pipet tetes, bak perendaman pengawetan, pemberat, kain lap, timbangan analitik, tabung sungkup pembakaran, burner spiritus, Termokopel digital 6802 K-type dual channel sensor, kabel probe. stopwatch. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dengan diameter ± 42 cm yang berasal dari Desa Jahab, Kecamatan Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Bahan yang digunakan adalah boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) sebagai bahan pengawet yang berbentuk butiran padat, air bersih (PDAM), cat minyak dan bahan bakar spiritus.

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Contoh Uji

Pembuatan contoh uji kayu Sengon diambil dari pohon Sengon berdiameter ± 42 cm, dan tinggi bebas cabang 8 m, yang dibagi menjadi 3 bagian dengan panjang batang masing-masing 105 cm untuk mewakili bagian pangkal, tengah dan ujung batang kayu. Seluruh bagian kayu digunakan untuk pembuatan contoh uji, tidak dibedakan antara kayu gubal dan kayu teras, dengan syarat contoh uji bebas cacat. Bagian kayu tersebut lalu dibuat menjadi stik kayu berukuran (lebar x tebal x panjang) 2 cm x 2 cm x 105 cm. kemudian dibuat menjadi ukuran $3/8'' \times 3/4'' \times 40''$ (0,9525 cm x 1,905 cm x 101,6 cm) sesuai standar ASTM E 69-02 (*Standard Test Method for Combustible Properties of Treated Wood*) sebagai contoh uji pengawetan sekaligus untuk uji ketahanan api, serta contoh berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm untuk uji sifat fisik kayu yaitu kadar air dan kerapatan kayu (tanpa pengawetan). Dilakukan sedikit modifikasi untuk contoh uji ketahanan api menjadi ukuran (lebar x tebal x panjang) 0,9525 cm x 1,905 cm x 32 cm. Modifikasi dilakukan karena keterbatasan alat pengujian namun metode masih sesuai untuk tujuan kontrol kualitas seperti yang dilakukan dan dinyatakan oleh Fouladi *et al.*, (2015) dan Zeinali *et al.*, (2018). Banyak ulangan untuk setiap uji sifat fisika (Kadar Air dan Kerapatan Kayu), serta uji perlakuan pengawetan yang kemudian dilanjutkan dengan uji

ketahanan api (kontrol, boraks 5%, boraks 10%, dan boraks 15%) adalah 10 ulangan.

2. Pembuatan Larutan Pengawet Boraks

Pembuatan larutan pengawet Boraks dengan cara mencampurkan butiran padat boraks ke dalam air bersih PDAM sampai terlarut sempurna sehingga didapat larutan pengawet boraks dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% .

3. Proses Pengawetan Perendaman Dingin Kayu Sengon Dalam Larutan Pengawet Boraks

Contoh uji pengawetan kayu Sengon ukuran 0,9525 cm x 1,905 cm x 32 cm dikering udarakan, lalu dicat minyak penampang transversalnya dan dibiarkan sampai cat mengering kemudian ditimbang berat (B1) serta diukur dimensi volumenya (V). Contoh uji untuk perlakuan kontrol, boraks 5%, boraks 10%, dan boraks 15% masing-masing sebanyak 10 ulangan disusun di dalam bak-bak pengawetan dengan menggunakan stik diantaranya dan diberi pemberat di atasnya, lalu larutan pengawet boraks dengan konsentrasi (C) 5%, 10%, 15% dimasukkan ke dalam masing-masing bak pengawetan sampai contoh uji tenggelam seluruhnya (± 5 cm di bawah permukaan larutan pengawet). Proses perendaman dilakukan selama 5 hari, setelah perendaman selesai contoh uji ditimbang kembali beratnya (B2). Dilakukan pengukuran nilai retensi bahan pengawet boraks yang masuk ke dalam contoh uji menggunakan rumus dari Peek (1989):

$$R = \frac{B2-B1}{V} \times \frac{C}{100} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad (1)$$

Setelah selesai proses pengawetan, contoh uji dikering tanurkan pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 48 jam untuk kemudian dapat dilakukan pengujian sifat ketahanan api.

4. Pengukuran Kadar Air dan Kerapatan Kayu

Pengukuran sifat fisik Kadar Air dan Kerapatan Kayu mengikuti standard DIN 52183-77 yang dilakukan pada contoh uji yang tidak dilakukan perlakuan pengawetan untuk membantu menilai sifat keterawetan kayu Sengon (mudah tidaknya diawetkan). Diantara faktor-faktor internal kayu yang menentukan sifat keterawetan kayu adalah kerapatan kayu dan kadar air kayu saat diberi perlakuan pengawetan, struktur anatomi kayu, serta permeabilitas kayu (Barly dan Martawijaya A., 2000).

Contoh uji ditimbang berat (B1) dan diukur dimensi kering udaranya (V1) lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 48 jam sampai tercapai kondisi kering tanur lalu ditimbang berat (B0) dan diukur kembali dimensinya (V0). Nilai Kadar Air dan Kerapatan (kering udara dan kering tanur) contoh uji kayu Sengon menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KA(\%) = \frac{(B1-B0)}{B0} \times 100 (\%) \quad (2)$$

$$\rho = \frac{B}{V} \left(\frac{g}{cm^3} \right) \quad (3)$$

5. Pengujian Ketahanan Api

Pengujian sifat ketahanan api dilakukan mengikuti standar ASTM E 69-02 menggunakan alat sungkup bakar yang panjangnya telah dimodifikasi mengikuti Fouladi *et al.*, (2015). Contoh uji ukuran (lebar x tebal x panjang) 0,9525 cm x 1,905 cm x 32 cm perlakuan kontrol dan yang diberi perlakuan pengawetan dipotong ujungnya yang mengandung cat minyak sehingga berukuran 0,9525 cm x 1,905 cm x 31 cm lalu dikering tanurkan pada suhu $103 \pm 2^\circ C$ selama 48 jam, dan ditimbang beratnya (Mb). Pengujian ketahanan api menggunakan alat sungkup bakar dalam posisi vertikal, dimana contoh uji dimasukkan ke dalam sungkup bakar dan dipasang probe termokopel untuk pengukuran suhu pada contoh uji kayu Sengon dan pada lidah api burner spiritus. Suhu pembakaran yang digunakan yaitu $\pm 700^\circ C$ selama 4 menit dengan jarak antara ujung bawah contoh uji dengan titik api sejauh 4 cm. Setelah pembakaran 4 menit, pembakaran dihentikan sambil terus dicatat suhu terbakarnya contoh uji pada termokopel (suhu maksimum) dan lamanya pembakaran menggunakan stopwatch dari setiap contoh uji. Setelah pengujian selesai dilakukan penimbangan berat contoh uji (Ms) untuk dilakukan perhitungan Intensitas bakar (persen pengurangan berat). Rumus Intensitas Bakar menurut standar ASTM E 69-02 yaitu:

$$\alpha(\%) = \frac{Mb - Ms}{Mb} \times 100(\%) \quad (4)$$

6. Efektifitas Penghambat Api

Untuk mengetahui efektivitas bahan pengawet (penghambat api) dilakukan perhitungan jika nilai $W \geq 7,5$ maka bahan pengawet dapat dikatakan efektif, rumus perhitungan menurut ASTM E 69-02 sebagai berikut :

$$W = 10 \times \left(1 - \frac{E}{A} \right) \quad (5)$$

Di mana, W adalah efektifitas bahan penghambat api, E adalah rata-rata intensitas bakar diberi perlakuan pengawetan, dan A adalah rata-rata intensitas bakar kontrol.

Analisis Data

Analisis data statistik (ANOVA) menggunakan Rancangan Acak Lengkap pada taraf kepercayaan 95% dengan 4 (empat) perlakuan konsentrasi boraks yaitu kontrol (0%), 5%, 10%, dan 15% menggunakan 10 ulangan tiap perlakuan. Uji LSD (*Least Significant Difference*) dilakukan bila hasil ANOVA menunjukkan pengaruh yang signifikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Kerapatan Kayu

Nilai rata-rata kadar air kering udara, kerapatan kering udara dan kerapatan kering tanur contoh uji kayu Sengon tanpa perlakuan pengawetan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai rata-rata kadar air dan kerapatan kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) tanpa perlakuan pengawetan.

Sifat Fisik	Rataan	Koefisien Variasi (%)
Kadar Air kering udara (%)	14,08	3,55
Kerapatan kering udara (g/cm^3)	0,33	6,07
Kerapatan kering tanur (g/cm^3)	0,30	6,21

Nilai rata-rata kadar air kering udara contoh uji tanpa perlakuan pengawetan sebesar 14,08% dimana nilai ini berada di bawah kadar air titik jenuh serat sehingga sangat baik untuk dilakukan proses pengawetan karena bahan pengawet akan lebih mudah masuk ke dalam kayu. Menurut Sari (2005) dalam Salmayanti *et al.* (2013), kadar air optimum bagi pengawetan berbeda-beda untuk setiap jenis kayu, bahan pengawet, dan metode pengawetannya, namun apabila kadar air masih tinggi maka semakin sedikit bahan pengawet yang masuk karena rongga-rongga sel masih terisi oleh air, sebaliknya apabila air dalam rongga-rongga sel telah keluar atau hanya sedikit jumlahnya maka bahan pengawet akan dapat mudah masuk ke dalam kayu.

Nilai kerapatan kering udara dan kering tanur kayu Sengon masing-masing $0,33 g/cm^3$ dan $0,30 g/cm^3$ yang menunjukkan kayu Sengon termasuk dalam kelas kerapatan rendah. Menurut Dumanauw (2001) bahwa kayu dengan berat jenis $\leq 0,6$ termasuk dalam kelas berat jenis rendah. Hunt dan George (1986) menyatakan bahwa kerapatan kayu yang rendah memiliki pembuluh yang terbuka dan besar sehingga mampu menyerap bahan pengawet lebih baik dibandingkan kayu berkerapatan tinggi.

Pada kondisi kadar air dan kerapatan kayu yang rendah maka sifat keterawetan kayu menjadi lebih tinggi, sehingga bahan pengawet penghambat api akan dapat dengan mudah menembus ke dalam kayu dan hal ini akan meningkatkan nilai retensi bahan penghambat api, sehingga sifat ketahanan api menjadi lebih baik. Kayu dengan keterawetan yang tinggi dapat diawetkan dengan metoda sederhana seperti rendaman dingin, sebaliknya kayu dengan sifat keterawetan yang rendah harus diawetkan dengan vakum tekan, bahkan mungkin dengan perlakuan awal seperti pengukusan (Bachtiar, 2007).

Retensi Bahan Pengawet

Nilai rata-rata retensi bahan pengawet boraks pada kayu Sengon yang dilakukan dengan pengawetan

perendaman dingin selama 5 hari dengan konsentrasi larutan pengawet Boraks yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai rata-rata nilai retensi bahan pengawet Boraks pada kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Konsentrasi Pengawet	Rataan Retensi (kg/m ³)	Koefisien Variasi (%)
5%	13,63	10,55
10%	27,64	20,22
15%	38,04	11,65

Pada penelitian ini, nilai rata-rata retensi bahan pengawet boraks semakin tinggi dengan semakin tingginya konsentrasi boraks yang digunakan dalam proses pengawetan perendaman dingin. Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap nilai retensi dapat dilihat Tabel 3.

Tabel 3 Analisis keragaman (ANOVA) nilai retensi bahan pengawet Boraks pada kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Sumber keragaman	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat rata-rata	F hit	F crit
Perlakuan (konsentrasi)	3002,161	2	1501,081	85,074*	3,254
Error	476,401	27	17,644	-	-
Total	3478,562	29	-	-	-

Keterangan: * adalah berpengaruh signifikan pada taraf kepercayaan 95% (Fhit ≥ F crit).

ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi bahan pengawet boraks berpengaruh signifikan terhadap nilai retensi bahan pengawet. Untuk melihat perbedaan antara perlakuan maka dilakukan Uji LSD yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Uji LSD pengaruh konsentrasi bahan pengawet boraks pada kayu Sengon terhadap nilai retensi

Konsentrasi Pengawet	Rataan retensi (kg/m ³)	Selisih rata-rata perlakuan			LSD
		5%	10%	15%	
5%	13,63	-	14,01*	24,42*	3,85
10%	27,64	-	-	10,40*	
15%	38,04	-	-	-	

Keterangan: * adalah berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 95% (selisih rata-rata ≥ LSD).

Uji LSD menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan konsentrasi bahan pengawet boraks pada kayu Sengon. Nilai retensi tertinggi didapat pada perlakuan konsentrasi 15% sebesar 38,04 kg/m³, sedangkan terendah pada perlakuan konsentrasi 5%. Menurut Hadikusumo (2003), nilai retensi yang dipersyaratkan *American Wood Preservers Association* (AWPA) sebesar 2,5 – 3,0 pcf (setara 42 – 50 kg/m³). Nilai retensi dalam penelitian ini belum dapat memenuhi persyaratan, sehingga apabila ingin memenuhi

persyaratan maka dapat dilakukan peningkatan konsentrasi bahan pengawet boraks ataupun dapat melakukan proses pengawetan yang lebih baik seperti perendaman panas-dingin, ataupun vakum-tekan. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Barly dan Lelana (2010) pada jenis kayu Sengon (*P falcataria* (L.) Nielsen) dan Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vries) yang menunjukkan peningkatan nilai retensi dengan peningkatan konsentrasi larutan pengawet dan lama perendaman dingin. Nicholas (1987) menyatakan bahwa bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi dapat meningkatkan laju retensi, sehingga dengan waktu yang sama bahan pengawet dengan konsentrasi tinggi akan lebih banyak masuk dibandingkan bahan pengawet konsentrasi rendah.

Uji Ketahanan Api (Intensitas Bakar, Suhu Maksimum, dan Lama Pembaraan)

Hasil pengujian ketahanan api kayu Sengon yang dilakukan pengawetan rendaman dingin larutan Boraks yang berbeda konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian ketahanan api kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) yang diberi bahan pengawet Boraks pada konsentrasi yang berbeda

Perlakuan (Konsentrasi)	Intensitas bakar (%)	Suhu maksimum (°C)	Lama pembaraan (detik)
Kontrol (0%)	24,01 (6,80)	291,2 (2,10)	209,6 (9,6)
5%	14,48 (20,40)	223,7 (5,70)	512,4 (22,3)
10%	12,60 (17,43)	210,1 (7,40)	512,0 (18,7)
15%	12,58 (22,28)	226,7 (11,39)	437,4 (39,4)

Keterangan: Nilai di dalam kurung adalah nilai Koefisien Variasi (%) yang menunjukkan keragaman data pengujian tiap perlakuan.

Tabel 6 Analisis keragaman (ANOVA) ketahanan api kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) yang diberi bahan pengawet boraks pada konsentrasi yang berbeda.

Parameter	F Hit	F crit	Uji ANOVA
Intensitas bakar	49,67	2,87	Signifikan
Suhu maksimum	47,37	2,87	Signifikan
Lama pembaraan	15,67	2,87	Signifikan

Keterangan: Berpengaruh signifikan pada taraf kepercayaan 95% (F hit ≥ F crit) pada taraf kepercayaan 95%

Untuk melihat adanya pengaruh perlakuan terhadap sifat-sifat ketahanan api kayu Sengon yang diawetkan dengan bahan pengawet boraks pada konsentrasi yang berbeda maka dilakukan analisis keragaman (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95%, seperti pada Tabel 6.

Analisis keragaman menunjukkan hasil berpengaruh signifikan untuk semua parameter pengujian ketahanan api kayu Sengon, sehingga untuk mengetahui perbedaan

antar perlakuannya perlu dilakukan Uji LSD yang dapat dilihat Tabel 7.

Tabel 7 Uji LSD ketahanan api kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) yang diberi bahan pengawet boraks pada konsentrasi yang berbeda

Perlakuan (Konsentrasi)	Parameter		
	Intensitas bakar (%)	Suhu Maksimum (°C)	Lama Pembaraan (detik)
Kontrol (0%)	24,01b	291,2b	209,6b
5%	14,48a	223,7a	512,4a
10%	12,60a	210,1a	512,0a
15%	12,58a	226,7a	437,5a

Keterangan: nilai rata-ran parameter dengan notasi huruf yang sama tidak berbeda signifikan. LSD Intensitas bakar 2,22, LSD Suhu maksimum 17,10, LSD Lama pembaraan 103,80

Intensitas bakar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-ran intensitas bakar (persen kehilangan berat) tertinggi pada perlakuan kontrol (kayu Sengon yang tidak beri perlakuan pengawetan) yaitu 24,01%, sedangkan semua perlakuan pengawetan dengan boraks pada konsentrasi berbeda nilai intensitas bakarnya lebih rendah daripada kontrol yaitu berkisar 12,58 – 14,48%, dengan nilai intensitas bakar tertinggi pada perlakuan konsentrasi 5%, dan terendah pada konsentrasi 15%.

Uji LSD intensitas bakar memberikan hasil yang berbeda signifikan antara perlakuan kontrol (0%) terhadap seluruh perlakuan dengan pengawetan boraks, hal ini menunjukkan bahwa semua perlakuan pemberian bahan pengawet boraks pada kayu Sengon menyebabkan intensitas bakar yang lebih rendah dibandingkan kayu Sengon kontrol. Uji LSD intensitas bakar antara perlakuan 5%, 10%, dan 15% saling tidak berbeda signifikan dengan menunjukkan kecenderungan intensitas bakar semakin menurun dengan semakin tingginya konsentrasi boraks, menunjukkan bahwa dengan konsentrasi boraks yang lebih tinggi dapat menurunkan tingkat terbakarnya kayu Sengon. Uji LSD yang tidak berbeda signifikan ini juga disebabkan oleh nilai retensi dari perlakuan pengawetan boraks tidak ada yang memenuhi syarat retensi yang disyaratkan oleh *American Wood Preservers Association* (AWPA) sebesar 2,5 – 3,0 pcf (setara 42 – 50 kg/m³) sehingga kemampuan menghambat terbakarnya kayu belum tercapai dengan baik yang mengakibatkan nilai intensitas bakar menunjukkan nilai yang tidak berbeda jauh.

Perbedaan dalam faktor konsentrasi menyebabkan perbedaan kepekatan larutan bahan penghambat api yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi maka larutan menjadi pekat dan semakin tinggi retensi bahan penghambat api yang larut kemudian masuk dan tetap tinggal dalam kayu sehingga menyebabkan intensitas bakar menurun (Yuliyanto *et al.*, 2009).

Suhu maksimum

Nilai rata-ran suhu maksimum pada penelitian ini memiliki kecenderungan yang hampir sama dengan intensitas bakar, dimana suhu maksimum tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (kayu Sengon yang tidak diberikan perlakuan pengawetan) sebesar 291,2°C, sedangkan semua perlakuan pengawetan Boraks nilai suhu maksimumnya lebih rendah daripada kontrol yaitu berkisar 210,1 – 226,7°C, dengan nilai suhu maksimum yang tertinggi pada perlakuan konsentrasi 15% sebesar 226,7°C dan terendah pada konsentrasi 10% sebesar 210,1°C.

Uji LSD suhu maksimum memberikan hasil yang berbeda signifikan antara perlakuan kontrol (0%) terhadap seluruh perlakuan dengan pengawetan Boraks pada konsentrasi yang berbeda, ini menunjukkan bahwa semua perlakuan pemberian bahan pengawet boraks menyebabkan menurunnya suhu maksimum pembakaran dibandingkan kayu Sengon yang tidak diberi perlakuan pengawetan. Uji LSD intensitas bakar antara perlakuan 5%, 10%, dan 15% saling tidak berbeda signifikan, dan pada perlakuan Boraks 10% suhu maksimumnya menunjukkan nilai terendah. Hal ini disebabkan oleh pengukuran suhu dengan termokopel saat pengujian dapat terganggu oleh adanya tiupan angin sehingga nilai suhu dapat naik turun selama pengukuran, namun demikian perbedaan nilai suhu maksimum antar perlakuan pengawetan boraks sangat kecil.

Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Hadikusumo (2003) bahwa boraks sebagai bahan penghambat api dapat menghambat nyala api (menurunkan suhu maksimum) tanpa dekomposisi permulaan, namun tidak mencegah pembaraan.

Lama Pembaraan

Nilai rata-ran lama pembaraan perlakuan kontrol menunjukkan nilai yang terendah yaitu 209,6 detik, dibandingkan dengan semua perlakuan pengawetan boraks yang menunjukkan lama pembaraan yang lebih tinggi berkisar antara 437,5 – 512,4 detik. Hal ini berbeda dengan hasil yang ditunjukkan pada pengukuran intensitas bakar dan suhu maksimum. Uji LSD lama pembaraan memberikan hasil yang berbeda signifikan antara perlakuan kontrol (0%) terhadap seluruh perlakuan dengan pengawetan boraks dengan konsentrasi yang berbeda, sedangkan Uji LSD lama pembaraan antara perlakuan 5%, 10%, dan 15% saling tidak berbeda signifikan. Hasil kecenderungan penelitian ini serupa dengan penelitian oleh Santoso dan Hamidah (2012) yang meneliti tentang efektivitas Natrium silikat sebagai bahan pengawet anti api dan anti rayap pada kayu Meranti merah di mana suhu maksimum perlakuan kontrol sebesar 461,8°C dan diberi perlakuan berkisar 199,6-248,8°C, namun untuk lama pembaraan kontrol 8,66 menit lebih singkat daripada yang diberi perlakuan berkisar 17,80-19,99 menit. Hadikusumo (2003) juga

menyatakan bahwa boraks sebagai bahan penghambat api dapat menghambat nyala api (menurunkan suhu maksimum) tanpa dekomposisi permulaan, namun tidak mencegah pembaraan.

Walaupun pada penelitian ini perlakuan pengawetan boraks lama pembaraan lebih lama dibandingkan perlakuan kontrol, namun boraks memiliki sifat yang baik sebagai bahan penghambat api pada kayu karena mampu menurunkan intensitas bakar dan suhu maksimum terbakarnya kayu, sifat penghambat api ini akan lebih baik bila nilai retensi memenuhi persyaratan.

Efektifitas Penghambat Api

Efektifitas penghambat api dari bahan pengawet boraks yang dipersyaratkan oleh ASTM E 69-02 adalah nilai efektifitas $W \geq 7,5$ dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai efektifitas penghambat api (W) bahan pengawet boraks pada kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)

Konsentrasi Pengawet	Intensitas bakar (%) (E)	W
5%	14,48	3,97
10%	12,60	4,75
15%	12,58	4,76

Keterangan: nilai W didapat dari rumus $W = 10 \times (1 - E/A)$, dimana A = intensitas bakar kontrol (24,01%)

Nilai perhitungan W (efektifitas penghambat api) menunjukkan bahwa tidak ada perlakuan yang diberikan dapat memenuhi persyaratan oleh ASTM E69-02 karena semua nilai $W < 7,5$. Oleh karena semua perlakuan tidak dapat memenuhi persyaratan dan perbedaan nilainya sangat kecil maka tidak dilakukan pengujian statistik. Walaupun demikian boraks masih memiliki sifat sebagai bahan penghambat api yang baik dikarenakan dalam penelitian ini nilai pengujian ketahanan api cukup baik hanya menggunakan proses pengawetan sederhana berupa perendaman dingin. Kemungkinan bahan pengawet Boraks dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penghambat api apabila diberikan perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi atau penggunaan metode pengawetan yang lebih baik seperti perendaman panas-dingin atau vakum-tekan.

D. KESIMPULAN

Nilai retensi perlakuan pengawetan boraks dalam penelitian ini belum memenuhi persyaratan American Wood Preservers Association (AWPA) sebesar 2,5 – 3,0 pcf (setara 42 – 50 kg/m³) karena tertinggi hanya mencapai 38,04 kg/m³, pengujian sifat ketahanan api perlakuan pengawetan boraks sebagai bahan penghambat api pada kayu Sengon menunjukkan sifat yang lebih baik dibandingkan kayu Sengon yang tidak diawetkan terutama dari nilai intensitas bakar dan suhu maksimum, nilai efektifitas penghambat api dari seluruh

perlakuan pengawetan masih belum dapat memenuhi standar ASTM E 69-02 ($W \geq 7,5$), perlakuan pengawetan perendaman kayu Sengon dengan Boraks konsentrasi 15% selama 5 hari menunjukkan hasil yang terbaik dilihat dari nilai retensi, intensitas bakar, lama pembaraan, dan efektivitas penghambat api.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (2002). ASTM E69-02: Standard Method for Combustible Properties of Treated Wood by the Fire-Tube Apparatus. ASTM International. West Conshohocken. United States.
- Astana S., Aditya Hani, Wesman Endom, Hani Siti Nuroniah, Neo Endra Lelana, Dewi Ratna Kurniasari, dan Indah Bangsawan. (2016). Kiat Berbisnis Sengon: Tanam Sekali, Untung Berkali-kali. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial, Ekonomi, Kebijakan dan Perubahan Iklim. Cetakan Pertama, Desember 2016. ISBN 978-602-6961-17-4 Bogor. Forda Press.
- Bachtiar G., (2007). Pengawetan Beberapa Jenis Kayu Dengan Proses Rendaman Dingin. Jurnal Menara. Jurnal Teknik Sipil. Vol. 2 No.1. DOI. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v2i1.7877>. Universitas Negeri Jakarta. Penerbit Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik.. Jakarta.
- Barly dan Martawijaya A., (2000). Keterawetan 95 Jenis Kayu Terhadap Impregnasi Dengan Bahan Pengawet CCA. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Volume 18 No. 2. Hal 69 -78. Bogor.
- Barly dan Lelana N.E. (2010). Pengaruh Ketebalan Kayu, Konsentrasi Larutan dan Lama Perendaman Terhadap Hasil Pengawetan Kayu. Vol. 28.No.1. Hal 1-8. Bogor. Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Can A., Grzeskowiak W., Özlüsoyulu I., (2018). Improving the Fire Resistance of Heat Treated Wood by Using Environment-Friendly Substance. Journal of Bartın Faculty of Forestry. 20 (3): 519-524. Turkiye. Bartın University.
- Dumanauw J.F., (2001). Mengenal Kayu. Edisi 2 Cetakan 2. Jakarta: PT. Gramedia.
- Effendi, A.H., (2007). Natrium Silikat Sebagai Bahan Penghambat Api Aman Lingkungan. Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol. 8 No. 3. Hal 245-252. ISSN. 1441-318X. Jakarta. September 2007.
- Hadikusumo S.A., (2003). Pengawetan Kayu: Perlakuan Dengan Bahan Penghambat Api. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hunt G. M. dan George A. G., (1986). Pengawetan Kayu. Edisi 1 cetakan 1: Penerjemah Mohamad Yusuf. Jakarta. Akademika Pressindo.
- Fouladi M.H., Namasivayam S.N., Hwa C.C., Xin P.Z., Xin S.Y.P., Ghassem M., dan Najafabadi H.S., (2015). Enhancement of Coir Fiber Fire Retardant Property. Journal of Engineering Science and Technoloy. School of Engineering, Taylor's University. Malaysia.
- Nicholas, D.D., (1987). Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-perlakuan Pengawetan. Jilid I dan II. Yogyakarta. Airlangga University Press.
- Nugroho, T.A. dan Salamah Z., (2015). Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Biji Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). JUPEMASI-PBIO, Vol. 9 No. 3. Reports (tema khusus). Morrilton Arkansas, AS. Winrock International.
- Östman B, Voss A, Hughes A, Hovde PJ, dan Grexa O., (2001). Durability of Fire Retardant Treated Wood Products At Humid And Exterior Conditions – Review of Literature. Fire Mater. 25:95-104.

- Peek. R.D., (1989). Wood Protection in Indonesia with Reference to Special Conditions in East Kalimantan.
- Santoso, M dan Hamidah, N., (2012). Efektivitas Natrium Silikat Sebagai Bahan Pengawet Anti Api Dan Anti Rayap Pada Kayu Meranti Merah. Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Palangka Raya..
- Salmayanti, Ariyanti, dan Abdul Hapid., (2013). Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Bahan Pengawet Daun Tembelean (*Lantana camara* L.) Pada Kayu Bayur (*Pterospermum* sp.) Terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.). WARTA RIMBA Volume 1, Nomor 1. Desember 2013.
- Yuliyanto A., Sutjipto, A. H., dan Listyanto T., (2009). Uji Ketahanan Api Kayu Trembulu (*Maesopsis eminii* Engl.) Dengan Natrium Silikat Pada Berbagai Konsentrasi Dan Tekanan. Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XII. Hal.648 – 657. Jawa Barat. Bandung.
- Zeinali, D. Koalitis, J. Schmid, (2018). Guide for Obtaining Data from Reaction to Fire Tests. Version 1 (2018). DOI 10.3929/ethz-b-000319575. Switzerland, ETH Zürich.A. PENDAHULUAN