

Optimalisasi Boraks Sebagai Bahan Pelapis Tahan Api Pada Kayu Lapis

Fadilah Rizky Damayanti¹, Mochammad Alfiansyah Putra Sanjaya², Robie Kuncoro³,
Denny Oktavina Radianto⁴

¹Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^{2,3,4}Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
fadilahrizky@student.ppns.ac.id

Abstract: *The increasing number of Indonesia's population is certainly in line with the increasing number of housing demand. The need for housing makes the innovation of building materials grow. One of the building materials that is often used is plywood. The use of wood base material as a building material certainly needs to be considered. The number of fires that reached 382 in DKI Jakarta Province in 2022 is one of the factors that make the use of plywood necessary to be considered. Therefore, researchers make innovations by utilizing borax or sodium tetraborate as a fire retardant material to coat plywood. The research method used is in the form of experiments using data from journals and the internet. Data processing in the form of descriptive data results compared to materials used daily.*

Keywords: *Sodium Tetraborate, fires, plywood*

Abstrak: Meningkatnya jumlah penduduk Indonesia tentunya sejalan dengan jumlah permintaan hunian yang semakin meningkat. Kebutuhan akan hunian ini menjadikan inovasi akan bahan bangunan semakin berkembang. Salah satu bahan bangunan yang kerap kali digunakan adalah plywood atau kayu lapis. Penggunaan bahan dasar kayu sebagai bahan bangunan tentunya perlu diperhatikan. Angka kebakaran yang mencapai 382 di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2022 menjadi salah satu faktor yang membuat penggunaan plywood perlu diperhatikan. Oleh karena itu, peneliti membuat inovasi dengan memanfaatkan boraks atau natrium tetraborat sebagai bahan fire retardant untuk melapisi kayu lapis atau plywood. Metode penelitian yang digunakan berupa eksperimen dengan menggunakan data dari jurnal dan internet. Pengolahan data berupa deskriptif dengan hasil data yang dibandingkan dengan bahan yang digunakan sehari-hari.

Kata kunci: Natrium Tetraborat, kebakaran, kayu lapis

Pendahuluan

Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia, jumlah penduduk Indonesia pada pertengahan tahun 2023 mencapai lebih dari 278 juta jiwa. Dengan banyaknya penduduk di Indonesia tentunya permintaan akan tempat tinggal juga semakin meningkat. Keterbatasan jumlah lahan pada wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi tentunya menjadi hal yang akan menghambat pembangunan hunian yang sedang dibutuhkan. Salah satu hal yang dapat dilakukan dalam hal pemanfaatan lahan yang jumlahnya semakin terbatas pada kota besar adalah dengan membuat hunian bertingkat (Herma Dwidayati, Ramdani Sari, and Yosita 2023).

Salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan sebagai komponen dalam pembangunan hunian adalah kayu. Pemanfaatan kayu sebagai bahan bangunan sudah dilakukan

sejak lama. Salah satu jenis bahan bangunan dari material kayu yang banyak digunakan adalah kayu lapis atau *plywood*. *Plywood* merupakan sebuah produk komposit berbentuk papan yang terbuat dari lembaran *veneer* yang direkatkan dengan susunan tegak lurus (Somadona, Sribudiani, and Arlita 2016). Selain *veneer*, bahan baku lainnya yang digunakan sebagai bahan baku *plywood* adalah kayu sengon dan kayu meranti (Hafizh Alim and Suseno 2022). Karakteristik dari *plywood* sendiri adalah bahannya ringan, licin, permukaan luas, dan dapat digunakan beberapa kali (Rafik and Cahyani 2017). Namun dengan maraknya penggunaan kayu sebagai bahan bangunan juga akan membuka peluang terjadinya kebakaran pada sebuah hunian.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Barat, pada tahun 2022 terjadi sebanyak 382 kebakaran di Provinsi DKI Jakarta. Kebakaran merupakan sebuah peristiwa dimana muncul api yang sulit dikendalikan sehingga membesar dan menyebabkan kerugian. Kebakaran merupakan sebuah kondisi yang membahayakan karena munculnya ancaman berupa paparan panas, api, asap, dan gas yang timbul dari kebakaran (Nento, Asmara, and Nasibu 2021). Terjadinya sebuah kebakaran dapat dijelaskan dengan teori segitiga api. Dalam teori segitiga api telah disebutkan tiga faktor yang menjadi pemicu kebakaran, ketiga faktor tersebut yaitu sumber panas, bahan bakar, dan oksigen (Saefudin et al. 2020). *Plywood* sebagai bahan interior hunian termasuk dalam ketiga faktor tersebut yaitu bahan bakar (Nugraha 2019).

Secara tradisional, proses pengawetan kayu akan membuat kayu lebih tahan terhadap api dengan memberikan lapisan penghambat api, hal ini sekaligus meningkatkan masa pakai dari kayu (Effendi 2007). Boraks atau *sodium tetraborat* menjadi salah satu *fire retardant* atau bahan penghambat api yang harganya terjangkau, mudah ditemukan, dan tidak berbahaya bagi lingkungan (Arifin, Dayadi, and Renaldy 2020). Senyawa boron akan membantu menghambat terjadinya kebakaran dengan memutuskan ikatan oksigen. Larutan boraks ini dapat menjadi penghambat api pada bahan berkayu. Ketika kayu yang telah dilapisi dengan larutan boraks terpapar oleh api, maka akan terbentuk lapisan kaca yang akan mengurangi penyebaran dan kecepatan dari pembakaran serta mencegah perkembangan dari pembakaran tersebut.

Oleh karena itu, dengan tingginya risiko kebakaran ini ditambah bahan bangunan yang terbuat dari *plywood*, maka diperlukan sebuah upaya untuk mencegah terjadinya kebakaran pada sebuah hunian dengan struktur bangunan kayu. Pada penelitian kali ini, peneliti membuat *firewall* yang merupakan metode perlindungan kebakaran pasif dengan inovasi dinding non struktural yang tahan api dan memanfaatkan boraks (*sodium tetraborat*) sebagai zat untuk melapisi *plywood*.

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimen dengan membuat larutan boraks (*natrium tetraborat*) dari butiran boraks dan air dengan didukung oleh metode penulisan deskriptif dan pengolahan data secara kualitatif. Adapun data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini berupa artikel, jurnal, dan internet. Hasil dari penelitian ini diharapkan akan dapat menambah wawasan penggunaan boraks untuk pemadam pasif pada kayu yang berjenis *plywood*.

Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Kayu lapis (*Plywood*) ukuran 7x7 cm
2. Boraks (*natrium tetraborat*) sebanyak 45 gram
3. Air sebanyak 450 ml
4. Gas

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri dari gergaji(untuk memotong *plywood* dengan ukuran yang sama), gelas ukur(untuk mengukur volume larutan), labu ukur(untuk mengencerkan larutan), bak wadah larutan(sebagai wadah larutan), pemberat(untuk menahan *plywood* ke dasar wadah), korek api(untuk media pembakaran), penggaris(sebagai alat ukur untuk menyamakan ukuran *plywood*), timbangan digital (sebagai alat ukur berat untuk *plywood*).

Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian pembuatan larutan boraks sebagai berikut:

1. *Plywood* ketebalan 2 cm dipotong terlebih dahulu dengan ukuran 7 cm × 7 cm sebanyak 4 buah, untuk memperkecil ukuran bahan supaya cukup apabila dimasukkan kedalam baskom.
2. Butiran boraks dan air diukur sesuai konsentrasi dengan takaran seperti dibawah ini.

No	Natrium Tetraborat (g)	Air(ml)
1	0	0
2	7,5	150
3	15	150
4	22,5	150

3. Butiran Boraks dicampurkan dengan air. proses pencampuran dilakukan hingga terjadi pelarutan sempurna, menghasilkan larutan Boraks (*natrium tetraborat*) dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%.

4. Siapkan 3 baskom dan masukkan larutan Boraks (*sodium tetraborat*) ke masing-masing baskom.
5. *Plywood* yang sudah dipotong, dimasukkan pada baskom yang berisi larutan Boraks (*sodium tetraborat*) lalu diberikan pemberat pada atas *plywood*
6. Setelah *plywood* direndam selama 24 jam. *Plywood* dikeringkan sampai kadar air menghilang
7. Apabila *plywood* sudah kering, dilakukan perhitungan retensi sebagai berikut:

$$R = \frac{B_2 - B_1}{V} \times \frac{C}{100} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Dimana:

R = Retensi bahan pengawet (kg/m³)

B₁ = Berat contoh uji sebelum dimasukkan larutan (kg)

B₂ = Berat contoh uji setelah dimasukkan larutan (kg)

C = Konsentrasi bahan pengawet (%)

V = Volume kayu yang diawetkan (m³)

8. Setelah itu, pengujian dapat dilakukan dengan membakar masing-masing *plywood* selama 10 menit, lalu amati reaksi yang terjadi
9. Setelah 10 menit selesai, pengambilan data dapat dimulai dengan melihat bagaimana perubahan kualitas *plywood* dan ketahanannya setelah dilakukan pembakaran.
10. Lakukan perhitungan intensitas pembakaran dari masing-masing *plywood* dengan kadar yang berbeda melalui rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{mb - ms}{mb} \times 100(\%)$$

Dimana:

α = Kehilangan berat (%)

ms = Massa contoh uji sesudah diujikan (g)

mb = Massa contoh uji se diujikan (g)

11. Setelah itu, lakukan perhitungan efektivitas larutan boraks yang dipersyaratkan oleh ASTM E 69-02:

$$W = 10 \times (1 - E/A)$$

W = Efektivitas bahan pengawet tahan api

E = Rataan kehilangan berat (diberi perlakuan)

A = Intensitas bakar(kontrol)

Efektifitas $W \geq 7,5$

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Perendaman

Setelah *plywood* dilakukan perendaman selama 24 jam menggunakan larutan Natrium Tetraborat dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% didapatkan perbedaan massa sebelum dan sesudah perendaman yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Massa *Plywood* Hasil Perendaman

Keterangan	Konsentrasi			
	K1(0%)	K2 (5%)	K3 (10%)	K4 (15%)
Massa awal (gram)	80	77	78	78
Massa setelah direndam (gram)	80	90	87	93

Keterangan K1(0%) tidak dilakukan perendaman

Berdasarkan Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan massa *plywood* antara sebelum dilakukan perendaman dengan setelah dilakukan perendaman. Hal ini dikarenakan larutan Natrium Tetraborat menyerap ke dalam *plywood* yang selanjutnya akan membentuk butiran pengendap yang berada di dalam *plywood*. Dari tabel di atas diketahui massa *plywood* dengan kadar perendaman 5% naik dari 77 gr menjadi 90 gr. Sedangkan untuk *plywood* dengan kadar perendaman 10% naik dari 78 gr menjadi 87 gr. Hal yang sama terjadi pada *plywood* dengan kadar perendaman 15%, yang dimana massa dari *plywood* tersebut naik dari 78 gr menjadi 93 gr.

2. Retensi Natrium Tetraborat Pada Plywood

Dari hasil perbedaan massa akibat dari perendaman *plywood* selama 24 jam, selanjutnya dapat diperoleh nilai retensi dari masing-masing *plywood* dengan kadar yang berbeda dan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Pengaruh Perendaman Terhadap Retensi

Konsentrasi	Massa akhir- Massa awal	Waktu (jam)	Volume plywood (cm ³)	Retensi (kg/m ³)
-------------	----------------------------	----------------	--------------------------------------	---------------------------------

	(gram)			
K1 (0%)	0	24	98	0
K2 (5%)	13	24	98	6,633
K3 (10%)	9	24	98	9,183
K4 (15%)	15	24	98	22,959

Keterangan K1(0%) tidak dilakukan perendaman

Retensi merupakan kemampuan suatu jenis bahan dalam menyerap bahan pengawet pada periode tertentu. Berdasarkan Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa nilai retensi bahan Natrium Tetraborat berdasarkan jumlah konsentrasinya mempunyai nilai retensi yang berbeda-beda. Semakin besar konsentrasi suatu bahan yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai retensi yang dihasilkan. Nilai retensi tertinggi terdapat pada konsentrasi 15% yang memiliki nilai retensi sebesar 22,959 kg/m³, sedangkan untuk nilai retensi terkecil terdapat pada konsentrasi 5% dengan nilai 6,633 kg/m³.

3. Intensitas Bakar

Berikut ini merupakan nilai persentase intensitas bakar pada masing-masing *plywood* yang dilakukan pembakaran selama 10 menit.

Tabel 3. Pengaruh Natrium Tetraborat terhadap plywood

Konsentrasi	Massa akhir- Massa awal (gram)	Waktu (menit)	Intensitas Bakar (%)
K1 (0%)	3	10	3,75
K2 (5%)	3	10	3,33
K3 (10%)	2	10	2,29
K4 (15%)	2	10	2,15

Keterangan K1(0%) tidak dilakukan perendaman




Berdasarkan Tabel 3 diketahui nilai persentase intensitas bakar paling tinggi terdapat pada *plywood* yang tidak diberi perlakuan bahan pengawet dengan nilai 3,75%. Sedangkan untuk nilai persentase intensitas bakar terkecil yaitu pada K4 (15%) sebesar 2,15%. Dari hal tersebut diketahui semakin besar nilai konsentrasi bahan pengawet yang digunakan pada suatu bahan, maka nilai intensitas bakarnya akan semakin kecil sehingga dampak yang ditimbulkan dari pembakaran tersebut semakin kecil pula.

Intensitas bakar cenderung meningkat apabila suatu bahan seperti kayu tidak

diberikan bahan pelindung/penahan yang dapat menambah sifat tidak mudah terbakar. Hal ini didukung dalam pernyataan Hunt dan Garrat (1986), bahwa kayu yang tidak dilapisi atau diberi bahan pengawet akan lebih mudah terbakar dari pada kayu yang dilapisi atau diberi bahan pengawet.

Selanjutnya untuk melihat masing-masing tampilan kayu setelah dilakukan pembakaran selama 10 menit Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian

Konsentrasi	Hasil Uji	
	Secara Visual	Keterangan
K1 (0%)		kayu mudah terbakar dengan kerusakan yang cukup parah
K2 (5%)		kayu hanya menjadi hangus. tidak terbakar dan api tidak merambat, kerusakan pada kayu ini terbilang sedang
K3 (10%)		Kayu tidak terbakar, hanya menjadi hangus dan api tidak merambat, kerusakan pada kayu ini terbilang sedang

K4 (15%)		Kayu tidak terbakar dan hanya hangus, api juga tidak merambat, kerusakan pada kayu ini terbilang ringan
----------	---	---

Berdasarkan hasil pengujian, bahan uji yang tidak direndam larutan Natrium Tetraborat terbakar dengan cepat dan mengalami perambatan, setelah dibakar selama 10 menit *plywood* mengalami kerusakan yang parah, sedangkan bahan uji yang telah direndam kedalam larutan Natrium Tetraborat dapat menghambat perambatan api lebih lama dan hanya mengalami sedikit kerusakan. Hal itu dikarenakan terdapat zat pendukung berupa bahan kimia *fire retardants* yakni Natrium Tetraborat.

Pada tabel, didapatkan bahwa *plywood* yang direndam dalam larutan dengan konsentrasi 5% dapat menghambat perambatan api meskipun sedikit, begitu juga dengan bahan yang direndam dengan konsentrasi 10 % dan bahan uji pada larutan dengan konsentrasi 15%. Apabila konsentrasi larutan semakin pekat, maka penghambatan perambatan api akan semakin terhambat.

4. Efektifitas Penghambat Api

Nilai efektifitas dari bahan pengawet boraks sebagai bahan penghambat api pada media *plywood* yang dipersyaratkan oleh ASTM E 69-02, dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Nilai Efektifitas penghambat api dari Natrium Tetraborat

Konsentrasi	Intensitas Bakar (%)	W
K2 (5%)	3,33	1,12
K3 (10%)	2,29	3,89
K4 (15%)	2,15	4,26

Keterangan: nilai W didapat dari rumus $W = 10 \times (1 - E/A)$, dimana A = intensitas bakar kontrol (3,75%)

Nilai perhitungan W (efektifitas penghambat api) menunjukkan bahwa tidak ada perlakuan yang diberikan dapat memenuhi persyaratan oleh ASTM E 69-02 karena dari semua nilai W (efektifitas penghambat api) yang didapat dari masing-masing konsentrasi bahan pengawet kurang dari 7,5. Walaupun demikian boraks atau natrium tetraborat masih memiliki sifat sebagai bahan penghambat api yang baik dikarenakan

dalam penelitian ini nilai pengujian ketahanan api yang diaplikasikan pada media *plywood* melalui metode perendaman dingin cukup baik. Kemungkinan bahan pengawet boraks atau natrium tetraborat dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penghambat api apabila diberikan perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi atau penggunaan metode pengawetan yang lebih baik seperti perendaman panas atau vakum-tekan.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Larutan Natrium Tetraborat dapat dimanfaatkan sebagai pelapis *plywood* penghambat api agar tidak mudah terbakar. Tahapan pembuatan pelapis Natrium Tetraborat meliputi tahap pelarutan dan tahap pelapisan pada bahan yang akan dilapisi dan setelahnya yaitu tahap pengeringan supaya larutan yang sudah melapisi terserap secara maksimal.
2. Konsentrasi pada larutan Natrium Tetraborat memiliki pengaruh pada perambatan api. semakin besar konsentrasi yang diaplikasikan terhadap benda yang akan dilapisi, semakin lama juga terjadinya perambatan api.
3. Larutan Natrium Tetraborat dapat digunakan sebagai penghambat api tetapi setelah dilakukan perhitungan uji keefektifitasan bahan ini mendapatkan hasil kurang efektif dengan nilai kurang dari 7,5. dengan ini dapat dinyatakan bahwa larutan Natrium Tetraborat dengan konsentrasi 5%,10%,15% kurang efektif untuk menjadi larutan penghambat api. Apabila larutan Natrium Tetraborat diberlakukan perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi atau penggunaan metode pengawetan yang lebih baik seperti perendaman panas-dingin atau vakum-tekan kemungkinan Natrium Tetraborat efektif digunakan sebagai penghambat api.

Ucapan Terima Kasih

Sehubung dengan terbitnya jurnal ini kami mengucapkan terimakasih kepada Tuhan YME yang telah memberikan seluruh karunia dan kelancaran dalam penelitian ini. Selain itu, tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada seluruh mitra yang sudah bekerja sama, dosen pembimbing, dan anggota yang memberikan sumbangsih pada jurnal ini. Disisi lain mengucapkan terimakasih juga kepada akademisi dan praktisi artikel pada jurnal ini pada edisi mendatang

Referensi

- Arifin, Zainul, Irvin Dayadi, and Cristianus Renaldy. 2020. "Uji Ketahanan Api Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen) Yang Diawetkan Dengan Bahan Pengawet Natrium Silikat (Na_2SiO_3)." *ULIN: Jurnal Hutan Tropis* 4(2): 92. doi:10.32522/ujht.v4i2.4251.
- Effendi, Achmad Hidajat. 2007. "Natrium Silikat Sebagai Bahan Penghambat Api Aman Lingkungan." *Jurnal Teknik Lingkungan* 8(3): 245–52.
- Hafizh Alim, Muhammad, and Suseno Suseno. 2022. "Analisa Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Continuous Review System Dan Periodic Review System Di PT XYZ." *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 1(3): 163–72. doi:10.55826/tmit.v1i3i3.38.
- Herma Dwidayati, Kunthi, Ana Ramdani Sari, and Lucy Yosita. 2023. "Faktor-Faktor Preferensi Hunian Vertikal Untuk Kaum Dewasa Muda: Studi Kasus Di Kota Bandung." *Jurnal Arsitektur Zonasi* 5(1): 209–18. doi:10.17509/jaz.v5i1.40245.
- Hunt G. M. dan George A. Garrat. 1986. *Pengawetan Kayu*. Edisi 1 cetakan 1: Penerjemah Mohamad Yusuf. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Nento, Novaldiyanto K., Bambang Panji Asmara, and Iskandar Zulkarnain Nasibu. 2021. "Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno." *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering* 3(1): 13–18. doi:10.37905/jjee.v3i1.8339.
- Nugraha, Ranggi. 2019. "Penerapan Sistem Manajemen Kebakaran Di Pt. Adiluhung Saranasegara Indonesia, Bangkalan." *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 7(3): 378. doi:10.20473/ijosh.v7i3.2018.378-386.
- Rafik, Aunur, and Rinova Firman Cahyani. 2017. "A Review of Cost Comparison of the Formwork Use of Wood , Plywood and Peri System (Peri Lico) Tinjauan Perbandingan Biaya Penggunaan Bekisting Kolom Kayu , Plywood Dan Sistem Peri (Peri Lico)." 1(1): 9–17.
- Saefudin, Tubagus Hedi, Rifda Ilahy Rosihan, Sumanto, and Viptia Esti Wiryawanti. 2020. "Sosialisasi K3 Tentang Bahaya Kelistrikan Dan Kebakaran Pada Desa Kedung Pengawas, Babelan, Kab, Bekasi." *Jurnal Sains Teknologi dalam Pemberdayaan Masyarakat* 1(1): 45–50. doi:10.31599/jstpm.v1i1.161.
- Somadona, Sonia, Evi Sribudiani, and Tuti Arlita. 2016. "Pengujian Kualitas Kayu Lapis Untuk Kontruksi Bangunan Yang Beredar Di Pasaran Kota Bengkalis." *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan* 11(2): 76–87. doi:10.31849/forestra.v11i2.182.